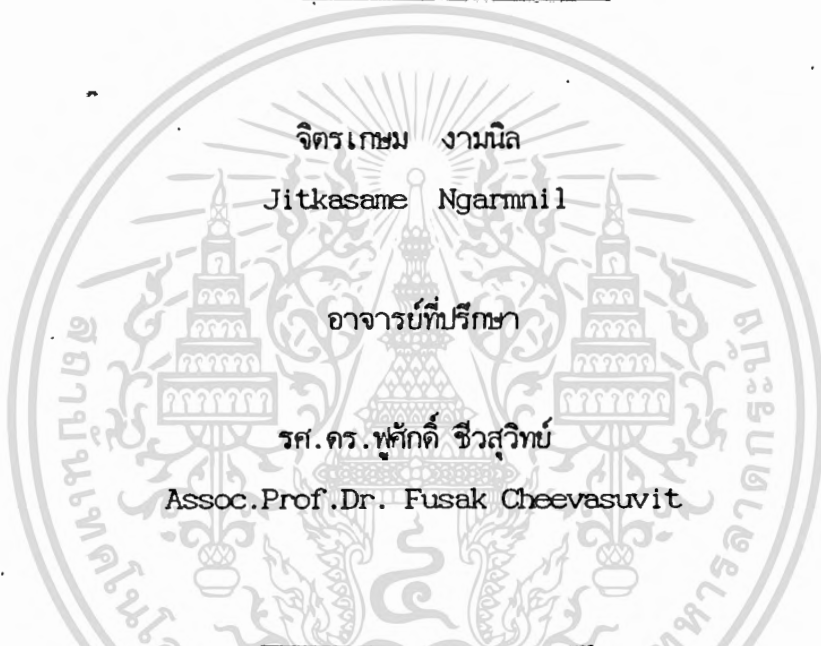


สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เทคนิคการแสดงผลภาพถ่ายดาวเทียมแบบภาพสีเทียมบนไมโครคอมพิวเตอร์

False color satellite image displaying technique on microcomputer



เลขหมู่ _____
เลขทะเบียน 17545
วัน, เดือน, ปี 10 ก.ค. 2535

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2535

ISBN 974-8157-23-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FALSE COLOR SATELLITE IMAGE DISPLAYING TECHNIQUE
ON MICROCOMPUTER



A thesis submitted in partial fulfillment
of the requirements for the degree
Master of Electrical Engineering
Graduate school
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1992

ISBN 974-8157-23-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เทคนิคการแสดงผลภาพถ่ายดาวเทียมแบบภาพสีเท็จบนไมโครคอมพิวเตอร์
นักศึกษา	นาย จิตรเกษม งามนิล
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. พุทธิศักดิ์ ชิวสุวิทย์
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	อิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2534

ในปัจจุบันข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายและการตีความภาพมักจะใช้ภาพสีผสมแบบภาพสีเท็จ (false color) แต่ระบบการแสดงผลที่ใช้แสดงภาพถ่ายดาวเทียมแบบภาพสีผสม RGB (RGB color composite image) นี้โดยมากจะมีราคาสูง ทำให้บางหน่วยงานที่จำเป็นต้องใช้แต่ขาดงบประมาณไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิทยานิพนธ์นี้จึงได้นำเสนอเทคนิคสำคัญในการแสดงผลภาพสีแบบภาพสีเท็จ (false color image) จากข้อมูลภาพสามแบนด์บนมอดิวเลเตอร์สีของไมโครคอมพิวเตอร์โดยการสร้างบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสามที่สามารถเลื่อนไปยังตำแหน่งใดๆ ก็ได้บนแกนสี ซึ่งจะคำนึงถึงบริเวณระดับสีที่มีความหนาแน่นของจุดภาพเป็นสำคัญ บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนนี้ถูกกำหนดด้วยอัตราส่วนของสีทั้งสามเท่ากับ 7:6:6 ซึ่งจะให้ความเป็นเชิงเส้นทางสีที่ดีที่สุด นอกจากนี้ยังกล่าวถึงเทคนิคพิเศษในการลดขนาดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยการปรับบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่มีการจัดเรียงค่าขีดเริ่มเปลี่ยนภายในอย่างเหมาะสมมาทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพแต่ละแบนด์ วิธีนี้จะสามารถลดขนาดของข้อมูลภาพสีของแต่ละแบนด์จาก 8 บิตลงเหลือเพียง 1 บิตต่อจุดภาพเท่านั้น ภาพสีที่ได้จะมีลักษณะสีใกล้เคียงกับภาพสีแบบภาพสีเท็จ (false color) ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประโยชน์มากสำหรับบางหน่วยงานที่ใช้มอดิวเลเตอร์สีแบบประสิทธิภาพต่ำอยู่ก่อนแล้ว และยังเป็น การลดแบนด์วิธของการส่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมผ่านคู่สายโทรศัพท์ลง เพื่อให้หน่วยงานที่อยู่ไกลจากศูนย์ข้อมูล เช่น หน่วยงานป่าไม้ระดับท้องถิ่นสามารถเรียกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากส่วนกลางได้ตลอดเวลาที่ต้องการ เพื่อทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าและป้องกันการลักลอบตัดไม้ทำลายป่าได้อย่างทันทั่วทั้ง

Abstract

Thesis title	False color satellite image displaying technique on microcomputer
Student	Mr. Jitkasame Ngarmnil
Thesis advisor	Assoc.Prof.DR. Fusak Cheevasuvit
Level of study	Master of Electrical Engineering
Department	Electronic
Academic year	1991

In present, satellite images are widely used and the interpretation of those images is done in manner of false color image. But the high price of most RGB color composite monitor make a big fiscal problem for some agencies which those image is very necessary for perfectly working. Therefore, this thesis presents the useful technique which can display false color satellite image from three color bands on microcomputer by using three dimensional cubic threshold block which can move to any area of a color space that the most pixels occur. The color shade of red, green, blue ratio from this technique is set to 7:6:6 which give the best color linearity of the displayed image and weight the significant of three bands of satellite image in almost equally. Furthermore, the thesis also presents the crucial technique for satellite image data reduction by using two dimension threshold block which is arranged the internal threshold in properly to compare with each color band data. This method can reduce the size of each color band data from 8 bits down to only 1 bit per pixel effectively. The displayed image is mostly closed to false color image. The method is very useful to any agencies which have low performance monitor already and it can reduce bandwidth of

transmission rate through telephone line. In this case, any remote agencies such provincial forestry agencies can receive color satellite image in any time. This will make those agencies to examine and protect the illegal deforestation with effectiveness.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

Abstract

สารบัญ

สารบัญรูป

สารบัญตาราง

บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลขในระบบตรวจรู้ระยะไกล	6
2.1	การจัดการปรับความแตกต่างของค่าระดับสีเทา	12
2.2	การกรองข้อมูลภาพเชิงสเปาเชียล	18
2.3	การกำจัดสัญญาณรบกวน	19
2.4	การอ้างอิงตำแหน่งของภาพ	20
2.5	การแก้ไขเชิงเรขาคณิต	21
2.6	การประมวลผลทางสี	22
บทที่ 3	ลักษณะทางฮาร์ดแวร์ของระบบแสดงสีของไมโครคอมพิวเตอร์	24
3.1	Graphic adapter	24
3.2	โหมดการทำงาน	26
3.3	Color graphic adapter	27
3.4	Enhance graphic adapter	27
3.5	Video graphic adapter	28
บทที่ 4	เทคนิคการกำหนดสีในการแสดงภาพสีในระบบ VGA	30
4.1	การลดขนาดข้อมูลโดยวิธีตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในฮิสโตแกรม	30
4.2	การสร้างบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสาม	33
4.3	การกำหนดข้อมูลสีลงบนรีจิสเตอร์สีของระบบ VGA	38
4.4	การเปรียบเทียบผลการทดลองกับวิธีการให้อัตราส่วนของสีทั้งสาม	

4.5	ผังการทำงานของโปรแกรม	58
บทที่ 5	เทคนิคการลดขนาดข้อมูลภาพสีโดยบีบบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยน	59
5.1	คุณสมบัติของข้อมูลภาพผลลัพธ์ที่เกิดจากการประมวลผลข้อมูลโดยวิธี Dither	60
5.2	การลดขนาดข้อมูลภาพโดยบีบบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยน	64
5.3	การกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนให้แกบล็อกราคาขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติ	68
5.4	การเปรียบเทียบขนาดข้อมูลที่ได้ทำการลดขนาดแล้ว	70
5.5	การเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับผลการทดลองจากวิธีการสร้างบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสาม	71
5.6	ผังการทำงานของโปรแกรม	74
บทที่ 6	สรุปผลการวิจัย	75
กิตติกรรมประกาศ		
ภาคผนวก ก. เอกสารอ้างอิง		
ภาคผนวก ข. โปรแกรมต้นฉบับในการควอนไทซ์ข้อมูลภาพเพื่อทำการแสดงผลบนระบบ VGA		
ภาคผนวก ค. โปรแกรมต้นฉบับในการแสดงผลข้อมูลภาพบนระบบ VGA		
ภาคผนวก ง. โปรแกรมต้นฉบับในการควอนไทซ์ข้อมูลภาพเพื่อทำการแสดงผลบนระบบ EGA		
ภาคผนวก จ. บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์		

สารบัญรูป

หน้า

รูป 1.1	แสดงลักษณะของภาพที่ประกอบด้วยพิกเซลเป็นจำนวนมาก	2
รูป 1.2	แสดงการเลือกข้อมูลภาพแบนด์ต่างๆ ของข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น	3
รูป 2.1	แสดงภาพพื้นที่ที่เดียวกันแต่ใช้พิกเซลขนาดไม่เท่ากัน	7
รูป 2.2	แสดงภาพแบบหลายช่วงคลื่นในระบบ TM ของดาวเทียม LANDSAT	9
รูป 2.3	แสดงลักษณะการแปลงข้อมูลภาพทั้งสองวิธี	11
รูป 2.4	แสดงลักษณะภาพและฮิตโตแกรมข้อมูลจาก (a) ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT แบนด์ 7 ระบบ MSS (b) ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT แบนด์ 4 ระบบ TM	13
รูป 2.5	แสดงการขยายคอนทราสต์ด้วยวิธีการแปลงข้อมูลแบบเชิงเส้นและแบบไม่เชิงเส้น	15
รูป 2.6	แสดงภาพที่ได้จากการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์แบบสองระดับ	17
รูป 2.8	แสดงลักษณะความผิดพลาดทางเรขาคณิตของภาพจากสาเหตุต่างๆ	22
รูป 3.1	แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนประกอบฮาร์ดกราฟิกออปติคัล	24
รูป 3.2	แสดงลักษณะการจัดหน่วยความจำแบบ Bit plane	26
รูป 3.3	แสดงลักษณะ Palette สีของระบบ EGA	28
รูป 3.4	แสดงไดอะแกรมของ Video DAC และ Color look-up table ของระบบ แสดงผลแบบ VGA	29
รูป 4.1	แสดงการใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเพื่อทำการแปลงข้อมูลภาพให้เป็นแบบสองระดับหรือ ภาพไบนารีตามสมการ (4.1)	31
รูป 4.2	แสดงการใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเพื่อทำการแปลงข้อมูลภาพให้มีขนาด 3 บิตตาม สมการ (4.2)	32
รูป 4.3	แสดงไดอะแกรมของฮิตโตแกรมสามมิติของข้อมูลภาพ RGB ซึ่งมีข้อมูลขนาด 8 บิตต่อจุดภาพ	33
รูป 4.4	แสดงลักษณะการแปลงข้อมูลภาพ	34
รูป 4.5	แสดงการแปลงข้อมูลภาพสามแบนด์ให้มีขนาดเล็กลง	35
รูป 4.6	แสดงลักษณะการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนบนฮิตโตแกรม	38
รูป 4.7	แสดงภาพสีผลลัพธ์ซึ่งข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีทั้งสามมีค่าค่อนข้างสูงจากตาราง 4.3	44
รูป 4.8	แสดงภาพสีผลลัพธ์ซึ่งข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีทั้งสามมีค่าค่อนข้างต่ำจากตาราง 4.4	47

รูป 4.9	แสดงฮิสโตแกรมและการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของข้อมูลภาพสามแบนด์ด้วยอัตราส่วนของสีทั้งสามเท่ากับ 7:6:6	48
รูป 4.10	แสดงภาพแบบโมโนโครมของข้อมูลภาพแต่ละแบนด์จากการควอนไทซ์ข้อมูลภาพด้วยอัตราส่วน RGB เท่ากับ 7:6:6	51
รูป 4.11	แสดงฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพผลลัพธ์ของภาพสีผสมที่ได้จากการแปลงข้อมูลโดยการใช้นีลอคค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสามทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพด้วยอัตราส่วนของสี RGB เท่ากับ 7:6:6	51
รูป 4.12	แสดงภาพผลลัพธ์ลักษณะ RGB แบบภาพสีเท็จ(false color) จากวิธีการสร้างบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสามด้วยอัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 7:6:6	52
รูป 4.13	แสดงฮิสโตแกรมและการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของข้อมูลภาพสามแบนด์คือ LOC.IM4, LOC.IM3 และ LOC.IM1 ด้วยอัตราส่วนของสี RGB เท่ากับ 8:8:4	53
รูป 4.14	แสดงภาพแบบโมโนโครมของข้อมูลภาพแต่ละแบนด์จากการควอนไทซ์ข้อมูลภาพด้วยอัตราส่วน RGB เท่ากับ 8:8:4	56
รูป 4.15	แสดงฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพผลลัพธ์ของภาพสีผสมที่ได้จากการแปลงข้อมูลโดยการใช้นีลอคค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสามทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพด้วยอัตราส่วนของสี RGB เท่ากับ 8:8:4	56
รูป 4.16	แสดงภาพผลลัพธ์ลักษณะ RGB แบบภาพสีเท็จ(false color) จากวิธีการสร้างบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสามด้วยอัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 8:8:4	57
รูป 5.1	แสดงบล็อกโคอะแกรมวิธี Pseudorandom noise quantization	61
รูป 5.2	แสดงโคอะแกรมของ Digital halftone generating	62
รูป 5.3	แสดงลักษณะการจัดเรียงข้อมูล Dither สำหรับบล็อกขนาดต่างๆ	64
รูป 5.4	แสดงลักษณะการแปลงข้อมูลภาพ	65
รูป 5.5	แสดงลักษณะของบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่จะถูกนำไปทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพ	66
รูป 5.6	แสดงลักษณะการใช้นีลอคค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติมาทำการลดขนาดข้อมูลภาพ	67
รูป 5.7	แสดงลักษณะของข้อมูลภาพผลลัพธ์แบบ RGB ที่จะนำไปทำการแสดงผล	68
รูป 5.8	แสดงลักษณะการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนลงบนฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพสามแบนด์	69

รูป 5.9 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลภาพที่ได้จากการลดขนาดแล้ว	70
รูป 5.10 แสดงการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนบนฮิตโคมแกรมข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์	71
รูป 5.11 ภาพสีแบบ RGB ในลักษณะภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส 3 บิต	72
รูป 5.12 ภาพสีแบบ RGB ในลักษณะภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส 8 บิตที่ถูกแสดงผลบนระบบ VGA	72



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 4.1 แสดงลักษณะของข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีทั้งสามของ Color look-up table ตามอัตราส่วนของข้อมูลภาพที่ผ่านการควอนไทซ์	39
ตาราง 4.2 แสดงข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีของ Color look-up table โดยใช้อัตราส่วนในการควอนไทซ์ข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์เท่ากับ 7:6:6	41
ตาราง 4.3 แสดงข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีทั้งสามซึ่งมีอัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 7:6:6 ซึ่งจะทำให้ภาพที่ทำการแสดงผลมีความเข้มสูง	43
ตาราง 4.4 แสดงข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีทั้งสามซึ่งมีอัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 7:6:6 ซึ่งจะทำให้ภาพที่ทำการแสดงมีความเข้มค่อนข้างต่ำ	46

บทที่ 1

บทนำ

รีโมทเซนซิง(Remote Sensing) หรือระบบตรวจรู้ระยะไกลจัดเป็นวิธีการอันหนึ่งในการศึกษาหรือวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่หรือปรากฏการณ์ต่างๆ บนพื้นผิวโลก โดยที่อุปกรณ์ตรวจรู้ระยะไกลนั้นมิได้สัมผัสกับ วัตถุ พื้นที่หรือปรากฏการณ์นั้นๆ เลย ซึ่งจะสามารถแยกการศึกษาออกได้เป็นสองทางกว้างๆ คือ

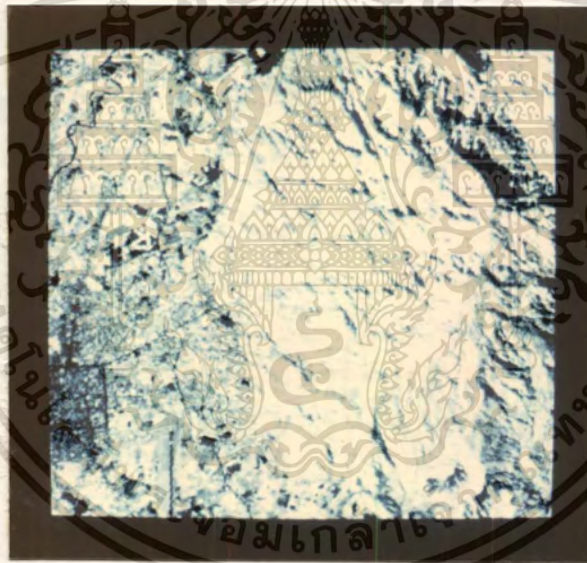
1. การศึกษาเกี่ยวกับระบบการรับและการเก็บข้อมูล (Data Acquisition) เช่น ระบบอุปกรณ์บันทึกข้อมูลซึ่งผลิตเป็นข้อมูลภาพหรือข้อมูลตัวเลข ลักษณะการแผ่พลังงานจากการสะท้อนคลื่นแสงสียาวของวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลกและชั้นบรรยากาศ เป็นต้น

2. ระบบการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลภาพและทำการตีความหมายภาพด้วยคอมพิวเตอร์ กรรมวิธีการเน็ภาพด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมกันอย่างแพร่หลายอาทิ การสำรวจแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ การพัฒนาที่ดิน เป็นต้น โดยการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ร่วมกับข้อมูลอื่นๆ เช่น แผนที่ภูมิประเทศ, แผนที่การใช้ที่ดิน, แผนที่ธรณีวิทยา, ปริมาณน้ำฝน, ข้อมูลการสำรวจภาคพื้นดิน เป็นต้น ซึ่งการพัฒนาภาพถ่ายดาวเทียมในลักษณะต่างๆ ดังกล่าวมาแล้วนั้น มักจะทำกันบนคอมพิวเตอร์แบบเวิร์กสเตชัน หรือ มินิคอมพิวเตอร์ที่มีราคาค่อนข้างสูง อีกทั้งการพัฒนาโปรแกรมใช้งานค่อนข้างยุ่งยาก เป็นผลให้เกิดการจำกัดการใช้งานข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในลักษณะการวิเคราะห์ข้อมูลภาพให้อยู่ในกลุ่มของหน่วยงานใหญ่ๆ ที่มีอุปกรณ์พร้อมเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงยังมีหน่วยงานอื่นอีกมากมาย ที่จำเป็นต้องใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อจะสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด อาทิ หน่วยงานป่าไม้ในระดับท้องถิ่น, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย, สำนักผังเมือง เป็นต้น ซึ่งหน่วยงานเหล่านี้มักจะมีเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์กันอยู่แล้ว ดังนั้นถ้าการพัฒนาโปรแกรมหรือขบวนการพิเศษในการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมขึ้นแสดงผลบนมอนิเตอร์ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ และสามารถใช้งานจริงได้ง่าย ก็จะทำให้หน่วยงานระดับเล็กสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามความต้องการของแต่ละหน่วยงาน

การแสดงผลภาพถ่ายดาวเทียมแบบภาพสีเท็จ (False color composite) บน
เอกสารไมโครคอมพิวเตอร์นั้น จัดเป็นส่วนหนึ่งของการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลขซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมุ่งอธิบายถึงการจัดการเชิงตัวเลขกับข้อมูลภาพจากระบบตรวจระยะไกล (Remote sensing digital image data) เป็นหลัก ในทางปฏิบัติข้อมูลภาพดังกล่าวมีลักษณะ เป็นข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral image) และได้มาจากระบบกวาดถ่ายภาพแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral scanner system) ที่ติดตั้งอยู่บนดาวเทียมสำรวจทรัพยากร Landsat ซึ่งจะส่งสัญญาณภาพให้แก่สถานีรับภาคพื้นดิน จากนั้นสัญญาณจะได้รับการแปลงเป็นข้อมูลตัวเลขแล้ว บันทึกลงบนเทปความหนาแน่นสูง เพื่อถ่ายทอดเป็นข้อมูลรูปถ่ายหรือข้อมูลเชิงตัวเลขในภายหลัง ลักษณะของข้อมูลภาพเชิงตัวเลขจะถูกเก็บเป็นแถวลำดับสองมิติ (Two dimension array) ซึ่งขนาดของแถวลำดับจะขึ้นกับขนาดของภาพถ่าย โดยแต่ละค่าของข้อมูลที่ถูกเก็บในแถวลำดับนั้นจะเป็นตัวแทนของค่าเฉลี่ยของความสว่าง (Brightness) ของแต่ละพื้นที่เล็กๆ ในภาพนั้นๆ ซึ่งเรียกว่าพิกเซล แสดงได้ดังรูป 1.1



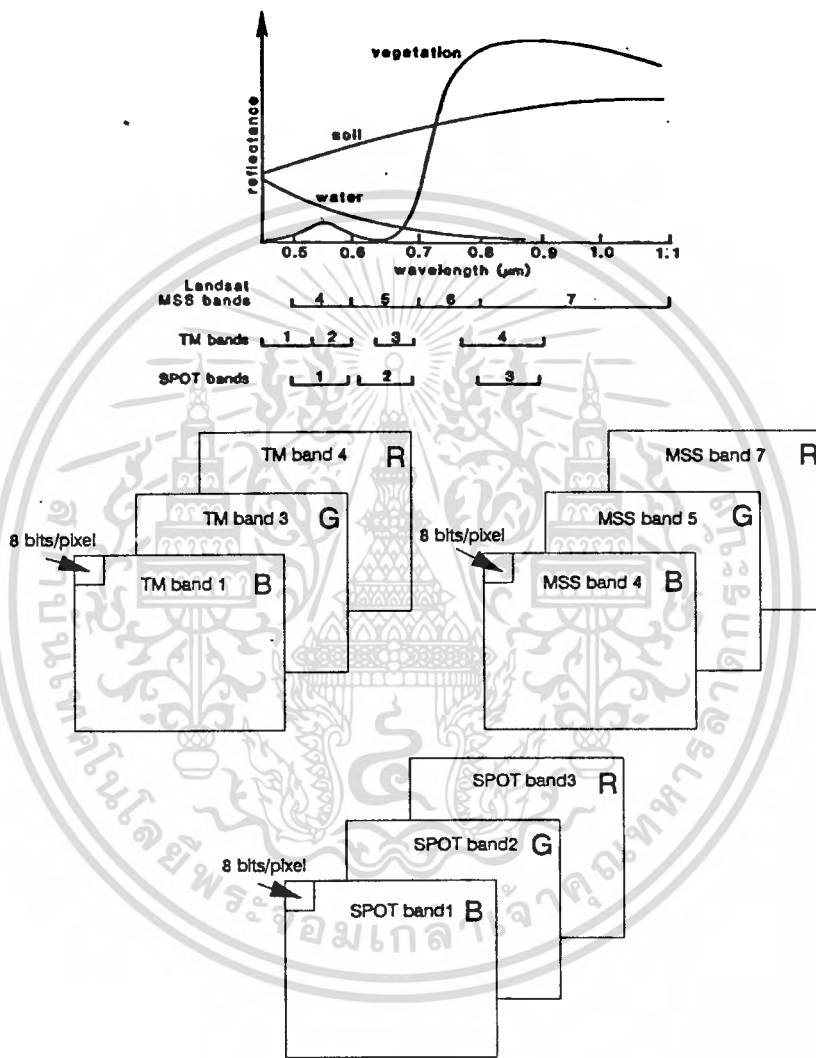
รูป 1.1 แสดงลักษณะของภาพที่ประกอบด้วยพิกเซลเป็นจำนวนมาก

การแทนภาพใดๆ ด้วยข้อมูลเชิงตัวเลขในลักษณะดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นอย่างมาก เพราะเราสามารถนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับข้อมูลภาพได้โดยตรงไม่ว่าจะเป็นการประมวลผลข้อมูลภาพหรือการวิเคราะห์ข้อมูลภาพด้วยเทคนิคต่างๆ มากมายทำให้เกิดความสะดวกในการคัดแปลงหรือแก้ไขข้อมูลในภายหลัง ข้อมูลภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วจะได้ภาพผลลัพธ์ที่มีลักษณะที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น (Enhanced image)

เช่นการจัดข้อมูลผิดพลาดในแบบต่างๆ การเพิ่มความเข้มแสง เป็นต้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผลสีเท็จ (False color image) นั่นก็คือ การสร้างภาพสีผสมแบบ RGB (RGB color composite) จากข้อมูลภาพสีสามชุดด้วยด้วยกันคือสีแดง, สีเขียวและสีน้ำเงิน โดยที่ข้อมูลสีแต่ละสีจะถูกเลือกมาจากข้อมูลภาพแบนด์ต่างๆ ของข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral image) ดังแสดงในรูป 1.2



รูป 1.2 แสดงการเลือกข้อมูลภาพแบนด์ต่างๆ ของข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น มาเป็นองค์ประกอบสีในการแสดงผลสีผสมแบบ RGB

จากรูปที่ 1.2 แสดงให้เห็นลักษณะข้อมูลภาพแบบหลายความยาวคลื่นที่เกิดจากคุณสมบัติในการสะท้อนคลื่นความร้อนในย่านความยาวคลื่นแตกต่างกันของทรัพยากรต่างๆ บนพื้นผิวโลก ซึ่งในการแสดงผลภาพถ่ายดาวเทียมมีลักษณะภาพสีเท็จใดๆ สิ่งสำคัญประการแรกก็คือการเลือกข้อมูลภาพที่มีการสะท้อนคลื่นความร้อนในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ ของข้อมูลในแต่ละระบบ มาเป็นองค์ประกอบสีในการแสดงผลสีผสมแบบ RGB อย่างไรก็ตามมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบข้อมูลสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เพื่อให้ได้ภาพสีผลลัพธ์ที่สามารถแสดงรายละเอียดของ
 ทรัพยากรต่างๆ บนพื้นผิวโลกได้อย่างครบถ้วน จึงทำการกำหนดให้องค์ประกอบสีแดงคือข้อมูลภาพ
 แบนด์ 7 ในระบบ MSS หรือข้อมูลภาพแบนด์ 4 ในระบบ IM หรือข้อมูลภาพแบนด์ 3 ในระบบ
 SPOT สำหรับองค์ประกอบสีเขียว กำหนดให้เห็นข้อมูลภาพแบนด์ 5 ในระบบ MSS หรือข้อมูลภาพ
 แบนด์ 2 ในระบบ IM หรือข้อมูลภาพแบนด์ 2 ในระบบ SPOT และสำหรับองค์ประกอบสีน้ำเงิน
 กำหนดให้เป็นข้อมูลภาพแบนด์ 4 ในระบบ MSS หรือข้อมูลภาพแบนด์ 1 ในระบบ IM หรือข้อมูล
 ภาพแบนด์ 1 ในระบบ SPOT เป็นต้น ซึ่งข้อมูลภาพในทุกๆ แบนด์ของทั้งสามระบบจะมีขนาดข้อมูล
 เท่ากับ 8 บิตต่อพิกเซล ฉะนั้นแต่ละพิกเซลของภาพสีผสมผลลัพธ์จะเกิดจากการรวมกันของข้อมูล
 สีทั้งสามชุดซึ่งมีขนาดข้อมูลชุดละ 8 บิตต่อพิกเซล ซึ่งจะมีความเป็นไปได้ทางสีถึง $2^{(8+8+8)}$ สี
 ต่อพิกเซลเลยทีเดียว ในขณะที่ระบบการแสดงผลของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีข้อจำกัดทาง
 หน่วยความจำซึ่งจะไม่สามารถทำการแสดงสีของภาพได้อย่างครบถ้วนตามความเป็นไปได้ทางสีนั้น
 จึงจำเป็นต้องอาศัยวิธีการประมวลผลอันหนึ่งเพื่อทำการลดทอนความละเอียดทางสีของภาพลงเพื่อ
 จะได้นำภาพสีนั้นขึ้นแสดงผลบนมอนิเตอร์ได้ แต่การลดทอนความละเอียดทางสีนั้นเป็นสิ่งที่ต้องพึง
 ระวังมาก เพราะมักจะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนทางสีของภาพได้โดยง่ายซึ่งในการวิเคราะห์ภาพ
 ถ่ายดาวเทียมแบบภาพสีเท็จนั้นถือว่าทุกสีในภาพมีความสำคัญเท่าเทียมกันหมด เพราะทุกสีสามารถ
 นิยามถึงรายละเอียดต่างๆบนพื้นผิวโลกทั้งสิ้น อัลกอริธึมแบบเก่าในการลดทอนข้อมูลภาพถ่ายดาว
 เทียมเพื่อนำขึ้นแสดงผลบนมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น มักจะคำนึงถึงขนาดของข้อมูลภาพ
 เป็นหลัก ซึ่งจะทำให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันของสีทั้งสามที่นำมาประกอบกัน เป็นภาพสีเป็นผลให้
 เกิดความผิดเพี้ยนทางสีขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะได้นำเสนอวิธีการประมวล
 ผลข้อมูลภาพอันหนึ่งที่จะทำการลดทอนความละเอียดทางสีลง โดยการสร้างบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยน
 (Threshold) สามมิติบนแกนสีทั้งสามที่สามารถเลื่อนไปยังตำแหน่งใดๆบนแกนสีก็ได้ บล็อกค่าขีด
 เริ่มเปลี่ยนนี้จะอยู่ ณ ตำแหน่งใดๆ ในฮิตโคแกรมสามมิติที่ขึ้นอยู่กับบริเวณที่มีความหนาแน่นของ
 พิกเซลเป็นสำคัญโดยไม่สนใจขนาดของข้อมูลเลข ซึ่งจะเป็นอัลกอริธึมที่ให้ความเป็นเชิงเส้นทางสี
 ของภาพได้อย่างดีที่สุด สำหรับรายละเอียดต่างๆ ในการประมวลผลนั้นจะได้นำเสนอต่อไปใน
 บทที่ 4

นอกจากนั้นในบทที่ 5 ยังนำเสนอเทคนิคในการลดขนาดข้อมูลภาพสีที่มีประสิทธิภาพอัน
 หนึ่งซึ่งมีหลักการเลียนแบบตามแนวความคิด (Concept) ของวิธีการ Pseudorandom noise หรือ
 Dither ที่ใช้เฉพาะในการประมวลผลภาพแบบโมโนโครม โดยอาศัยเทคนิคการประมวลผลภาพ
 ดังกล่าวจะทำให้ข้อมูลภาพผลลัพธ์สามารถถูกลดขนาดของข้อมูลภาพลงได้ถึง 8 เท่า ในขณะที่ยัง
 สามารถแสดงสีของภาพได้ด้วยควมรายละเอียดครบถ้วนในขั้นที่น่าพอใจ วิธีการนี้จะสามารถนำ

เอกสารไปประยุกต์ใช้ในการส่งข้อมูลภาพสีของภาพถ่ายดาวเทียมผ่านคู่สายโทรศัพท์ไปยังหน่วยงานระดับ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท้องถิ่นที่จำเป็นต้องใช้ประโยชน์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ลักษณะทางฮาร์ดแวร์ของระบบแสดงผลในระบบต่างๆ ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะถูกลำบากกว่าไว้ในบทที่ 3

อย่างไรก็ตามยังมีเทคนิคอื่นๆ อีกหลายวิธีที่น่าสนใจในการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลขสำหรับระบบตรวจรู้ระยะไกล ซึ่งแต่ละเทคนิคที่ได้กล่าวไว้จะถูกอธิบายในลักษณะของการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลขแบบสเปซเซิล (Spatial domain) เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ที่ต้องการนำเสนอเกี่ยวกับการประมวลผลทางภาพสีแก่ภาพสีใดๆ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการตีความทางสายตา จึงเป็นการเหมาะสมกว่าที่จะทำการประมวลผลข้อมูลภาพในแบบสเปซเซิล (Spatial domain) สำหรับการประมวลผลข้อมูลภาพในเชิงความถี่ (Frequency domain) ผู้อ่านจะสามารถค้นคว้าได้จากเอกสารอ้างอิงที่ได้ทำการแสดงไว้ [1]



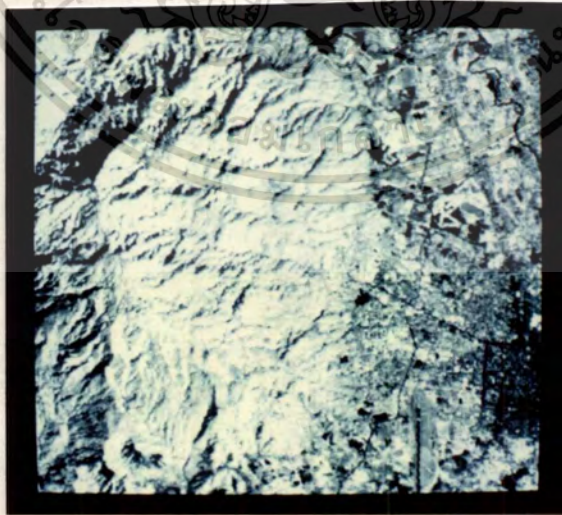
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

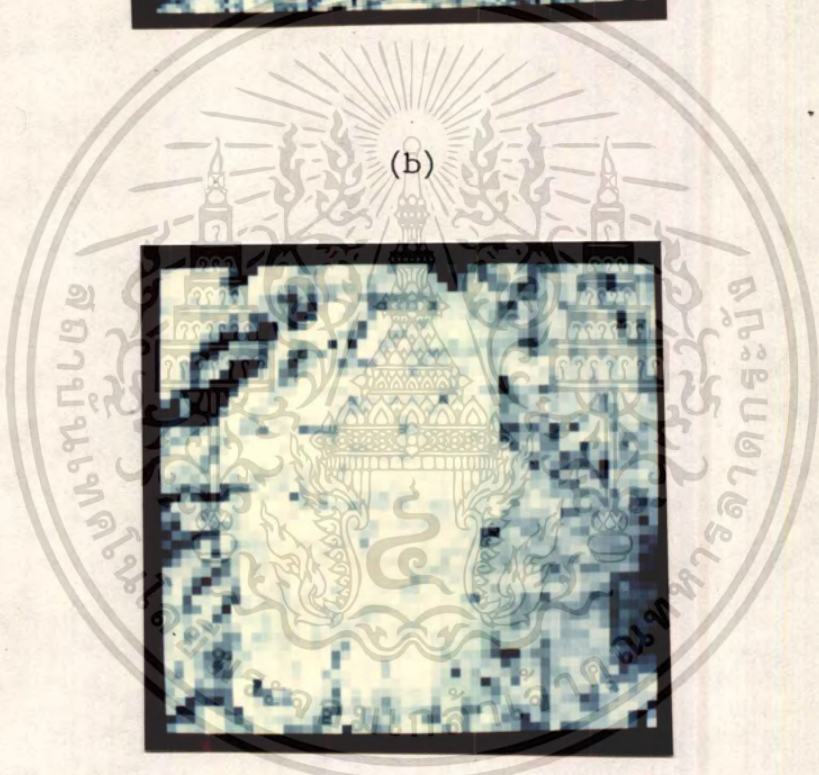
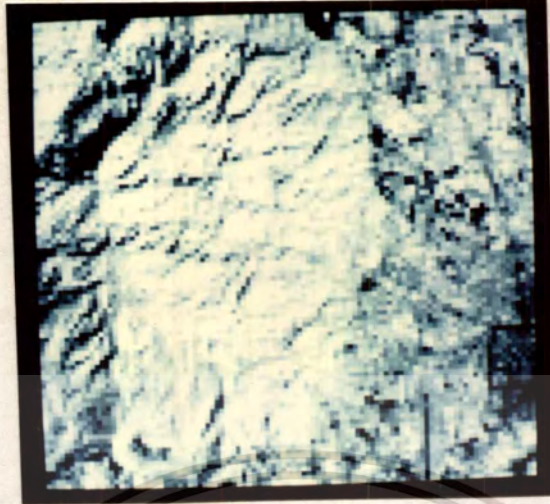
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลข

ในระบบตรวจรู้ระยะไกล

คุณสมบัติสำคัญของภาพเชิงตัวเลข(Digital image)นั้นจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบเล็กๆ ในภาพที่มีเป็นจำนวนมากเรียกว่าพิกเซล(Pixel) แต่ละพิกเซลมีข้อมูลเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง ที่ถูกใช้แทนค่าเฉลี่ยของความสว่าง (Radiance or Brightness) ของพื้นที่ที่ถูกแทนด้วยพิกเซลนั้นๆ เรียกว่าค่าระดับสีเทา (Gray level) ค่าระดับสีเทานี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการสะท้อนแสงสีขาว โดยที่พิกเซลใดมีค่าสะท้อนแสงสีขาวสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์จะแสดงให้เห็นเป็นสีขาวและพิกเซลใดมีค่าสะท้อนแสงสีขาวต่ำสุด 0 เปอร์เซ็นต์จะแสดงให้เห็นเป็นสีดำ ช่วงกว้าง(Dynamic range) ของค่าระดับสีเทาจะขึ้นอยู่กับขนาดของข้อมูลของแต่ละพิกเซลนั่นคือถ้าพิกเซลมีข้อมูลขนาด 8 บิตจะทำให้ค่าระดับสีเทามีค่าแปรเปลี่ยนตั้งแต่ 0 ถึง 255 ระดับ นอกจากนี้ขนาดของพิกเซลยังมีผลเป็นอย่างมากต่อรายละเอียดของภาพด้วยดังรูปที่ 2.1 จะเห็นว่าภาพของพื้นที่บริเวณเดียวกันแต่จะถูกแปลงให้เป็นข้อมูลภาพเชิงตัวเลขด้วยขนาดของพิกเซลไม่เท่ากัน ภาพที่ใช้ขนาดของพิกเซลเล็กกว่าจะแสดงรายละเอียดของวัตถุต่างๆบนพื้นที่จริงได้เด่นชัดกว่า



(a)



(c)

รูปที่ 2.1 แสดงภาพพื้นที่เดียวกันแต่ใช้พิกเซลขนาดไม่เท่ากัน

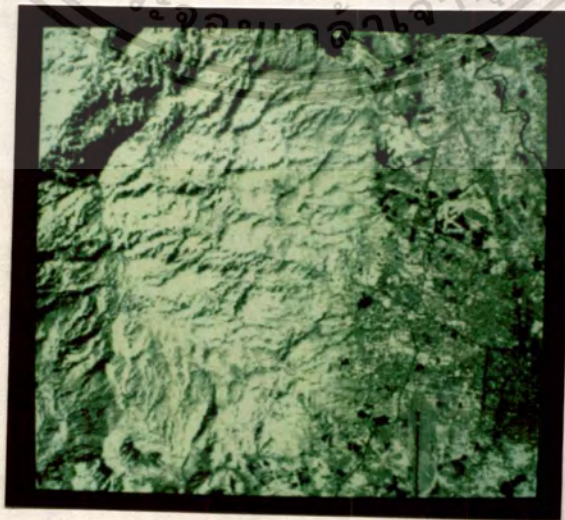
(a) ขนาด 1*1 (b) ขนาด 4*4 (c) ขนาด 8*8

ดังนั้นในการแสดงภาพมอนิเตอร์แบบความละเอียดสูงนั้นขนาดของพิกเซลของมอนิเตอร์จะต้องมีขนาดเล็กมากๆด้วย ซึ่งเมื่อมองด้วยตาจะไม่สามารถมองพิกเซลใดๆเด่นชัดขึ้นมาเพียงพิกเซลเดียวใดๆได้ เป็นผลให้ภาพที่ถูกแสดงมีลักษณะที่มึนทึบหรือไม่ปรากฏขอบของรายละเอียดในภาพเลย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

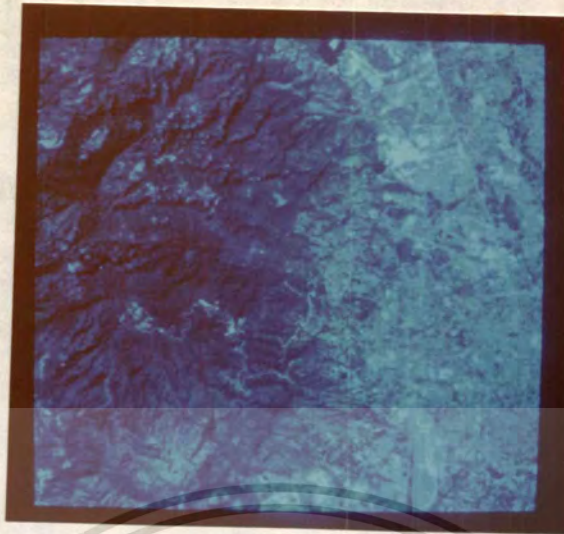
โดยปกติแล้วภาพจากระบบตรวจรู้ระยะไกล(Remote sensing) จะเป็นภาพแบบหลายช่วงความถี่ (Multispectral image) นั่นคือภาพจากพื้นที่จริงบริเวณเดียวกันจะถูกถ่ายเป็นข้อมูลภาพเชิงตัวเลขหลายชุด ซึ่งแต่ละชุดได้มาจากสัญญาณภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสงสีขาวยุในย่านสเปกตรัมความถี่แตกต่างกันไป ตัวอย่างของภาพแบบหลายช่วงคลื่นที่อยู่ในย่านที่มองเห็นได้ (Visible Band) และย่านอินฟราเรดใกล้ (Near infrared band) ของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรLandsat ในระบบกวาดถ่ายภาพหลายช่วงคลื่น(Multispectral scanner system :MSS) แสดงได้ดังในรูป 2.2 ซึ่งจะเห็นว่าข้อมูลภาพแต่ละภาพแสดงพื้นที่จริงบริเวณเดียวกันแต่มีข้อมูลระดับสีเทาไม่เท่ากัน เพราะภาพแต่ละภาพนั้นเกิดจากการสะท้อนแสงสีขาวยุในย่านสเปกตรัมความถี่ต่างกัน



(a)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ(บ)ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(c)
รูป 2.2 แสดงภาพแบบหลายช่วงคลื่นในระบบ TM
ของดาวเทียม LANDSAT

จากรูป 2.2 ภาพ (a) คือข้อมูลภาพใน Band 4 ซึ่งจะสะท้อนแสงสีเขียวในย่าน 0.76-0.90 ไมโครเมตร ภาพ (b) คือข้อมูลภาพใน Band 3 ซึ่งจะสะท้อนแสงสีเขียวในย่าน 0.63-0.69 ไมโครเมตร และภาพ(c) คือภาพจากข้อมูลภาพในBand 1 ซึ่งจะสะท้อนแสงสีเขียวในย่าน 0.45-0.52 ไมโครเมตรและมีความละเอียดของพิกเซลเท่ากับ 30 เมตร X 30 เมตร

การประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลข(Digital image processing) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเชิงตัวเลขกับข้อมูลภาพเชิงตัวเลข สามารถแบ่งออกเป็นสามส่วนใหญ่ๆ คือ

- 1.กรรมวิธีการเตรียมการก่อนการประมวลผล(Preprocessing)
- 2.กรรมวิธีการเน้นภาพ (Image enhancement)
- 3.กรรมวิธีวิเคราะห์เพื่อจำแนกประเภท (Image classification)

กรรมวิธีการเตรียมการก่อนการประมวลผล (Preprocessing) คือการเตรียมการก่อนที่จะทำการประมวลผลข้อมูลซึ่งเป็นการจัดการกับข้อมูลดิบ (Raw data) อาทิ การปรับเทียบเรดิโอเมตริกซ์ของภาพ, การแก้ไขความผิดเพี้ยนทางเรขาคณิตของภาพและการขจัดสัญญาณรบกวน ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าแท้จริงแล้วกรรมวิธีการเตรียมการก่อนการประมวลผลก็คือวิธีการต่างๆ ที่จะขจัดคุณค่าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของภาพที่ไม่ถูกต้องหรือข้อผิดพลาดอันเกิดจากระบบกวาดถ่ายภาพนั่นเอง จากนั้นข้อมูลภาพที่ได้รับการแก้ไขแล้ว จะถูกนำไปสู่ขั้นตอนกรรมวิธี เน้นภาพและขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อจำแนกประเภทของภาพต่อไป

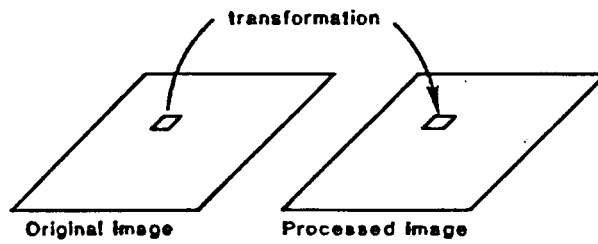
กรรมวิธีการเน้นภาพ(Image Enhancement) คือขั้นตอนการเน้นหรือปรับปรุงคุณภาพของภาพที่จะทำการแสดงผลให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่จะใช้ประโยชน์จากภาพนั้นๆ โดยส่วนใหญ่ขั้นตอนการเน้นภาพนั้นจะทำให้การตีความหมายทางสายตา (Visual interpretation) ง่ายขึ้นหรือมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเน้นภาพนั้นมีหลายวิธี เช่น การปรับปรุงอัตราความแตกต่างของค่าระดับสีเทาในภาพ(Contrast enhancement) เป็นการปรับปรุงภาพให้มีคอนทราสต์มากขึ้นซึ่งจะเป็นผลให้ภาพที่ได้มีรายละเอียดเด่นชัดมากขึ้น หรือการเน้นภาพโดยการกำหนดสีให้แก่ภาพ(Color enhancement) ซึ่งจะทำกับข้อมูลภาพสีเพื่อให้ภาพสีที่ได้มีความแตกต่างทางสีปรากฏเด่นชัดขึ้นช่วยให้ง่ายต่อการตีความหมายทางสายตา

กรรมวิธีวิเคราะห์เพื่อแยกประเภท (Image classification) เป็นขั้นตอนที่ทำการจำแนกประเภทให้แก่ข้อมูลภาพ หรือทำการแยกแยะพิกเซลต่างๆในภาพออกเป็นหลายๆ ระดับ (Class) ซึ่งแต่ละระดับ (Class) นั้นจะถูกตีความหมายให้เป็นวัตถุใดๆ ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของภาพซึ่งผู้ใช้จะเป็นคนกำหนด ขั้นตอนนี้จำเป็นที่ผู้ใช้จะต้องตอบโต้ (Interact) กับกระบวนการประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการตัดสินใจในการจำแนกระดับ(Class) ของข้อมูลภาพ

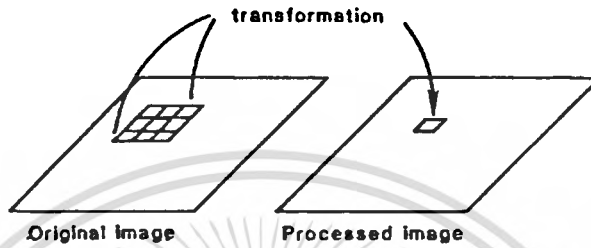
นอกจากนี้เทคนิคการแปลงข้อมูลของการประมวลผลข้อมูลภาพที่ถูกใช้ในขั้นตอนต่างๆ เช่น การเตรียมข้อมูลก่อนการประมวลผล การเน้นภาพและการวิเคราะห์เพื่อจำแนกประเภทข้อมูลดังกล่าวมาแล้ว ยังถูกแบ่งออกได้ตามลักษณะของการกระทำต่อข้อมูลภาพได้เป็นสองวิธี ดังแสดงในรูป 2.3 คือ

1. Point processing เป็นการประมวลผลข้อมูลแบบง่ายๆ ซึ่งจะทำให้การแปลงข้อมูลภาพในลักษณะพิกเซลต่อพิกเซล โดยจะเกี่ยวข้องกับข้อมูลค่าระดับสีเทาของพิกเซลที่กำลังสนใจอยู่เท่านั้น เทคนิคในการประมวลผลข้อมูลภาพที่ใช้ในการแปลงข้อมูลในลักษณะนี้คือ contrast enhancement, multispectral ratio เป็นต้น

2. Neighbourhood processing เป็นการประมวลผลข้อมูลอีกลักษณะหนึ่งที่มีวิธีการแปลงข้อมูลของแต่ละพิกเซลจะคำนึงถึงค่าระดับสีเทาของพิกเซลอื่นที่ล้อมรอบพิกเซลที่เรากำลังสนใจนี้ด้วย เทคนิคการประมวลผลข้อมูลภาพที่ใช้ในการแปลงข้อมูลในลักษณะเช่นนี้ ได้แก่ การเน้นขอบของภาพ(Edge enhancement), การคาดคะเนข้อมูล(Interpolation) เป็นต้น



(a) PIXEL TRANSFORMATION



(b) NEIGHBORHOOD TRANSFORMATION

รูป 2.3 แสดงลักษณะการแปลงข้อมูลภาพทั้งสองวิธี

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าการใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลขนั้นให้ความยืดหยุ่นในการทำงานได้เป็นอย่างมาก เพราะผู้ใช้จะสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลอย่างไรก็ได้เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยอาศัยเทคนิคต่างๆ ในการประมวลผลข้อมูลภาพ ซึ่งเทคนิคที่ถูกใช้มากในการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลขจากระบบตรรกะรู้ระบบะโกล ได้แก่

1. การจัดการปรับความแตกต่างของค่าระดับสีเทา(Contrast manipulation)
2. การกรองข้อมูลภาพเชิงสเปเชียล (Spatial filtering)
3. การกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise Suppression)
4. การอ้างอิงตำแหน่งของภาพ (Spatial registration)
5. การแก้ไขเชิงเรขาคณิต (Geometrical correction)
6. การประมวลผลทางสี (Color processing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การจัดการปรับความแตกต่างของค่าระดับสีเทา

Contrast manipulation

จัดเป็นกระบวนการอันหนึ่งที่มีลักษณะการประมวลผลข้อมูลทีกระทำต่อข้อมูลในพิทเซลโดยตรง โดยที่แต่ละพิทเซลของข้อมูลภาพเดิม(Original image) จะถูกนำมาผ่านการแปลงข้อมูลที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกแยะความแตกต่างของข้อมูลในภาพโดยสายคาให้มากขึ้น ซึ่งมักจะใช้กับข้อมูลภาพที่มีความแตกต่างของค่าระดับสีเทาน้อยๆ และค่าระดับสีเทาส่วนใหญ่มีค่าน้อยเรียกว่าภาพมีคอนทราสต์ต่ำ การปรับความแตกต่างของค่าระดับสีเทาของภาพนั้นสามารถกระทำได้หลายลักษณะด้วยกัน ซึ่งการจะเลือกใช้วิธีใดนั้นต้องคำนึงถึงลักษณะของภาพด้วย เพราะบางครั้งการแปลงข้อมูลภาพไปแล้วอาจจะไม่เกิดผลดีอะไรหรืออาจทำให้ข้อมูลภาพบางส่วนผิดเพี้ยนไปจากเดิมในแง่ที่อาจทำให้การตีความหมายของภาพผิดพลาดได้ ฉะนั้นการแปลงข้อมูลภาพเพื่อทำการจัดระดับความเข้มของภาพจะต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้กระทำเป็นอย่างมาก ที่จะใช้วิธีการต่างๆ มากระทำต่อข้อมูลภาพซึ่งมักจะประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังต่อไปนี้

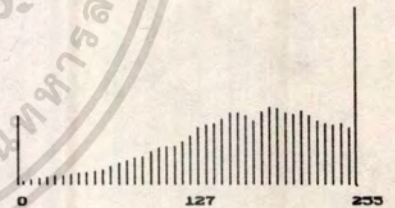
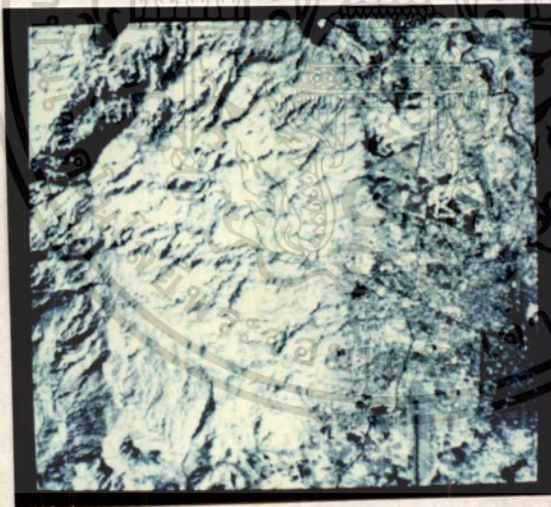
2.1.1 การทำฮิสโตแกรม

Gray level histogram

ฮิสโตแกรมจะแสดงถึงลักษณะการกระจายทางสถิติของค่าระดับสีเทาของภาพใดๆ ซึ่งจัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากอันหนึ่งในการที่จะจัดระดับความเข้มของภาพเพราะฮิสโตแกรมได้มาจากการนำค่าระดับสีเทาของทุกๆพิทเซลในภาพมาสร้างเป็นแผนภูมิที่จะบอกให้รู้ว่า ค่าระดับสีเทาของภาพที่เราจะสนใจอยู่มีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงไร และภาพมีแนวโน้มมีคอนทราสต์สูงหรือสว่าง ซึ่งจะช่วยให้รู้ถึงลักษณะของภาพและนำมาเป็นส่วนประกอบที่จะเลือกวิธีการใดๆ เข้ามาใช้แปลงข้อมูลได้อย่างเหมาะสม รูป 2.4(a) จะแสดงให้เห็นฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพแบนด์ 7 ในระบบ MSS จากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร LANDSAT ซึ่งเป็นตัวอย่างของภาพที่มีคอนทราสต์ต่ำ ในขณะที่รูป 2.4(b) จะแสดงให้เห็นตัวอย่างภาพที่มีคอนทราสต์สูงซึ่งเป็นภาพจากแบนด์ 4 ในระบบ TM ของ LANDSAT เช่นเดียวกัน



(a)



(b)

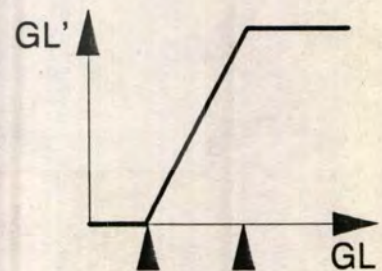
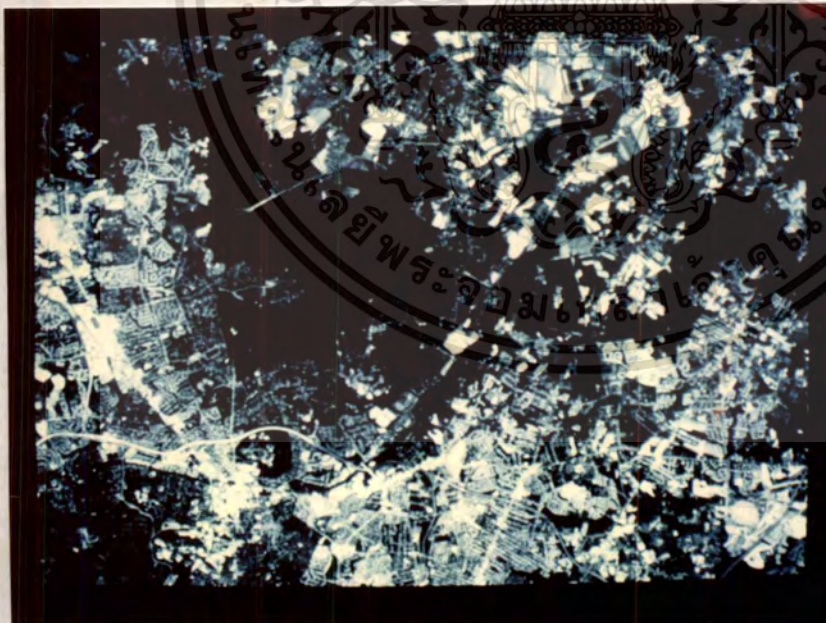
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะภาพและฮิสโตแกรมข้อมูลจาก
(a) ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT แบนด์ 7 ระบบ MSS
(b) ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT แบนด์ 4 ระบบ TM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การเห็นภาพโดยปรับปรุงอัตราความแตกต่างของค่าระดับสีเทาในภาพ

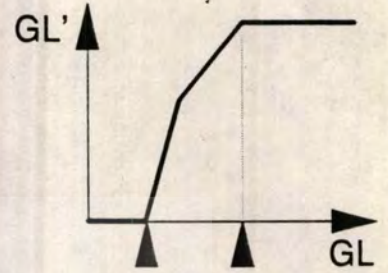
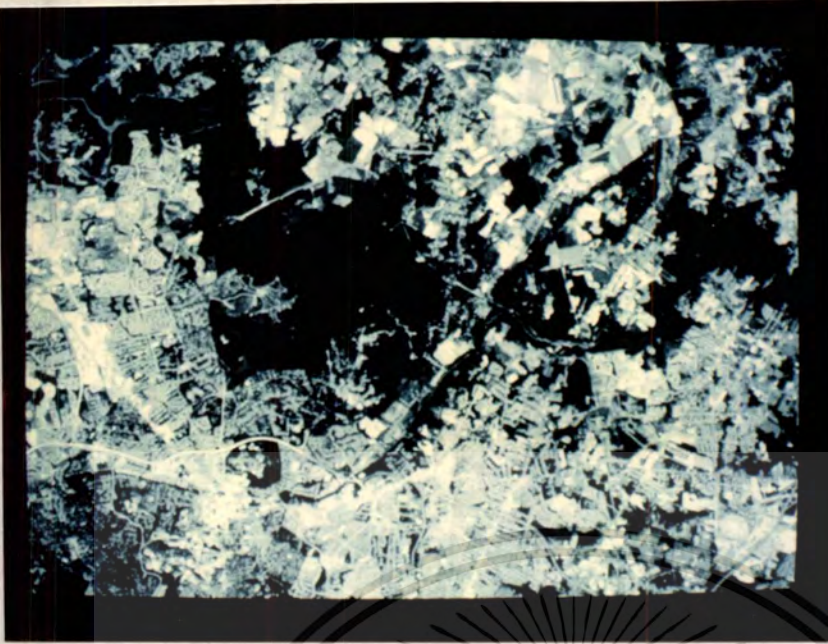
Contrast enhancement

เป็นการเพิ่มความแตกต่างของค่าระดับสีเทาของแต่ละพิกเซลให้มากขึ้นโดยทำการแปลงข้อมูลชุดเดิมด้วยวิธีการหนึ่ง เพื่อให้ได้ภาพใหม่ที่มีความแตกต่างของรายละเอียดในภาพให้ปรากฏเด่นชัดขึ้น ในการประมวลผลข้อมูลในกรณีนี้มีลักษณะ เป็นการแปลงข้อมูลภาพแบบพิกเซลต่อพิกเซล ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยให้การตีความทางสายตามีประสิทธิภาพมากขึ้น การเพิ่มระดับความเข้มของภาพนี้จัดเป็นจำพวกใหญ่ๆได้สองจำพวกตามลักษณะของการแปลงข้อมูลภาพคือ การแปลงข้อมูลแบบเชิงเส้น (Linear transformation) และการแปลงข้อมูลแบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear transformation) ซึ่งแนวความคิดของทั้งสองแบบนี้ก็ล้วนแต่ต้องการขยายช่วงกว้างของค่าระดับสีเทา(Dynamic Range) ระหว่างค่าต่ำสุดกับค่าสูงสุดของฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพชุดเดิมเหมือนกัน ซึ่งการขยายช่วงกว้างของค่าระดับสีเทานี้จะทำให้กว้างขึ้นมาน้อยเพียงไรก็ได้ แต่ในกรณีที่ต้องการภาพที่มีคอนทราสต์สูงๆนั้น เราอาจจะเพิ่มช่วงกว้างของค่าระดับสีเทาให้กว้างที่สุดเท่าที่ฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์แสดงผลจะรับได้ก็ได้ ลักษณะของภาพที่ได้ผ่านการขยายคอนทราสต์ทั้งสองวิธีแสดงได้ดังรูป 2.5



(a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(b)

รูปที่ 2.5 แสดงการขยายคอนทราสต์ด้วยวิธีการแปลง
ข้อมูลแบบเชิงเส้น(a) และแบบไม่เชิงเส้น(b)

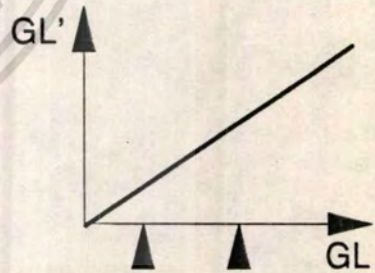
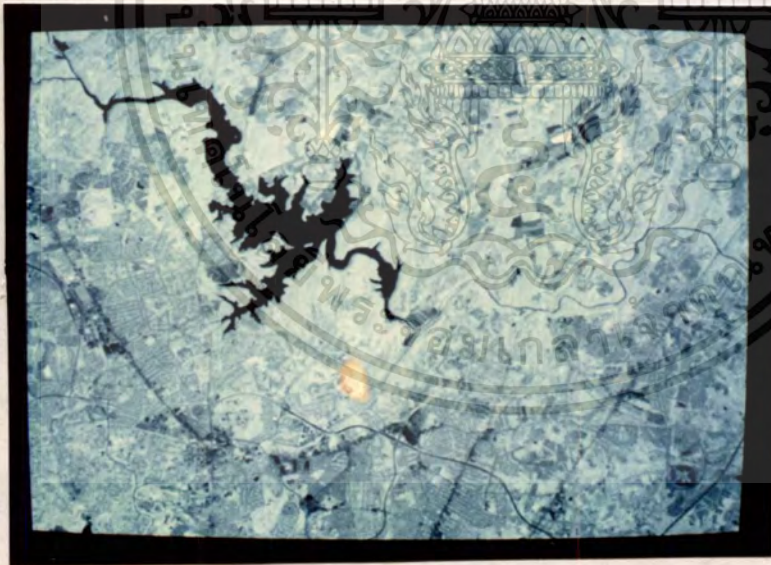
การขยายคอนทราสต์ของภาพโดยวิธีแบบเชิงเส้นและไม่เชิงเส้นนั้นต่างกันที่
ลักษณะการแปลงข้อมูลภาพ การแปลงข้อมูลภาพแบบเป็นเชิงเส้นนั้นค่าระดับสีเทาของทุกๆพิกเซล
จะถูกแปลงโดยพารามิเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งเหมือนกันหมดทั้งภาพซึ่งเป็นการยืดช่วงของค่าระดับสีเทา
บนฮิสโตแกรมธรรมดาๆ นั่นเองเรียกว่า Contrast stretch แต่สำหรับบางภาพที่ฮิสโตแกรม
ของข้อมูลภาพมีรูปร่างที่ไม่สมมาตรกันตลอดควรจะใช้วิธีการขยายคอนทราสต์แบบไม่เชิงเส้นจะทำ
ให้ภาพผลลัพธ์มีคุณภาพดีกว่า ซึ่งการขยายคอนทราสต์แบบนี้ค่าระดับสีเทาของทุกๆ พิกเซลในภาพ
จะถูกแปลงโดยพารามิเตอร์มากกว่าหนึ่งตัวขึ้นไป การที่จะเลือกวิธีการใดในการเห็นภาพเพื่อปรับ
อัตราความแตกต่างของค่าระดับสีเทาของพิกเซลในภาพ จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับลักษณะ
ภาพซึ่งพิจารณาได้จากฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพนั้นๆ

2.1.3 การตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยน

Thresholding

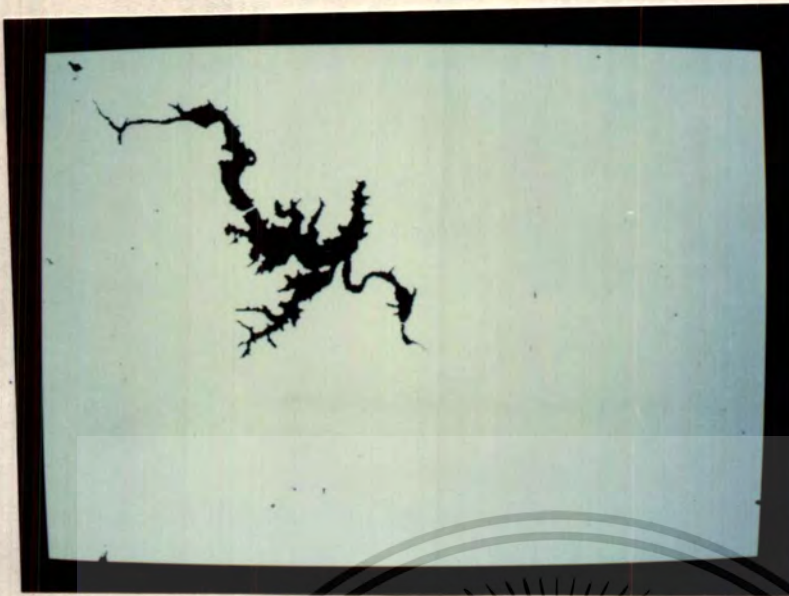
เอกสารนี้เป็น เป็นวิธีการที่เกี่ยวข้องกับค่าระดับสีเทาของข้อมูลภาพในฮิสโตแกรมโดยตรงและไม่มีวัตถุประสงค์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสงค์เพื่อทำการเพิ่มคอนทราสต์ของภาพโดยตรง ปกติแล้วข้อมูลภาพใดๆ จะประกอบไปด้วย รายละเอียดของภาพมากมาย ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถเข้าไปทำการประมวลผลกับบางบริเวณในภาพที่เราสนใจได้โดยง่าย เพราะสำหรับภาพที่ประกอบด้วยรายละเอียดมากๆ การตีความหมายทางสายตาว่าส่วนใดของภาพเป็นส่วนที่เราสนใจเป็นพิเศษนั้นมักจะผิดพลาดได้ ฉะนั้นการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนจึงเป็นวิธีการที่มีบทบาทมากในกรณีนี้ อาทิ การเพิ่มหรือขยายคอนทราสต์ในเฉพาะบางบริเวณ, การกำจัดสัญญาณรบกวน, การค้นหาวัตถุเป้าหมายในภาพ เป็นต้น การตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนให้แก่ข้อมูลภาพใดๆ นั้นผู้ใช้สามารถกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold) เป็นที่ระดับก็ได้แต่ต้องไม่เกินค่าระดับสีเทาของข้อมูลภาพซึ่งอาจจะต้องอาศัยการประมาณโดยสายตาว่าข้อมูลในภาพที่เราต้องการจะแยกออกมาโดยการที่ใช้ขีดเริ่มเปลี่ยนนั้น ควรจะมีค่าระดับสีเทาอยู่ในช่วงใดของฮิสโตแกรมจากนั้นจึงนำค่าระดับสีเทาดังกล่าวมากำหนดให้เป็นค่าขีดเริ่มเปลี่ยน การตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่ง่ายที่สุดก็คือ การตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเพื่อแบ่งข้อมูลเป็นสองระดับหรือสีขาวกับสีดำ ซึ่งเรียกว่า Binary thresholding ซึ่งภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเพื่อให้เป็นภาพแบบสองระดับจะแสดงได้ดังรูป 2.6

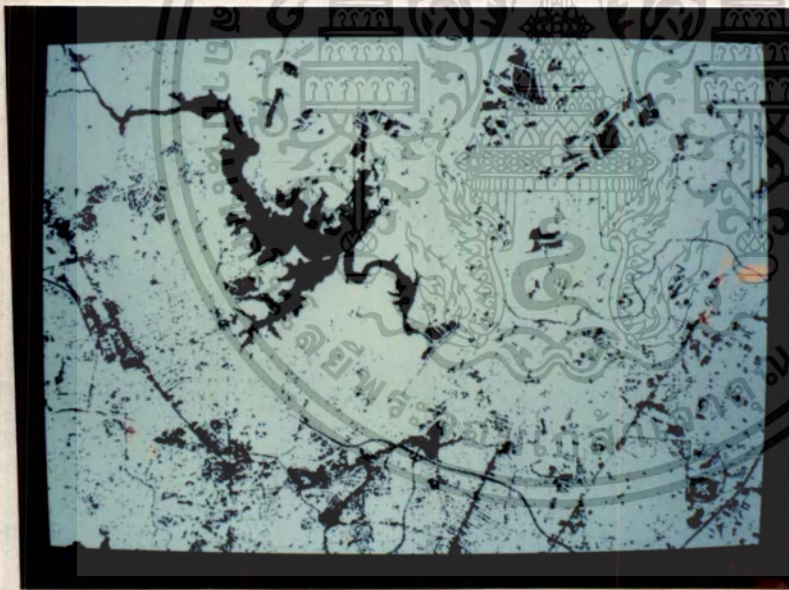


(a) ภาพต้นฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(b) Threshold = 40



(c) Threshold = 95

รูป 2.6 แสดงภาพที่ได้จากการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยน
เพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์แบบสองระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพผลลัพธ์จากการนำข้อมูลภาพมาผ่านกระบวนการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเพื่อให้ได้ภาพ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์แบบสองระดับดังแสดงในรูป 2.6 ส่วนหนึ่งของภาพที่มีสีค่าเกิดจากพิกเซลที่ตำแหน่งนั้นมีค่าระดับสีเทาต่ำกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่กำหนด สำหรับส่วนอื่นของภาพที่พิกเซลนั้นๆ มีค่าระดับสีเทาส่งกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยนจะถูกกำหนดให้เป็นสีขาว นอกจากนี้ที่ได้กล่าวมาแล้วการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนแบบนี้ยังถูกใช้มากในการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ (Segmentation) เพื่อนำข้อมูลไปเข้ารหัส โดยข้อมูลภาพที่มีค่าระดับสีเทาใกล้เคียงกันจะถูกถือว่าพบวัตถุในภาพชนิดเดียวกัน และจะถูกจัดเป็นส่วนหนึ่งของภาพที่มีรหัสเดียวกันดังตัวอย่างในรูป 2.6 จะสังเกตเห็นว่าวิธีการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนนี้จะสามารถแบ่งแยกพื้นที่ส่วนที่เป็นพื้นดิน (Land) และส่วนที่เป็นพื้นน้ำ (water) ออกอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งในระบบตรวจรู้ระยะไกลนั้นจะนำไปใช้ในการแยกแยะลักษณะภูมิประเทศได้

2.2 การกรองข้อมูลภาพเชิงสเปเชียล

Spatial filtering

ถ้าเราทำการแปลงข้อมูลภาพเชิงสเปเชียลให้เป็นข้อมูลภาพเชิงความถี่แล้วจะพบว่าข้อมูลภาพของพิกเซลในแต่ละเส้นสแกนก็คือสัญญาณที่มีความถี่ต่างๆ มากมายมารวมกันอยู่ โดยที่บริเวณใดๆ ของภาพที่กลุ่มของพิกเซลมีค่าระดับสีเทาเปลี่ยนแปลงไปจากของพิกเซลข้างเคียงอย่างมากจะถือว่าเป็นข้อมูลภาพประเภทความถี่สูงซึ่งถ้าสังเกตจากภาพถ่ายดาวเทียมใดๆ จะสามารถยกตัวอย่างบริเวณของภาพที่เป็นข้อมูลความถี่สูงคือตรงบริเวณที่ตัดกันระหว่างบริเวณพื้นดินกับแหล่งน้ำซึ่งเป็นบริเวณที่ค่าระดับสีเทาของแต่ละพิกเซลที่อยู่ใกล้กันมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงมาก ในทำนองเดียวกัน ข้อมูลภาพที่มีความถี่ต่ำก็คือบริเวณในภาพที่พิกเซลมีค่าระดับสีเทาใกล้เคียงกันหรือมีอัตราการเปลี่ยนแปลงน้อย ผลของภาพที่มีข้อมูลภาพความถี่ต่ำเป็นส่วนใหญ่มักจะเห็นภาพที่มีลักษณะค่อนข้างนุ่มนวล แต่ถ้ามีข้อมูลภาพความถี่ต่ำมากเกินไปก็อาจจะเห็นผลเสียได้คือจะทำให้ภาพมัว (blur) ซึ่งจะทำให้ยากต่อการแยกแยะรายละเอียดในภาพ หลังจากที่ทำกรประมวลผลข้อมูลภาพเพื่อทำการกรองข้อมูลภาพแล้ว ค่าระดับสีเทาของบางพิกเซลในภาพจะถูกเปลี่ยนค่าไปเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์เป็นไปในทิศทางที่จะทำการวิเคราะห์ภาพนั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การกรองข้อมูลภาพที่มีลักษณะการแปลงข้อมูลแบบ Neighborhood เพราะในการพิจารณาว่าข้อมูลภาพใดๆ เป็นข้อมูลภาพแบบความถี่สูงหรือความถี่ต่ำนั้นจะต้องทำการพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าระดับสีเทาของพิกเซลข้างเคียงด้วย ตัวกรองความถี่ในการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลขแบ่งออกได้เป็นสามประเภทตามลักษณะการทำงานได้แก่ ตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน, ตัวกรองความถี่สูงผ่านและตัวกรองความถี่แถบผ่าน สำหรับตัวกรองความถี่แถบผ่านนั้นถูกใช้มากในการกำจัดข้อมูลภาพที่เป็นสัญญาณรบกวนแบบมีช่วงเวลา (Periodic noise)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การกำจัดสัญญาณรบกวน

Noise suppression

สัญญาณรบกวนก็คือความผิดพลาดของค่าระดับสีเทาของแต่ละพิกเซลภายในภาพซึ่งเป็นผลให้ภาพที่ทำการแสดงผลมีคุณภาพต่ำ การกำจัดสัญญาณรบกวนสามารถทำได้โดยการแก้ไขข้อมูลภาพที่ผิดพลาดไปให้ถูกต้องเพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพที่ดีที่สุด ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธีแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะและคุณสมบัติของสัญญาณรบกวนนั้นๆ โดยก่อนอื่นเราจะต้องวิเคราะห์ก่อนว่าสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นนั้นมีลักษณะ เป็นอย่างไร เพื่อที่จะทำการเลือกเทคนิคในการประมวลผลข้อมูลชนิดที่สามารถกำจัดสัญญาณรบกวนนั้นๆ ได้ ซึ่งบางครั้งในภาพที่เราเตรียมที่จะทำการวิเคราะห์อาจปรากฏสัญญาณรบกวนมากกว่าหนึ่งชนิดก็ได้จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคในการประมวลผลข้อมูลเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนมากกว่าหนึ่งแบบมาใช้ร่วมกัน ดังนั้นสิ่งที่สำคัญก็คือผู้ใช้จะต้องสามารถแยกแยะลักษณะของสัญญาณรบกวนแบบต่างๆให้ได้ ซึ่งมีดังต่อไปนี้

2.3.1 Random noise

เป็นลักษณะความผิดพลาดของข้อมูลค่าระดับสีเทาของแต่ละพิกเซลในภาพโดยที่ค่าระดับสีเทาของพิกเซลจะมีค่าผิดไปจากค่าที่ควรจะเป็น ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของค่าระดับสีเทาระหว่างพิกเซลใดๆ ที่ติดกันแปรไปแบบกรรมวิธีทางสถิติ สัญญาณรบกวนแบบนี้มีสาเหตุมาจากสภาพชั้นบรรยากาศขณะทำการถ่ายภาพโดยอุปกรณ์ตรวจจับระยะไกลหรืออุปกรณ์ถ่ายภาพอื่นๆ สัญญาณรบกวนนี้อาจถูกกำจัดไปได้โดยการนำข้อมูลภาพหลายๆชุดที่ถูกถ่ายพร้อมๆ กันมาทำการหาค่าเฉลี่ยของค่าระดับสีเทาให้แก่แต่ละพิกเซลที่ตรงกันใหม่

2.3.2 Isolated noise

เป็นลักษณะความผิดพลาดของข้อมูลค่าระดับสีเทาของพิกเซลใดๆภายในภาพซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการรับส่งผ่านของข้อมูลหรือการเกิด Saturation ของอุปกรณ์ตรวจจับ (detector) นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากความผิดพลาดของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใดๆ ในระบบถ่ายภาพซึ่งความผิดพลาดดังกล่าวอาจเกิดขึ้นในลักษณะชั่วคราวชั่วคราวเท่านั้น เป็นผลให้ค่าระดับสีเทาของพิกเซลผิดพลาดไปซึ่งอาจจะ เป็นค่าต่ำสุด(ศูนย์)หรือค่าสูงสุดก็ได้ บางครั้งการสูญเสียข้อมูลดังกล่าวอาจเกิดขึ้นกับทุกๆ พิกเซลในเส้นสแกนหนึ่งๆ ก็มี ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยวิธีเฉลี่ยค่าระดับสีเทากับพิกเซลข้างเคียงหรือทำการกักคละเนข้อมูล(Interpolation) ระหว่างพิกเซลข้างเคียงอื่นๆ ซึ่งในวิธี
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าวนี้ เราจะต้องวิเคราะห์ให้แน่ใจว่าค่าระดับสีเทาข้างเคียงต้องเป็นค่าที่ถูกต้องด้วยจึงจะได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

2.3.3 Stationary periodic noise

เป็นลักษณะความผิดพลาดของค่าระดับสีเทาของทุกพิกเซลในภาพที่มีรูปแบบซ้ำๆ กัน เป็นช่วงเวลาที่แน่นอน ซึ่งหากสังเกตด้วยสายตาก็เห็นว่าภายในภาพที่แสดงผลจะ เหมือนมีภาพอีกชุดหนึ่งซ้อนอยู่โดยมีลักษณะของรายละเอียดในภาพเป็นรูปแบบที่แน่นอน และ เกิดขึ้นด้วยคาบเวลาที่แน่นอน ความผิดพลาดในลักษณะนี้เกิดจากมีสัญญาณรบกวนใดๆ มารบกวนอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพและรับส่งข้อมูลภาพนั้นๆ ในตอนที่อุปกรณ์นั้นๆ กำลังทำงานอยู่ สามารถแก้ไขได้โดยทำการแปลงข้อมูลภาพนั้นๆ ให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงความถี่(frequency domain) แล้วทำการลดทอนแอมพลิจูดของความถี่นั้นๆ ที่เราแน่ใจว่าเป็นช่วงของ Stationary periodic noise ให้เป็นศูนย์ ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงข้อมูลกลับก็จะ เป็นภาพที่ถูกกำจัดสัญญาณรบกวนดังกล่าวแล้ว

2.3.4 Non-stationary periodic noise

เป็นลักษณะความผิดพลาดของค่าระดับสีเทาของบางพิกเซลในภาพโดยที่ความผิดพลาดดังกล่าวเกิดขึ้นด้วยรูปแบบที่ซ้ำกันและมีคาบเวลาที่แน่นอน เช่นเดียวกับกรณี Stationary periodic noise เพียงแต่บางช่วงเวลาสัญญาณรบกวนจะมีลักษณะเบาบางลง และบางช่วงก็มีสัญญาณรบกวนค่อนข้างแรงด้วยคาบเวลาที่แน่นอน ซึ่งหากนำข้อมูลภาพทั้งหมดมาทำการแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงความถี่แล้วจะพบว่าสัญญาณรบกวนดังกล่าวมีรูปแบบของสัญญาณที่แน่นอนเพียงแต่แอมพลิจูดหรือเฟสของสัญญาณ ณ. ความถี่นั้นๆ จะแปรเปลี่ยนไปตลอดคาบของข้อมูลภาพนั้น

2.4 การอ้างอิงตำแหน่งของภาพ

Spatial registration

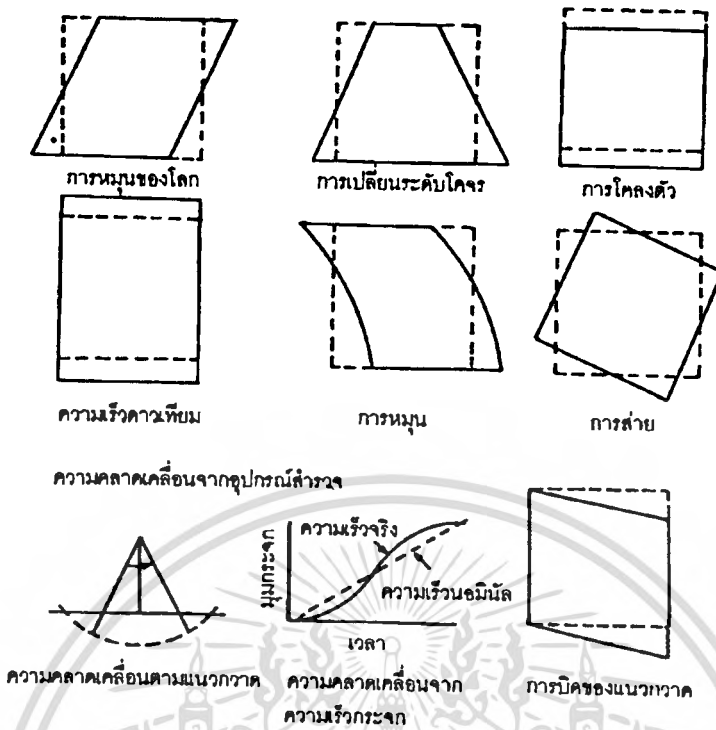
เป็นการกำหนดตำแหน่งหรือพิกัดที่ถูกต้องตามความเป็นจริงของวัตถุหรือภูมิประเทศในบริเวณต่างๆ ที่ปรากฏในภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งจัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญหนึ่งในการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุดในการนำมาวิเคราะห์ เหตุที่ต้องทำการกำหนดพิกัดอ้างอิงที่ถูกต้องลงไปในภาพเพราะว่าในการสแกนพื้นที่บริเวณใดๆ บนผิวโลกเพื่อทำการสำรวจ ไม่ว่าจะเป็นทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ่ายภาพหรือบันทึกข้อมูลแต่ละครั้งของระบบตรวจรู้ระยะไกลของดาวเทียมนั้น เครื่องสแกนเนอร์ จะทำการสแกนพื้นที่เป็นบริเวณกว้างใหญ่มาก เมื่อนำข้อมูลภาพเหล่านั้นที่ถูกบันทึกในเทปมาแปลงเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขแล้วเราไม่สามารถจะนำข้อมูลภาพทั้งหมดขึ้นแสดงผลบนระบบแสดงผลได้หมด เพราะภาพมีขนาดใหญ่มาก จึงจำเป็นต้องทำการกำหนดพิกัดอ้างอิงที่ถูกต้องของบริเวณที่เราสนใจของภาพถ่ายภาพดาวเทียมขนาดใหญ่แล้วจึงตัดภาพมาเป็นส่วนเล็กๆที่พอเหมาะที่จะทำการประมวลผลบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้ นอกจากนี้การกำหนดพิกัดอ้างอิงให้แก่ภาพถ่ายดาวเทียมยังเป็นขั้นตอนที่จำเป็นในการเปรียบเทียบความแตกต่างของภาพถ่ายดาวเทียมมากกว่าหนึ่งภาพขึ้นไป เพื่อจะทำการตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงต่างๆบนภูมิประเทศเพราะในการตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมิประเทศโดยวิธีนี้ เราจะต้องทำการเปรียบเทียบข้อมูลภาพในบริเวณดังกล่าวที่ได้ถูกทำการบันทึกไว้ในปัจจุบันกับข้อมูลภาพในบริเวณดังกล่าวที่ได้ถูกทำการบันทึกไว้แล้วในอดีตแบบพิกเซลต่อพิกเซล ฉะนั้นถ้าพิกัดของภาพทั้งสองไม่ตรงกันจริงๆ จะทำให้ผลการเปรียบเทียบผิดพลาด นั่นคือการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความเปลี่ยนแปลงทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่บริเวณนั้นจะผิดพลาดไปด้วย นอกจากนี้การกำหนดพิกัดอ้างอิงให้แก่ภาพยังเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการนำข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral image) หลายๆ แบนด์มารวมเข้าด้วยกันเพื่อทำการแสดงผลเป็นภาพสี (Color composite image) เพราะเหตุที่ภาพสีใดๆ เกิดจากการนำข้อมูลภาพหลายๆ แบนด์ของภาพแบบหลายช่วงคลื่นมารวมเข้าด้วยกันซึ่งข้อมูลภาพแต่ละแบนด์นั้นจะถูกเก็บบันทึกโดยเครื่องสแกนเนอร์คนละตัวโดยที่แต่ละตัวจะทำการบันทึกภาพของพื้นที่บริเวณเดียวกัน แต่มีความสามารถในการสะท้อนคลื่นในย่านความถี่ต่างกัน ฉะนั้นในการแสดงผลภาพสีจากข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นเพื่อให้ได้สีถูกต้องที่สุดนั้น เราจึงต้องทำการกำหนดพิกัดที่แน่นอนให้แก่ข้อมูลภาพแต่ละแบนด์เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์เป็นข้อมูลของพื้นที่บริเวณเดียวกันและมีข้อมูลภาพถูกต้องตรงกันแบบพิกเซลต่อพิกเซลเลยทีเดียว

2.5 การแก้ไขเชิงเรขาคณิต

Geometric correction

การแก้ไขเชิงเรขาคณิตเป็นการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางด้านรูปทรงและขนาดหรือมาตราส่วนของภาพอันเนื่องมาจากการหมุนของโลก ความไม่สม่ำเสมอในการทรงตัวของดาวเทียมตลอดจนความไม่สม่ำเสมอของระบบกวาดภาพ ซึ่งสาเหตุทั้งหมดแสดงได้ดังรูปที่ 2.8 เพื่อเอกสารให้ได้ภาพที่มีความถูกต้องก่อนที่จะนำไปผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.8 แสดงลักษณะ ความผิดพลาตทาง

เรขาคณิตของภาพจากสาเหตุต่างๆ

ในการแก้ไขเชิงเรขาคณิตนั้นเราจะต้องจัดตำแหน่งและขนาดของพิกเซลใหม่โดยอาศัยพิกัดอ้างอิงภาคพื้นดินที่คัดเลือกจากแผนที่มาตรฐาน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับตำแหน่งพิกเซลที่ปรากฏบนภาพเพื่อสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งเก่าและตำแหน่งใหม่ที่ต้องการแล้วจึงใช้สมการนี้แปลงข้อมูลภาพให้มีความถูกต้องเชิงเรขาคณิตต่อไป

2.6 Color processing

เป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดในการแสดงภาพแบบมัลติสเปคตรัลบนอุปกรณ์แสดงผลและถือเป็นขั้นตอนหนึ่งที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพของภาพ(Enhance) เพื่อช่วยให้การตีความหมายทางสายตามีประสิทธิภาพมากขึ้น เหตุผลสำคัญที่ต้องมีการพัฒนาอัลกอริทึมใหม่ๆ เพื่อใช้ในการกำหนดสีเพื่อแสดงภาพสีนอกจากที่ได้กล่าวมาแล้วคือเพราะข้อจำกัดทางฮาร์ดแวร์ของระบบแสดงผลแบบสี ก็คือความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดสีของตามนุษย์ เพราะการนำข้อมูลภาพสีแบบมัลติสเปคตรัลมารวมกันโดยตรงจากข้อมูลสีทั้งสามแบนด์ขนาด 8 บิตต่อหนึ่งพิกเซล ซึ่งจะทำให้ความแตกต่างสีของแต่ละสีไม่ต่างกันโดยที่คนดูก็มองไม่เห็นอีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละพิกเซลได้ถึง 256^3 สีนั้น ก่อนข้างจะมีความละเอียดทางสีมากเกินไปจนขีดความสามารถดวงตาของมนุษย์ ในการแยกแยะความแตกต่างเหล่านั้นได้(Faugeras, 1979)[2] เป็นผลให้ระบบแสดงภาพสีที่แต่ละพิกเซลสามารถแสดงสีได้ถึง 256^3 สีนั้นจึงไม่ได้รับความนิยมเมื่อเปรียบกับระหว่างราคาและประโยชน์ที่จะได้รับเต็มที่ ดังนั้นสิ่งที่จำเป็นในขั้นตอนการประมวลผลทางสีแก่ข้อมูลภาพแบบมัลติสเปคตรัล ก็คือจะต้องคัดเอาค่าระดับสีเทาของข้อมูลภาพในแต่ละแบนด์ที่สำคัญพอที่จะนำเสนอแสดงผลเพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ทางสายตามีประสิทธิภาพมากที่สุด ส่วนประกอบของสีในระบบ CRT แบบที่ RGB ถูกใช้ในการแสดงผลภาพเชิงตัวเลขนั้นเป็นส่วนหนึ่งที่จะต้องทำความเข้าใจเพราะ เป็นสิ่งที่ผู้ออกแบบอัลกอริทึมจะต้องเข้าไปเกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์ของระบบเลขที่เดียว ซึ่งจะได้กล่าวถึงฮาร์ดแวร์ของระบบแสดงผลภาพสีแบบ RGB ในบทต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

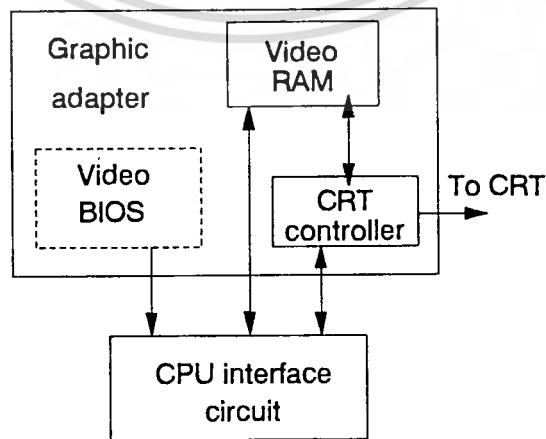
บทที่ 3

ลักษณะทางฮาร์ดแวร์ของระบบการแสดงผลของ ไมโครคอมพิวเตอร์

3.1 Graphic adapter

เป็นส่วนที่ใช้เป็นตัวควบคุมการแสดงผลทางกราฟิกของไมโครคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปแล้ว กราฟิกอแด็ปเตอร์เรามักจะหมายถึงการ์ด(Card) ที่ใช้เสียบลงบนสล๊อตของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เป็นหน่วยที่ใช้ในการควบคุมระบบแสดงผล กราฟิกอแด็ปเตอร์นั้นมีอยู่หลายชนิด แตกต่างกันไปตามประเภทของมอนิเตอร์ที่มันจะไปทำการควบคุม ได้แก่ Color graphic adapter, Enhance graphic adapter, Video graphic adapter เป็นต้น ถึงแม้ว่า กราฟิกอแด็ปเตอร์ทั้งสามชนิดจะถูกนำไปใช้ในการควบคุมมอนิเตอร์แตกต่างกันแต่โดยพื้นฐาน แล้วบล็อกร์ดกราฟิกอแด็ปเตอร์ทุกชนิด ต้องประกอบด้วยส่วนประกอบดังต่อไปนี้ซึ่งสามารถแสดง บล็อกไดอะแกรมได้ดังรูป 3.1

CRI controller
Video Bios
Video Ram
CPU interface circuit



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 CRT controller

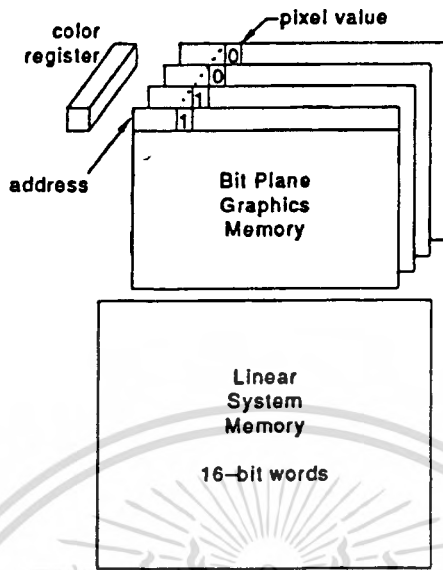
เป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์การแสดงผลจอคอมพิวเตอร์ทุกตัวตามคำสั่งที่ได้รับมาจากหน่วยประมวลผลกลางของระบบอีกที เพื่อที่จะได้สามารถควบคุมการแสดงผลของมอนิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง CRT controller จะเป็นตัวกำเนิด Timing ของสัญญาณ Horizontal sync, สัญญาณ Vertical sync, แอสเคซของหน่วยความจำที่เป็นบัฟเฟอร์, การใช้เคอร์เซอร์ และสัญญาณรีเฟรชหน่วยความจำประเภทไดนามิก เป็นต้น CRT Controller จะเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว เช่น Motorola 6845[4] ซึ่งจะมีรีจิสเตอร์ภายในที่จะต้องทำการโปรแกรมค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ก่อนเสมอ แล้วหลังจากนั้นมันจะทำงานได้โดยลำพังตามที่ได้โปรแกรมไว้

3.1.2 Vedio Bios

เป็นส่วนหนึ่งของ Low-level program ที่ถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำประเภท Read only memory (ROM) ซึ่งเป็นรายละเอียดของโปรแกรมที่คอมพิวเตอร์จะต้องปฏิบัติเมื่อถูกสั่งงานให้ทำหน้าที่ใดหน้าที่หนึ่ง กราฟิกจอคอมพิวเตอร์แต่ละชนิดจะมี Vedio Bios แตกต่างกันไป

3.1.3 Vedio Ram

เป็นหน่วยความจำประเภทไดนามิกที่อยู่บนการ์ดจอคอมพิวเตอร์ซึ่งถูกใช้ เป็นหน่วยความจำชั่วคราว (Display Buffer) สำหรับเก็บข้อมูลที่ระบบต้องการจะนำออกทำการแสดงผลซึ่งมีการจัดหน่วยความจำในลักษณะ Bit plane ซึ่งหมายความว่า แต่ละบิตจะถูกใช้เป็นข้อมูลของภาพแต่ละพิกเซลบนมอนิเตอร์แสดงได้ดังรูป 3.2 ซึ่งถ้าระบบใช้ข้อมูลหนึ่งบิตของหน่วยความจำนี้แทนข้อมูลแต่ละพิกเซลบนมอนิเตอร์ภาพที่ได้จะมีลักษณะ เป็นแบบโมโนโครม แต่ถ้าต้องการให้ระบบทำการแสดงผลในลักษณะสีหรือมีค่าระดับสีเทา ก็สามารถทำได้โดยการเพิ่มหน่วยความจำแบบ Bit plane เข้าไปอีก ซึ่งจะทำได้ต้องใช้ขนาดของหน่วยความจำเป็นจำนวนหลายบิตสำหรับแต่ละพิกเซล ข้อดีของการจัดหน่วยความจำในลักษณะนี้ก็คือ ในกรณีที่ต้องการขยายระบบให้สามารถทำการแสดงผลด้วยความแตกต่างสีมากขึ้น และมีความละเอียดสูงๆ จะกระทำได้ง่ายโดยการเพิ่มหน่วยความจำเข้าไปอีกในลักษณะดังกล่าว นอกจากนี้คุณสมบัติพิเศษของหน่วยความจำบนการ์ดจอคอมพิวเตอร์ก็คือมีลักษณะ เป็นแบบ Dual port access ซึ่งจะเข้าถึง (Access) ได้โดยทั้ง CRT controller และหน่วยประมวลผลกลางของระบบ



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะการจัดหน่วยความจำแบบ Bit plane

3.1.4 CPU interface circuit

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อบัสแอสเครสและบัสข้อมูลของหน่วยประมวลผลกลางของระบบกับของการ์ดจอแค็ปเตอร์เข้าด้วยกัน เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางของระบบสามารถปฏิบัติงานตาม Low-level program ของ Vedio Bios และสามารถเข้าถึงรีจิสเตอร์ต่างๆ ของ CRT controller ได้ อีกทั้งยังสามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลลงบน Vedio Ram เพื่อให้ CRT controller ทำการสแกนเพื่อนำข้อมูลขึ้นแสดงผลบนมอนิเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 Operating mode

โดยปกติกราฟฟิกจอแค็ปเตอร์สามารถควบคุมการทำงานของระบบแสดงผลได้สองลักษณะคือ ให้ทำงานในโหมดตัวอักษร(Text mode) และแบบโหมดกราฟฟิก(Graphic mode) แต่การทำงานในโหมดกราฟฟิกเป็นสิ่งจำเป็นมากในการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลข เพราะในโหมดกราฟฟิกนั้นกราฟฟิกจอแค็ปเตอร์จะยอมให้โปรแกรมของผู้เขียนเข้าไปจัดการกับทุกๆ พิกเซลบนมอนิเตอร์ได้อย่างอิสระบางครั้งจะเรียกการทำงานแบบโหมดกราฟฟิกนี้ว่า Bit mapped mode เพราะข้อมูลภาพเชิงตัวเลขของภาพที่ต้องการนำขึ้นแสดงผลบนมอนิเตอร์ จะต้องถูกนำไปเขียนลง

ในหน่วยความจำ ที่เรียกว่า Video Ram ก่อนแล้วจึงถูกสแกนโดย CRT controller ขึ้นแสดงผลมอนิเตอร์ นอกจากนั้นในโหมดกราฟฟิกนั้นยังแบ่งออกเป็นโหมดย่อยได้อีกหลายโหมด ซึ่งแต่ละโหมดนั้นจะแตกต่างกันตรงความละเอียดของระบบแสดงผล(Resolution) จำนวนสีที่สามารถแสดงได้ในแต่ละพิกเซล(color shading) และพารามิเตอร์อื่นๆ ขึ้นอยู่กับผู้ใช้จะเลือกตามคุณสมบัติของแต่ละโหมด เพื่อให้เหมาะสมแก่การใช้งานมากที่สุด

3.3 Color graphic adapter

เป็นกราฟฟิกแอด็ปเตอร์ประเภทที่มีประสิทธิภาพต่ำมาก เพราะในการแสดงภาพที่มีความละเอียดเต็มประสิทธิภาพของมอนิเตอร์ 640x200 จุด จะแสดงสีได้เพียง 2 สีพร้อมกันเท่านั้น ถ้าต้องการได้ความแตกต่างสีมากขึ้นเป็น 4 สี ความละเอียดของระบบแสดงผลจะลดลงเหลือเพียง 320x200 จุดเท่านั้น ข้อจำกัดของกราฟฟิกแอด็ปเตอร์ชนิดนี้เป็นเพราะบนการ์ดแอด็ปเตอร์มีหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภาพเพียง 16 Kbytes เท่านั้น จะเห็นว่ากราฟฟิกแอด็ปเตอร์ชนิดนี้มีประสิทธิภาพต่ำเกินไป ทั้งในแง่ความละเอียดของภาพและจำนวนของสีที่จะนำมาใช้งานในการประมวลผลข้อมูลภาพ

3.4 Enhance graphic adapter

เป็นกราฟฟิกแอด็ปเตอร์อีกชนิดหนึ่งที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ Color graphic adapter โดยการเพิ่มหน่วยความจำบนการ์ดขึ้นเป็น 256 Kbytes ซึ่งจะทำให้กราฟฟิกแอด็ปเตอร์นี้สามารถแสดงสีได้ถึง 16 สีพร้อมๆ กัน จากจำนวนสีทั้งหมดที่เป็นไปได้ใน Palette 64 สี ด้วยความละเอียดของภาพสูงสุด 640x350 จุด Palette สีของระบบแสดงผลแบบ Enhance graphic adapter นี้แสดงได้ดังในรูป 3.3

Value	Color Code*				Color
	Y	R	G	B	
0	0	0	0	0	Black
1	0	0	0	1	Blue
2	0	0	1	0	Green
3	0	0	1	1	Cyan (Blue Green)
4	0	1	0	0	Red
5	0	1	0	1	Magenta (Pinkish Purple)
6	0	1	1	0	Brown
7	0	1	1	1	White
8	1	0	0	0	Gray
9	1	0	0	1	Light Blue
10	1	0	1	0	Light Green
11	1	0	1	1	Light Cyan
12	1	1	0	0	Light Red
13	1	1	0	1	Light Magenta
14	1	1	1	0	Yellow
15	1	1	1	1	Intensified White

* The four colors are Gray (Y), Red (R), Green (G), and Blue (B).

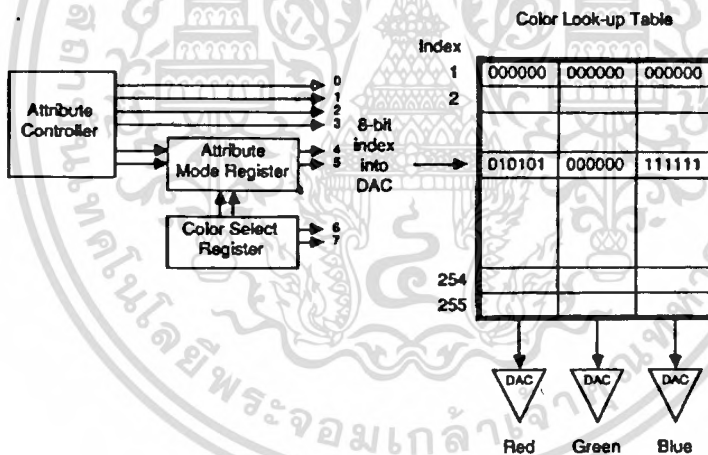
รูป 3.3 แสดงลักษณะ Pallete สีของระบบ Enhance graphic adapter

3.5 Vedio graphic adapter

เป็นกราฟิกจอแคปเตอร์ชนิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด กราฟิกจอแคปเตอร์ชนิดนี้จะส่งข้อมูลภาพให้แก่มอนิเตอร์ เป็นสัญญาณอนาลอกของข้อมูลสี่สามชุดคือ ข้อมูลสีแดง, ข้อมูลสีเขียว, ข้อมูลสีฟ้า ซึ่งจะให้ประสิทธิภาพของภาพที่แสดงบนมอนิเตอร์ในแง่ของความละเอียดของภาพสูง และสามารถแสดงสีของภาพได้เป็นจำนวนมากซึ่งเทียบเท่ากับวิธีส่งข้อมูลให้แก่มอนิเตอร์ของระบบ Enhance graphic adapter และ Color graphic adapter ซึ่งเป็นแบบดิจิทัลที่มีข้อจำกัดมากมาย นอกจากนั้นข้อมูลภาพของแต่ละพิกเซลที่ถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำชั่วคราว(Buffer)จะเป็นข้อมูลสีต่างๆ ที่เป็นของพิกเซลนั้นๆ ซึ่งจะเห็นว่าขนาดข้อมูลของแต่ละพิกเซลซึ่งมีขนาดเพียง 4 บิตจะเป็นตัวจำกัดความสามารถในการแสดงรายละเอียดของสีในแต่ละพิกเซลอย่างมาก แต่ในระบบ Vedio graphic adapter นั้น ข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำชั่วคราวของส่วนแสดงผล (Frame buffer) จะเป็นค่าดัชนีที่จะนำไปอ้างอิงถึงรายละเอียดของสีที่ถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำที่เรียกว่า Color look-up table(LUT) ซึ่งประกอบด้วยรีจิสเตอร์ขนาด 6 บิตสามตัว เรียกว่ารีจิสเตอร์สี โดยที่แต่ละรีจิสเตอร์สีจะถูกใช้เก็บข้อมูลสีของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ซึ่งรีจิสเตอร์สีดังกล่าวในระบบแสดงผลแบบ VGA สามารถถูกอ่านหรือเขียนข้อมูลลงไปได้โดยผ่าน Attribute controller ดังนั้นจะเห็นว่าเราสามารถเลือกสีที่ต้องการจะใช้แสดงผลภาพใดๆ

ไม่่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้โดยการเขียนข้อมูลสีขนาด 6 บิตสำหรับแต่ละสีลงไปที่รีจิสเตอร์สีทั้งสามใน LUT เรียงตามลักษณะของค่าระดับสีเทาจากน้อยไปมากซึ่งมีจำนวนชุดละ 256 ระดับ ในขั้นตอนที่ระบบ VGA จะทำการแสดงผลนั้น ข้อมูลภาพที่ต้องการแสดงจะถูกเขียนลงบนหน่วยความจำชั่วคราวของส่วนแสดงผล (Frame buffer) ก่อน จากนั้น Attribute controller จะนำข้อมูลภาพขนาด 8 บิตดังกล่าวไปเป็นค่าดัชนีเพื่อที่จะทำการอ้างอิงรายละเอียดทางสีที่ถูกเก็บอยู่ใน LUT ของข้อมูลภาพนั้นๆ ข้อมูลสีของทั้งสามรีจิสเตอร์สี ณ ตำแหน่งที่ถูกอ้างอิงจะถูกปล่อยออกมาให้แก่อุปกรณ์ Digital to analog converter (DAC) สามตัวที่อิสระจากกัน DAC แต่ละตัวจะก้ใช้ในการแปลงข้อมูลสีเชิงตัวเลขของแต่ละสีให้เป็นสัญญาณสีเชิงอนาลอกตาม Timing ที่ถูกกำหนดโดยอุปกรณ์ CRT controller บนการ์ด สัญญาณสีเชิงอนาลอกทั้งสามจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์แสดงผลหรือมอนิเตอร์เพื่อทำการแสดงผลภาพสีผสมแบบ RGB ต่อไป ไคอะแกรมของ Video DAC และ Color look-up table แสดงได้ดังรูป 3.4



รูป 3.4 แสดงไคอะแกรมของ Video DAC และ Color look-up table ของระบบแสดงผลแบบ VGA

บทที่ 4

เทคนิคการกำหนดสีในการแสดงผลบนระบบ VGA

การแสดงผลภาพสีของภาพถ่ายดาวเทียมบนระบบแสดงผลแบบ VGA ของไมโครคอมพิวเตอร์ ยังคงมีความจำเป็นอยู่ในปัจจุบัน และถ้ามีโปรแกรมที่สามารถทำการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ง่ายต่อการใช้งานแล้วจะทำให้มีการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแพร่หลายมากขึ้น เพราะผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยกับการใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์กันอยู่แล้ว ประกอบกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีราคาถูกมากเมื่อเทียบกับราคาของคอมพิวเตอร์ระบบอื่นๆ อาทิ เวิร์คสเตชันหรือมินิคอมพิวเตอร์ เป็นต้น แต่ด้วยข้อจำกัดทางฮาร์ดแวร์ของระบบแสดงผลแบบ VGA ของไมโครคอมพิวเตอร์ทำให้การแสดงผลสีที่มีข้อมูลขนาด 8 บิตต่อพิกเซลต่อข้อมูลภาพหนึ่งแบนด์ไม่สามารถกระทำได้โดยตรงทันที จึงจำเป็นต้องมีการประมวลผลข้อมูลภาพนั้นๆ ในลักษณะการลดทอนความละเอียดของภาพโดยการลดขนาดข้อมูลภาพของแต่ละแบนด์สีลงจากเดิมซึ่งมีขนาด 8 บิตต่อพิกเซลให้มีขนาดที่เหมาะสมพอที่จะนำไปทำการแสดงผลบนระบบแสดงผลแบบ VGA ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งวิธีการประมวลผลจะได้กล่าวโดยละเอียดต่อไป

4.1 การลดขนาดข้อมูลโดยวิธีตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในฮิตโตะแกรม

เนื่องจากข้อจำกัดทางฮาร์ดแวร์ของระบบแสดงผลแบบ VGA คือ ขนาดของรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นตัวเก็บค่าดัชนีในการอ้างอิงข้อมูลสีใน LUT(Look-up table) มีขนาดเพียง 8 บิต และรีจิสเตอร์สีใน LUT มีขนาดเพียงสีละ 6 บิตตั้งที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 จึงทำให้การแสดงผลแบบ RGB บนระบบ VGA ไม่ใช่สิ่งที่สามารถนำข้อมูลภาพแต่ละแบนด์ขึ้นแสดงโดยตรงได้ทันที เพราะรีจิสเตอร์อ้างอิงสีมีขนาด 8 บิต ซึ่งสามารถอ้างอิงสีสำหรับแต่ละพิกเซลได้เพียง 256 สี แต่ขณะที่ข้อมูลภาพของภาพแบบหลายความถี่(Multispectral image) นั้น แต่ละพิกเซลในภาพเกิดจากการคอมบิเนชันกันระหว่างข้อมูลภาพสีสามแบนด์โดยที่แต่ละแบนด์มีขนาด 8 บิต ซึ่งจะทำให้ความแตกต่างทางสีได้ถึง 256^3 สีหรือ 16 ล้านสีเลขที่เดียว ฉะนั้นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในการนำข้อมูลภาพสีขึ้นแสดงผลบนระบบ VGA ก็คือการลดขนาดข้อมูลภาพลงเพื่อให้ได้แต่ข้อมูลที่สำคัญๆ ของภาพซึ่งจะถูกนำไปใส่ลงในรีจิสเตอร์สีทั้งสามของ LUT การลดขนาดข้อมูลภาพนี้สามารถกระทำได้โดยอาศัยเทคนิคการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในฮิตโตะแกรมของภาพ ซึ่งมีขั้นตอนไม่ยุ่งยากนัก

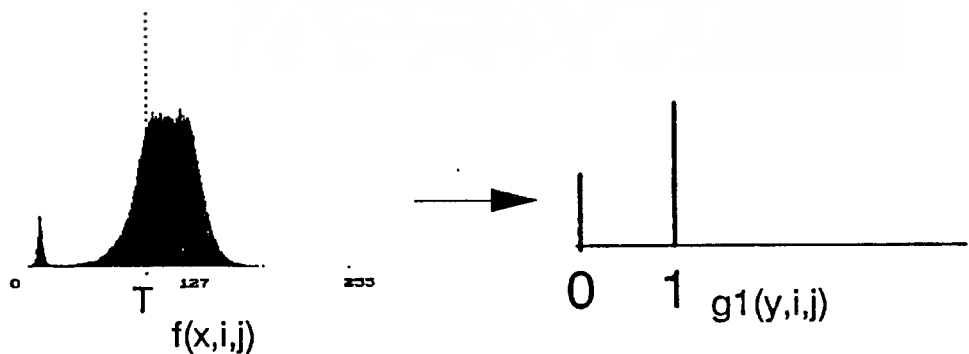
สิ่งที่สำคัญที่ต้องพิจารณาในการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนลงในฮิตโตะแกรมของข้อมูลภาพใดๆ เพื่อให้ได้ราคาไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลภาพที่ผ่านการประมวลผลข้อมูลแล้ว สามารถแสดงคุณสมบัติที่สำคัญของข้อมูลภาพดั้งเดิมไว้ให้ได้มากที่สุดก็คือจำนวนของค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่จะทำการกำหนดลงบนฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพซึ่งจะเป็นตัวแสดงถึงขนาดของข้อมูลภาพที่ได้หลังจากผ่านการควอนไทซ์แล้ว จึงสรุปได้ว่า ถ้าใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเป็นจำนวนมาก ข้อมูลภาพที่ได้หลังจากการควอนไทซ์แล้วจะมีขนาดใหญ่กว่าการเลือกใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเป็นจำนวนน้อยกว่า นั่นคือการแบ่งระดับชั้น (class) ของข้อมูลภาพให้เป็นหลายๆ ระดับจะสามารถรักษาคุณสมบัติของข้อมูลภาพเดิมไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก แต่ทั้งนี้จำนวนของค่าขีดเริ่มเปลี่ยนจะต้องไม่มากกว่าค่าระดับสีเทาของข้อมูลภาพเดิม การลดขนาดข้อมูลภาพโดยการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนบนฮิสโตแกรมของข้อมูลเพื่อทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพที่มีขนาด 8 บิตให้ได้ข้อมูลภาพที่มีขนาด 1 บิตและ 3 บิตแสดงได้ดังสมการ 4.1 และสมการ 4.2 และฮิสโตแกรมของข้อมูลที่ได้หลังจากการควอนไทซ์แล้วแสดงได้ดังในรูป 4.1 และรูป 4.2 ตามลำดับ

$$g1(y, i, j) = \begin{cases} 0 & \text{ถ้า } f(x, i, j) < t \\ 1 & \text{ถ้า } f(x, i, j) \geq t \end{cases} \quad (4.1)$$

โดยที่

- i, j คือ พิกัดในแนวนอนและในแนวตั้งของพิกเซลใดๆ ในภาพ
- x คือ ค่าระดับสีเทานบนฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพเดิมซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255
- $f(x, i, j)$ คือ พังก์ชันของฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพเดิม ณ พิกัด i, j ใดๆ
- y คือ ค่าระดับสีเทานบนฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพผลลัพธ์ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1
- $g1(y, i, j)$ คือ พังก์ชันของฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพผลลัพธ์หลังจากการควอนไทซ์ ณ พิกัด i, j ใดๆ



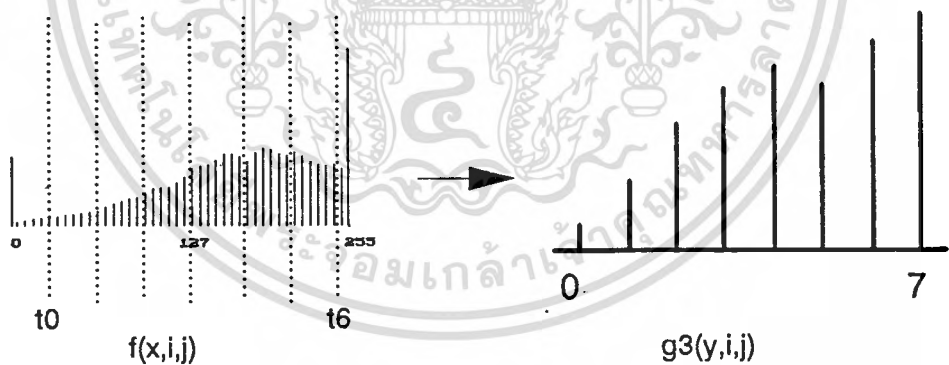
รูป 4.1 แสดงการใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเพื่อทำการแปลงข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สําให้เป็นแบบสองระดับหรือภาพแบบไบนารีตามสมการ (4.1) ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$g_3(y, i, j) = \begin{cases} 0 & \text{ถ้า } f(x, i, j) < t_0 \\ 1 & \text{ถ้า } t_0 \leq f(x, i, j) \leq t_1 \\ 2 & \text{ถ้า } t_1 \leq f(x, i, j) \leq t_2 \\ 3 & \text{ถ้า } t_2 \leq f(x, i, j) \leq t_3 \\ 4 & \text{ถ้า } t_3 \leq f(x, i, j) \leq t_4 \\ 5 & \text{ถ้า } t_4 \leq f(x, i, j) \leq t_5 \\ 6 & \text{ถ้า } t_5 \leq f(x, i, j) \leq t_6 \\ 7 & \text{ถ้า } f(x, i, j) > t_6 \end{cases} \quad (4.2)$$

โดยที่

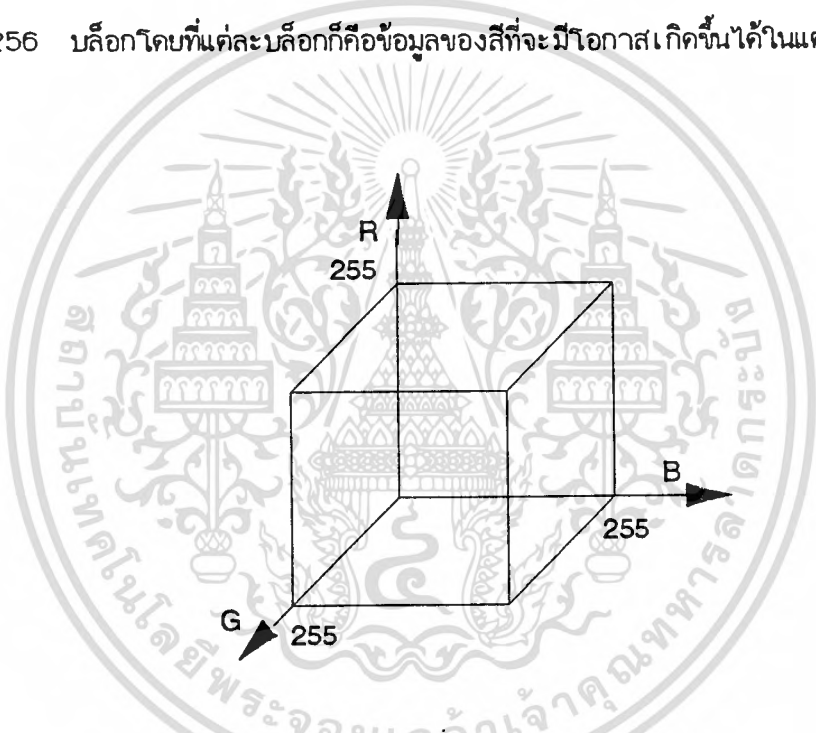
- i, j คือ พิกัดในแนวนอนและในแนวตั้งของพิกเซลใดๆ ในภาพ
- x คือ ค่าระดับสีเทาบนฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพเดิมซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255
- $f(x, i, j)$ คือ พังก์ชันของฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพเดิม ณ พิกัด i, j ใดๆ
- y คือ ค่าระดับสีเทาบนฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพผลลัพธ์ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 7
- $g_3(y, i, j)$ คือ พังก์ชันของฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพผลลัพธ์หลังจากการควอนไทซ์ ณ พิกัด i, j ใดๆ



รูป 4.2 แสดงการใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเพื่อทำการแปลงข้อมูลภาพ ให้มีขนาด 3 บิตตามสมการ (4.2)

4.2 การสร้างบล็อกค่าเซิร์ชโซลต์สามมิติบนแกนสีทั้งสาม

เนื่องจากข้อมูลภาพสีของภาพแบบหลายความถี่ (Multispectral image) มีลักษณะของข้อมูลเป็นข้อมูลภาพสามแบนด์ โดยที่แต่ละพิกเซลของภาพเกิดจากการคอมบิเนชันกันระหว่างข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์ที่มีขนาดแบนด์ละ 8 บิตต่อพิกเซล นั่นคือแต่ละพิกเซลของภาพจะมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดสีที่แตกต่างกันถึง 256^3 สี ซึ่งถ้านำข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์มาทำการพล็อตเป็นฮิโตแกรมสามมิติโดยที่แต่ละแกนคือค่าระดับสีเทาของข้อมูลภาพแต่ละฮิโตแกรมจะแสดงได้ดังรูป 4.3 ซึ่งจะเห็นว่าแต่ละแกนสีของบล็อกสามมิติซึ่งมีค่าระดับสีเทาของข้อมูลแต่ละแกนเป็นโดเมนมีค่าแปรเปลี่ยนไปตั้งแต่ 0 ถึง 255 จะทำให้เกิดบล็อกสี่เหลี่ยมเล็กๆภายในฮิโตแกรมดังกล่าว $256 \times 256 \times 256$ บล็อกโดยที่แต่ละบล็อกก็คือข้อมูลของสีที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้ในแต่ละพิกเซลของภาพนั่นเอง

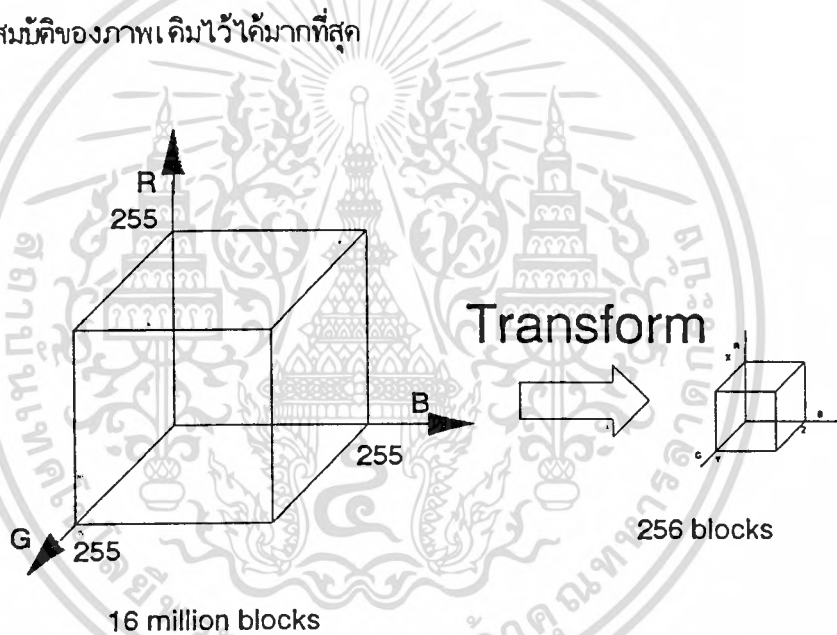


รูป 4.3 แสดงโดเมนของฮิโตแกรมสามมิติของข้อมูลภาพ RGB ซึ่งมีข้อมูลขนาด 8 บิตต่อจุดภาพ

แต่ด้วยข้อจำกัดทางฮาร์ดแวร์ของระบบ VGA ด้วยมีขนาดรีจิสเตอร์อ้างอิงสีเพียง 8 บิต ซึ่งจะสามารถแสดงความแตกต่างทางสีของแต่ละพิกเซลในภาพได้เพียง 256 สีเท่านั้น จึงจำเป็นต้องอาศัยอัลกอริทึมอันหนึ่งที่สามารถเลือกสรรแต่เฉพาะค่าสีที่สำคัญจริงๆ และสามารถรักษาคุณสมบัติใหญ่ๆของภาพไว้ได้เพื่อนำมาใส่ลงในรีจิสเตอร์สีของระบบ VGA ซึ่งให้มีความแตกต่างสีได้เพียง 256 สี ฉะนั้นลักษณะของอัลกอริทึมดังกล่าวจะต้องทำการลดขนาดของค่าระดับสีเทาของข้อมูลแต่ละแบนด์บนแกนสีทั้งสามของฮิโตแกรมสามมิติในรูป 4.3 ลง ซึ่งเดิมมีบล็อกข้อมูลสีภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนเพื่อการค้าเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นเข้าขอขอร้องให้ลบออกทันที
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึง $256 \times 256 \times 256$ บล็อกสี ให้เหลือเพียง 256 บล็อกสี โดยที่จำนวนค่าระดับสีเทาของข้อมูลแต่ละแบนด์บนแกนสีทั้งสามของฮิตโตนแกรมอันใหม่ที่เกิดจากการแปลงข้อมูลด้วยอัลกอริธึมดังกล่าวจะมีค่าที่ระดับก็แล้วแต่ผู้กำหนด แต่เมื่อนำข้อมูลภาพชุดใหม่มาทำการสร้างเป็นฮิตโตนแกรมสามมิติแล้วจะต้องมีบล็อกสีภายในที่เกิดจากการทำคอมบิเนชันของข้อมูลทั้งสามมิติแล้วไม่เกิน 256 บล็อกสีเป็นอันขาด ลักษณะของการแปลงข้อมูลแสดงได้ดังรูป 4.4 ซึ่งจะเห็นว่า ฮิตโตนแกรมสามมิติของข้อมูลเดิมจะมีขนาดใหญ่มากกว่าขีดความสามารถของระบบแสดงผลแบบ VGA จะทำการแสดงผลได้ จึงต้องนำข้อมูลภาพนั้นมาผ่านการควอนไทซ์เพื่อให้ได้ข้อมูลภาพผลลัพธ์ที่มีฮิตโตนแกรมสามมิติเล็กลงมากโดยที่ค่าระดับสีเทาของข้อมูลภาพใหม่ในแต่ละแกนของฮิตโตนแกรมเป็น x, y, z ตามลำดับซึ่งคอมบิเนชันทั้งหมดของ x, y, z จะต้องมีค่าน้อยกว่า 256 เท่านั้น ด้วยวิธีการแปลงข้อมูลภาพในลักษณะนี้ ข้อมูลภาพชุดใหม่ที่มีความแตกต่างทางสีน้อยกว่าของข้อมูลภาพเดิมก็ยังคงสามารถรักษาคุณสมบัติของภาพเดิมไว้ได้มากที่สุด

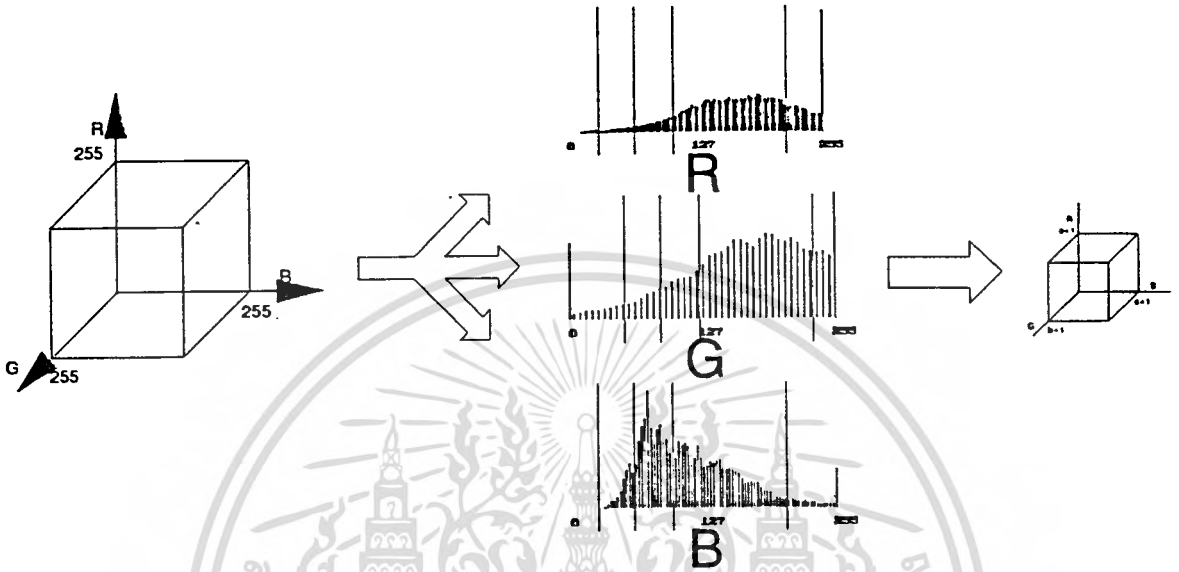


รูป 4.4 แสดงลักษณะการแปลงข้อมูลภาพ

สำหรับอัลกอริธึมที่ใช้ในการทรานฟอร์มข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์ดังกล่าวนี้สามารถกระทำได้ โดยอาศัยเทคนิคการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนให้แก่ข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์ดังกล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.1 โดยที่ผู้ใช้จะต้องตัดสินใจก่อนว่าข้อมูลภาพใหม่ที่ต้องการจากแต่ละแบนด์จะให้ความแตกต่างของค่าระดับสีเทาเป็นเท่าไร จากนั้นจึงเริ่มทำการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนตามจำนวนที่ต้องการลงไปบนฮิตโตนแกรมของข้อมูลภาพแต่ละแบนด์ โดยที่ต้องคำนึงถึงคอมบิเนชันของข้อมูลภาพชุดใหม่ว่าจะต้องไม่เกิน 256 ค่า เช่นถ้าต้องการแปลงข้อมูลจากฮิตโตนแกรมของข้อมูลแต่ละแบนด์ซึ่งมีค่าระดับสีเทาแปรเปลี่ยนตั้งแต่ค่า 0 ถึง 255 เป็นข้อมูลใหม่ที่ค่าระดับสีเทาในฮิตโตนแกรมของแต่ละแบนด์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบนด์แปรเปลี่ยนตั้งแต่ 0-x, 0-y และ 0-z จะต้องทำการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในฮิตโอดแกรม สำหรับข้อมูลภาพแต่ละแบนด์เป็นจำนวน x,y,z ค่าด้วย โดยที่คอมมิเนชั่นของ x,y,z จะต้องไม่เกิน 256 ค่าดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูป 4.5 แสดงการแปลงข้อมูลภาพสามแบนด์ให้มีขนาดเล็กลง

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่า การตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในฮิตโอดแกรมเพื่อทำการจัดระดับขั้นของข้อมูลภาพใหม่ เราจะได้ข้อมูลภาพใหม่ที่มีค่าระดับสีเทาลดลงจากข้อมูลภาพเดิม โดยนำข้อมูลภาพเดิมมาทำการเปรียบเทียบกับค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของฮิตโอดแกรมแต่ละชุด โดยใช้อัลกอริธึมดังนี้ สำหรับข้อมูลภาพแบนด์ที่หนึ่ง $r(x)$ กำหนดให้ใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน $a+1$ ค่าคือ t_0, \dots, t_a

$$R(y, i, j) = \begin{cases} 0 & \text{ถ้า } r(x, i, j) < t_0 \\ 1 & \text{ถ้า } t_0 \leq r(x, i, j) \leq t_1 \\ 2 & \text{ถ้า } t_1 \leq r(x, i, j) \leq t_2 \\ 3 & \text{ถ้า } t_2 \leq r(x, i, j) \leq t_3 \\ \vdots & \\ \vdots & \\ a & \text{ถ้า } t_{a-1} \leq r(x, i, j) \leq t_a \\ a+1 & \text{ถ้า } r(x, i, j) > t_a \end{cases}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับข้อมูลภาพแบนด์ที่สาม $g(x)$ กำหนดให้ใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน $b+1$ ค่าคือ u_0, \dots, u_b

$$G(y, i, j) = \begin{cases} 0 & \text{ถ้า } g(x, i, j) < u_0 \\ 1 & \text{ถ้า } u_0 \leq g(x, i, j) \leq u_1 \\ 2 & \text{ถ้า } u_1 \leq g(x, i, j) \leq u_2 \\ 3 & \text{ถ้า } u_2 \leq g(x, i, j) \leq u_3 \\ : & \\ : & \\ b & \text{ถ้า } u_{b-1} \leq g(x, i, j) \leq u_b \\ b+1 & \text{ถ้า } g(x, i, j) > u_b \end{cases}$$

สำหรับข้อมูลภาพแบนด์ที่สาม $b(x)$ กำหนดให้ใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน $c+1$ ค่าคือ v_0, \dots, v_c

$$B(y, i, j) = \begin{cases} 0 & \text{ถ้า } b(x, i, j) < v_0 \\ 1 & \text{ถ้า } v_0 \leq b(x, i, j) \leq v_1 \\ 2 & \text{ถ้า } v_1 \leq b(x, i, j) \leq v_2 \\ 3 & \text{ถ้า } v_2 \leq b(x, i, j) \leq v_3 \\ : & \\ : & \\ c & \text{ถ้า } v_{c-1} \leq b(x, i, j) \leq v_c \\ c+1 & \text{ถ้า } b(x, i, j) > v_c \end{cases}$$

โดยที่

$r(x, i, j)$ คือ ข้อมูลภาพของพิกเซลใดๆ ที่พิกัด i, j ของข้อมูลภาพแบนด์ที่ 1

$g(x, i, j)$ คือ ข้อมูลภาพของพิกเซลใดๆ ที่พิกัด i, j ของข้อมูลภาพแบนด์ที่ 2

$b(x, i, j)$ คือ ข้อมูลภาพของพิกเซลใดๆ ที่พิกัด i, j ของข้อมูลภาพแบนด์ที่ 3

$R(y, i, j)$ คือ ข้อมูลภาพของพิกเซลใดๆ ที่พิกัด i, j หลังการทรานฟอร์มแล้วของแบนด์ที่ 1

$G(y, i, j)$ คือ ข้อมูลภาพของพิกเซลใดๆ ที่พิกัด i, j หลังการทรานฟอร์มแล้วของแบนด์ที่ 2

$B(y, i, j)$ คือ ข้อมูลภาพของพิกเซลใดๆ ที่พิกัด i, j หลังการทรานฟอร์มแล้วของแบนด์ที่ 3

t_0, \dots, t_a คือ ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน(threshold) $a+1$ ค่าของข้อมูลภาพแบนด์ที่ 1

t_0, \dots, t_b คือ ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน(threshold) $b+1$ ค่าของข้อมูลภาพแบนด์ที่ 2

t_0, \dots, t_c คือ ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน(threshold) $c+1$ ค่าของข้อมูลภาพแบนด์ที่ 3

i คือ พิกัดในแนวตั้งของพิกเซลใดๆ

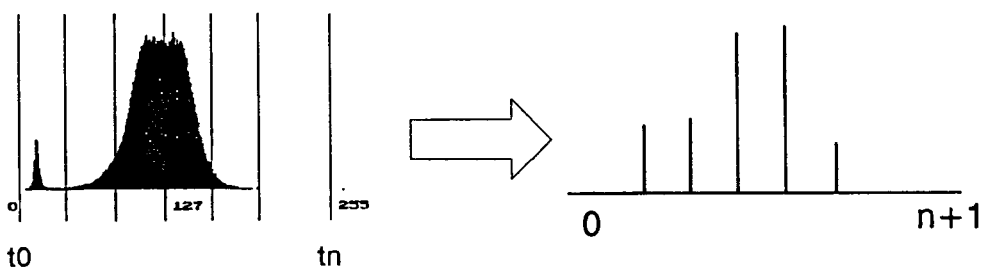
j คือ พิกัดในแนวนอนของพิกเซลใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากทราบแล้วว่าเทคนิคในการตั้งขีดค่าเริ่มเปลี่ยน(threshold) บนฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพและทำการทราานฟอร์มในลักษณะที่กล่าวมา จะทำให้ได้ข้อมูลภาพชุดใหม่ที่มีขนาดเล็กลงพอที่จะในไปใส่ลงในรีจิสเตอร์สีของ LUT ใน VGA ได้ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนดังกล่าวก็เป็นสิ่งสำคัญมากที่ต้องคำนึงถึง เพราะโดยปกติแล้วการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนแล้วทำการทราานฟอร์มข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีขนาดเล็กลงย่อมทำให้เกิดความผิดเพี้ยนแก่ภาพผลลัพธ์ที่ได้อยู่แล้วเพราะการลดขนาดของข้อมูลก็คือการลดรายละเอียดของภาพลงนั่นเอง ดังนั้นในการกำหนดค่าเริ่มเปลี่ยนนั้นจะต้องคำนึงถึงบริเวณที่มีความหนาแน่นของพิกเซลบนฮิสโตแกรมเป็นสำคัญ เพื่อให้ข้อมูลภาพใหม่ที่ได้จากการทราานฟอร์มแล้วยังคงสามารถรักษารายละเอียดและคุณสมบัติของภาพเดิมไว้ได้มากที่สุด อนึ่ง ฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพโดยทั่วไปจะมีการกระจายไม่เหมือนกันบางครั้งตลอดช่วงของค่าระดับสีเทาบนฮิสโตแกรมซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 จนถึง 255 จะมีพิกเซลปรากฏอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่งเป็นช่วงสั้นๆ เท่านั้นดังแสดงในรูป 4.6(a) ถ้าทำการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน n ค่าเพื่อแบ่งระดับชั้นของข้อมูล (class) ออกเป็น $n+1$ ช่วง โดยให้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนทั้ง n ค่าครอบคลุมค่าระดับสีเทาตลอดช่วง 0 ถึง 255 ดังรูป 4.6(b) จะเห็นว่ารายละเอียดของภาพที่ได้จากการแปลงข้อมูลจะถูกลดทอนลงไปอย่างมากทำให้การตีความหมายของภาพทางสายตามีผลพลาคได้ ฉะนั้นในการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนบนฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพแต่ละแบบควรมีประสิทธิภาพที่สุด จะต้องกำหนดตรงบริเวณที่มีความหนาแน่นของการกระจายของพิกเซลอย่างหนาแน่น ข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จึงจะรายละเอียดและคุณสมบัติของภาพไว้ได้มากที่สุด ดังแสดงในรูป 4.6(c)

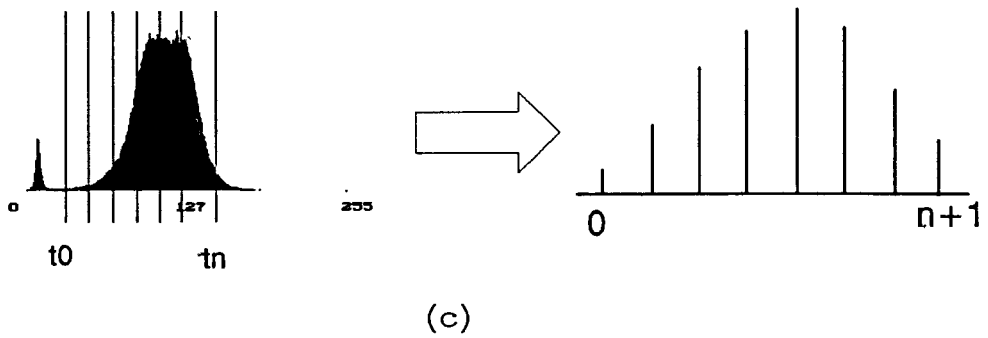


(a)



(b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.6 แสดงลักษณะการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนบนฮิสโตแกรม

เมื่อทำการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (threshold) บนฮิสโตแกรมสามมิติของข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์ในลักษณะดังแสดงในรูป 4.6(c) ซึ่งจะคำนึงถึงบริเวณที่มีพิทเชลกระจายอยู่อย่างหนาแน่น จะเห็นว่าวิธีตั้งค่าขีดเริ่มตั้งกล่าวจะสร้างตัวเป็นบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติซึ่งมีขนาดเท่ากับจำนวนคอมมิเนชันของข้อมูลภาพผลลัพธ์ทั้งสามแบนด์และบล็อกค่าเริ่มเปลี่ยนสามมิตินี้จะสามารถเลื่อนไป ณ บริเวณใดๆ ในสเปซของคอมมิเนชันของสีทั้งสามก็ได้ขึ้นอยู่กับว่าบริเวณนั้นๆ มีการกระจายของพิทเชลของภาพอยู่หนาแน่นหรือไม่ ซึ่งข้อมูลที่ได้หลังจากทำการทรานฟอร์มแล้วจะเป็นข้อมูลที่จัดได้ว่ายังคงรักษารายละเอียดและคุณสมบัติสำคัญของภาพดั้งเดิมไว้มากที่สุด

4.3 การกำหนดข้อมูลสีลงบนวีจีเอสเตอร์สีของระบบ VGA

หลังจากที่ได้ทำการแปลงข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์โดยวิธีการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนบนฮิสโตแกรมเพื่อจะนำข้อมูลภาพผลลัพธ์มาทำการแสดงผลบนมอนิเตอร์ดังกล่าวมาแล้วในตอน 4.2 แต่ข้อมูลภาพผลลัพธ์ที่ได้มานั้นเป็นเพียงข้อมูลที่จะเป็นตัวอ้างอิงสีว่าที่พิทเชลนั้นๆ จะมีรายละเอียดของสีเป็นเท่าไรหรือเกิดจากการผสมของสีทั้งสามในลักษณะอย่างไรเท่านั้นซึ่งข้อมูลดังกล่าวไม่ได้บอกไว้ซึ่งรายละเอียดหรือข้อมูลของแต่ละสีที่จะถูกนำมาผสมกัน ผู้ใช้จะต้องทำการกำหนดข้อมูลเหล่านั้นอีกครั้ง โดยจะต้องคำนึงถึงเงื่อนไขของอัตราส่วนของการผสมของข้อมูลสีทั้งสามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการควอนไทซ์ข้อมูล ซึ่งถ้าใช้การทรานฟอร์มที่มีอัตราส่วนของสีทั้งสามเท่ากับ X:Y:Z จะตีความได้ว่าทุกค่าหนึ่งของ Y ของสีเขียวจะต้องประกอบด้วยข้อมูลสีของสีฟ้า Z ค่าขณะเดียวกันทุกค่าหนึ่งของ X ของสีแดงจะต้องประกอบด้วยข้อมูลสีของสีเขียว Y ค่า เป็นต้น ซึ่งสามารถแสดงเป็นตารางได้ดังตาราง 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INDEX	RED	GRE	BLU	
0	↑	↑	B0 - Bn	
1			B0 - Bn	
2			B0 - Bn	
3			G0 - Gn	B0 - Bn
4			B0 - Bn	
5			B0 - Bn	
6			B0 - Bn	
7			B0 - Bn	
8			B0 - Bn	
9			B0 - Bn	
10			B0 - Bn	G0 - Gn
11	B0 - Bn	↓		
244	↓	↓	B0 - Bn	
245			B0 - Bn	
246			B0 - Bn	
247			B0 - Bn	
248			B0 - Bn	
249			B0 - Bn	
250			B0 - Bn	
251			B0 - Bn	
252			G0 - Gn	B0 - Bn
253			B0 - Bn	
254			B0 - Bn	
255	B0 - Bn	↓		

ตาราง 4.1 แสดงลักษณะของข้อมูลสีในวีจีทีทั้งสามของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางในรูป 4.1 นั้นจะแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของข้อมูลสีทั้งสามแต่ค่าของข้อมูลแต่ละตัวที่จะถูกกำหนดลงบนรีจิสเตอร์จริงๆนั้น จะมีค่าเป็นเท่าไรก็ได้ ซึ่งในรีจิสเตอร์แต่ละตัวนั้นยอมรับค่าได้ในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 63 หรือข้อมูลขนาด 6 บิต ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะมีไว้ให้ผู้ใช้ทำการเลือก ช่วงความเข้มของสีแต่ละสีที่นำมารวมกันได้ ซึ่งจะขึ้นกับพารามิเตอร์ตัวหนึ่งที่จะถูกนำมาใช้สเกลข้อมูลสีเหล่านั้น เช่น ถ้าผู้ใช้ต้องการภาพที่แสดงให้มีสีแบบจางๆ ก็ทำได้โดยการกำหนดค่าสีที่จะนำมาทำการสเกลให้มีค่าน้อย เพื่อให้ช่วงความแตกต่างของข้อมูลสีมีค่าไม่มากนักและมีค่าสูงสุดไม่มากนัก แต่ถ้าต้องการให้ภาพที่จะถูกแสดงผลมีสีที่ค่อนข้างเข้มก็ทำได้โดยการกำหนดค่าสีที่จะนำมาทำการสเกลข้อมูลสีให้มีค่าใหญ่ๆ เพื่อที่จะทำให้ข้อมูลสีที่ถูกสเกลแล้วมีค่าค่อนข้างสูงที่สุดซึ่งจะสูงที่สุดได้ไม่เกิน 63 เป็นต้น ทั้งนี้ก็ต้องขึ้นกับการตัดสินใจของผู้ใช้ว่าลักษณะความเข้มสีอย่างไรจึงจะเหมาะกับรูปที่ต้องการแสดงผล

ตัวอย่าง การกำหนดข้อมูลสีลงบนรีจิสเตอร์สีทั้งสามโดยมีอัตราส่วน RGB เท่ากับ 7:6:6 สามารถแสดงได้ดังนี้คือ จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อพิจารณาอัตราส่วนแล้วแสดงว่า ทุกๆหนึ่งค่าของข้อมูลสีแดง ซึ่งมีทั้งหมด 7 ค่าจะประกอบด้วยสีเขียวจำนวน 6 ค่า และทุกๆหนึ่งของข้อมูลสีเขียว ซึ่งมีทั้งหมด 6 ค่าจะประกอบไปด้วย ข้อมูลสีฟ้าจำนวน 6 ค่า ซึ่งข้อมูลทั้งค่าของสีแดง สมมติให้เท่ากับ R_1, R_2, \dots, R_7 และสีเขียวเท่ากับ G_1, G_2, \dots, G_6 และสีฟ้าเท่ากับ B_1, B_2, \dots, B_6

โดยที่

$$0 \leq R_1 < R_2 < R_3 < R_4 < R_5 < R_6 < R_7 \leq 63$$

$$0 \leq G_1 < G_2 < G_3 < G_4 < G_5 < G_6 < G_7 \leq 63$$

$$0 \leq B_1 < B_2 < B_3 < B_4 < B_5 < B_6 < B_7 \leq 63$$

ซึ่งสามารถแสดงลักษณะการจัดเรียงของข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีของ Color look-up table ได้ดังตาราง 4.2

INDEX	RED	GRE	BLU
0	R1	G1	B1
1	R1	G1	B2
2	R1	G1	B3
3	R1	G1	B4
4	R1	G1	B5
5	R1	G1	B6
6	R1	G2	B1
7	R1	G2	B2
8	R1	G2	B3
9	R1	G2	B4
10	R1	G2	B5
11	R1	G2	B6
↓	↓	↓	↓
244	R7	G5	B1
245	R7	G5	B2
246	R7	G5	B3
247	R7	G5	B4
248	R7	G5	B5
249	R7	G5	B6
250	R7	G6	B1
251	R7	G6	B2
252	R7	G6	B3
253	R7	G6	B4
254	R7	G6	B5
255	R7	G6	B6

ตาราง 4.2 แสดงข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีของ Color look-up table โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ใช้อัตราส่วนในการควอนไทซ์ข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์เท่ากับ 7:6:6
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดค่าของข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีทั้งสามของ Color look-up table กระทำโดยลักษณะดังนี้คือ

ให้

$$R_1, \dots, R_7 = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$G_1, \dots, G_6 = 0, 1, 2, 3, 4, 5$$

$$B_1, \dots, B_6 = 0, 1, 2, 3, 4, 5$$

ถ้าต้องการให้ภาพสีที่จะทำการแสดงมีสีค่อนข้างเข้ม ควรจะทำการสเกลค่า R, G, B ดังนี้

$$NR_n = (10 \times R_n) + 3 \quad ; (1 \leq n \leq 7)$$

$$NR_1, \dots, NR_7 = 3, 13, 23, 33, 43, 53, 63$$

แต่เราต้องการให้ภาพสีที่จะทำการแสดงมีความเข้มสีค่อนข้างมาก ซึ่งควรที่จะให้ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูลสีแต่ละสีมีความแตกต่างกันมากที่สุด จึงทำการกำหนดค่า NR_n ใหม่ให้เป็น '0' ฉะนั้น

$$NR_1, \dots, NR_7 = 0, 13, 23, 33, 43, 53, 63$$

$$NG_n = (12 \times G_n) + 3 \quad ; (1 \leq n \leq 6)$$

$$NG_1, \dots, NG_6 = 3, 15, 27, 39, 51, 63$$

เช่นเดียวกันกับข้อมูลสีของสีแดง ฉะนั้น

$$NG_1, \dots, NG_6 = 0, 15, 27, 39, 51, 63$$

$$NB_n = (12 \times B_n) + 3 \quad ; (1 \leq n \leq 6)$$

$$NB_1, \dots, NB_6 = 3, 15, 27, 39, 51, 63$$

เช่นเดียวกันกับข้อมูลสีของสีแสดและสีเขียว ฉะนั้น

$$NB_1, \dots, NB_6 = 0, 15, 27, 39, 51, 63$$

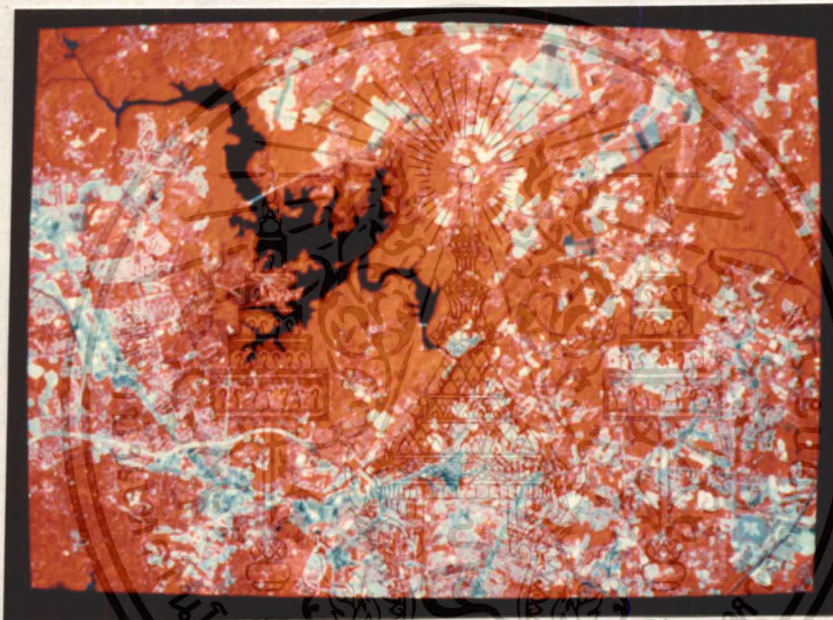
ซึ่งเมื่อนำข้อมูลสีในตัวแปร NR_n, NG_n, NB_n ไปกำหนดลงในรีจิสเตอร์สีทั้งสามแล้ว ข้อมูลสีในรีจิสเตอร์ทั้งสามจะมีลักษณะดังแสดงในตาราง 4.3

INDEX	RED	GRE	BLU
0	0	0	0
1	0	0	15
2	0	0	27
3	0	0	39
4	0	0	51
5	0	0	63
6	0	15	0
7	0	15	15
8	0	15	27
9	0	15	39
10	0	15	51
11	0	15	63
	13		
	23		
	33		
	43		
	53		
244	63	51	0
245	63	51	15
246	63	51	27
247	63	51	39
248	63	51	51
249	63	51	63
250	63	63	0
251	63	63	15
252	63	63	27
253	63	63	39
254	63	63	51
255	63	63	63

ตาราง 4.3 แสดงข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีทั้งสามซึ่งมีอัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 7:6:6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในโครงการเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการควอนไทซ์ข้อมูลภาพแบบหลายความถี่สามแบนด์คือ LOC.TM4 ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นข้อมูลภาพสำหรับแบนด์สีแดงและ LOC.TM3 ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นข้อมูลภาพสำหรับแบนด์สีเขียว และ LOC.TM1 ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นข้อมูลภาพสำหรับแบนด์สีน้ำเงิน ซึ่งเป็นภาพถ่ายดาวเทียมในระบบ TM ของดาวเทียม LANDSAT ด้วยความละเอียดของพิกเซลเท่ากับ 30 เมตร X 30 เมตร บริเวณอ่างเก็บน้ำในประเทศแคนาดาซึ่งทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์ด้วยอัตราส่วนของสีแดง:สีเขียว:สีน้ำเงิน เท่ากับ 7:6:6 และทำการแสดงผลบนระบบ VGA ซึ่งมีข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีทั้งสามของ Color look-up table ดังในตาราง 4.2 จะเห็นว่าภาพผลลัพธ์จะมีความเข้มของสีค่อนข้างสูงดังแสดงในรูป 4.7



รูป 4.7 แสดงภาพสีผลลัพธ์ซึ่งข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีทั้งสามมีค่าค่อนข้างสูงจากตาราง 4.3

แต่ถ้าต้องการให้ภาพสีที่จะทำการแสดงมีความเข้มสีค่อนข้างต่ำก็สามารถทำได้ โดยการสเกลอัตราส่วนของสีดังกล่าว ด้วยพารามิเตอร์ที่มีค่าน้อยๆ ซึ่งแสดงได้ดังนี้คือ

จาก

$$R_1, \dots, R_7 = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$G_1, \dots, G_6 = 0, 1, 2, 3, 4, 5$$

$$B_1, \dots, B_6 = 0, 1, 2, 3, 4, 5$$

ให้

$$NR_n = 4 \cdot R_n \quad ; (1 \leq n \leq 7)$$

$$NR_1, \dots, NR_7 = 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24$$

$$NG_n = 4 \cdot G_n + 4 \quad ; (1 \leq n \leq 6)$$

$$NG_1, \dots, NG_7 = 4, 8, 12, 16, 20, 24$$

กำหนดให้ NG_1 เป็น '0' ฉะนั้น $NG_1, \dots, NG_7 = 0, 8, 12, 16, 20, 24$

$$NB_n = 4 \cdot G_n + 4 \quad ; (1 \leq n \leq 6)$$

$$NB_1, \dots, NB_7 = 4, 8, 12, 16, 20, 24$$

กำหนดให้ NB_1 เป็น '0' ฉะนั้น $NB_1, \dots, NB_7 = 0, 8, 12, 16, 20, 24$

ซึ่งเมื่อนำข้อมูลสีในตัวแปร NR_n, NG_n, NB_n ไปกำหนดลงในรีจิสเตอร์สีทั้งสามแล้ว ข้อมูลสีในรีจิสเตอร์ทั้งสามจะมีลักษณะดังแสดงในตาราง 4.4

INDEX	RED	GRE	BLU
0	0	0	0
1	0	0	8
2	0	0	12
3	0	0	16
4	0	0	20
5	0	0	24
6	0	8	0
7	0	8	8
8	0	8	12
9	0	8	16
10	0	8	20
11	0	8	24
	-4		
	8		
	12		
	16		
	20		
244	24	20	0
245	24	20	8
246	24	20	12
247	24	20	16
248	24	20	20
249	24	20	24
250	24	24	0
251	24	24	8
252	24	24	12
253	24	24	16
254	24	24	20
255	24	24	24

ตาราง 4.4 แสดงข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีทั้งสามซึ่งมีอัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 7:6:6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเฉพาะเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการควอนไทซ์ข้อมูลภาพแบบหลายความถี่สามแบนด์ เช่นเดียวกันกับภาพผลลัพธ์ในรูป 4.7 แต่ได้กำหนดให้ข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีทั้งสามของ Color look-up table มีค่าค่อนข้างต่ำ ดังในตาราง 4.4 จะเห็นว่าภาพผลลัพธ์ที่แสดงในรูป 4.8 จะมีความเข้มสีค่อนข้างต่ำทั้งๆ ที่ได้มาจากการควอนไทซ์ข้อมูลภาพครั้งเดียวกันกับภาพในรูป 4.7



รูป 4.8 แสดงภาพสีผลลัพธ์ซึ่งข้อมูลสีในรีจิสเตอร์สีทั้งสามมีค่าค่อนข้างต่ำจากตาราง 4.4

4.4 การเปรียบเทียบผลการทดลองกับวิธีการให้อัตราส่วนของสีทั้งสามเป็น 8:8:4

โดยอาศัยเทคนิคการลดขนาดข้อมูลภาพ โดยวิธีตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนบนฮิสโตแกรมสามมิติของข้อมูลภาพสีแบบหลายความถี่ (Multispectral image) ที่มีขนาดข้อมูลภาพพิกเซลละ 8 บิตต่อหนึ่งแบนด์ เพื่อทำการสร้างบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสามนั้น จากการทดลองพบว่า เมื่อให้อัตราส่วนของข้อมูลสีทั้งสามแบนด์ของ R:G:B มีค่าเท่ากับ 7:6:6 จะให้รายละเอียดของภาพและความเป็นเชิงเส้นทางสีทั้งสามดีที่สุด เพราะด้วยอัตราส่วนของสีดังกล่าวข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์ถูกให้ความสำคัญเกือบเท่าเทียมกันในการนำมาประกอบกันขึ้นเป็นรูปสีแบบ RGB ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นต่อน้ำหนักการทดลองดังแสดงไว้ในเอกสารอ้างอิง[5] ในภาคผนวก ก. ส่วนด้านการคำนวณว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 4.9 ซึ่งได้ทำการแสดงขั้นตอนและการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของข้อมูลภาพสามแบนด์ คือ LOC.TM4, LOC.TM3, LOC.TM1 ซึ่งถูกใช้เป็นข้อมูลสีสำหรับสีแดง, สีเขียว, สีน้ำเงิน ตามลำดับ เพื่อทำการสร้างบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสามด้วยอัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 7:6:6 และข้อมูลภาพมีขนาดพิกเซลละ 8 บิต และขนาดภาพเท่ากับ 640x480 พิกเซลซึ่ง..

ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของไฟล์ LOC.TM4 สำหรับแบนด์สีแดง และจำนวนพิกเซลที่ถูกจัดอยู่ในแต่ละช่วงของขั้นตอนการมีดังต่อไปนี้

thresh[1] =	0	มีจำนวน	9824	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	0
thresh[2] =	41	มีจำนวน	2626	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	1
thresh[3] =	62	มีจำนวน	13344	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	2
thresh[4] =	83	มีจำนวน	65400	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	3
thresh[5] =	104	มีจำนวน	105979	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	4
thresh[6] =	125	มีจำนวน	90045	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	5
	146	มีจำนวน	19894	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	6

ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของไฟล์ LOC.TM3 สำหรับแบนด์สีเขียวและจำนวนพิกเซลที่ถูกจัดอยู่ในแต่ละช่วงของขั้นตอนการมีดังต่อไปนี้

thresh[1] =	0	มีจำนวน	104008	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	0
thresh[2] =	34	มีจำนวน	110061	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	1
thresh[3] =	50	มีจำนวน	59187	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	2
thresh[4] =	68	มีจำนวน	20827	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	3
thresh[5] =	84	มีจำนวน	7739	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	4
	99	มีจำนวน	5378	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	5

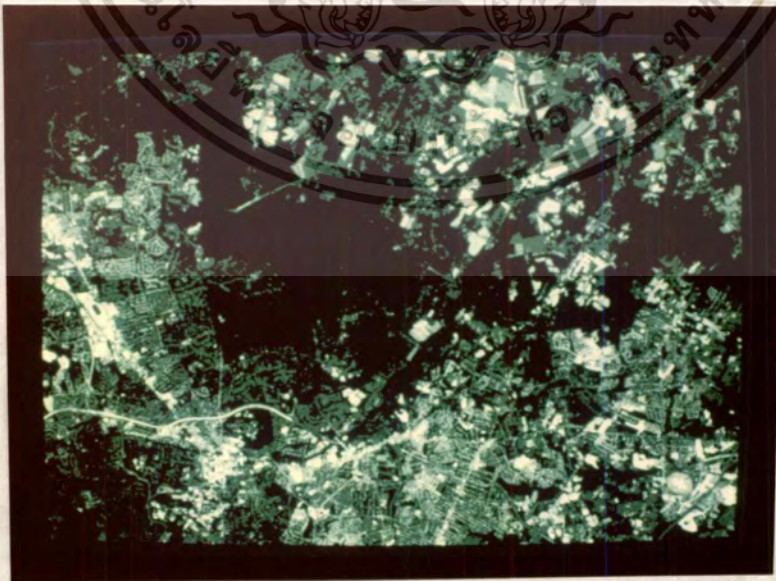
ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของไฟล์ LOC.TM1 สำหรับแบนด์สีฟ้าและจำนวนพิกเซลที่ถูกจัดอยู่ในแต่ละช่วงของขั้นตอนการมีดังต่อไปนี้

thresh[1] =	0	มีจำนวน	99499	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	0
thresh[2] =	99	มีจำนวน	124860	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	1
thresh[3] =	114	มีจำนวน	52635	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	2
thresh[4] =	129	มีจำนวน	18600	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	3
thresh[5] =	142	มีจำนวน	5933	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	4
	153	มีจำนวน	5733	พิกเซล	มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ	5

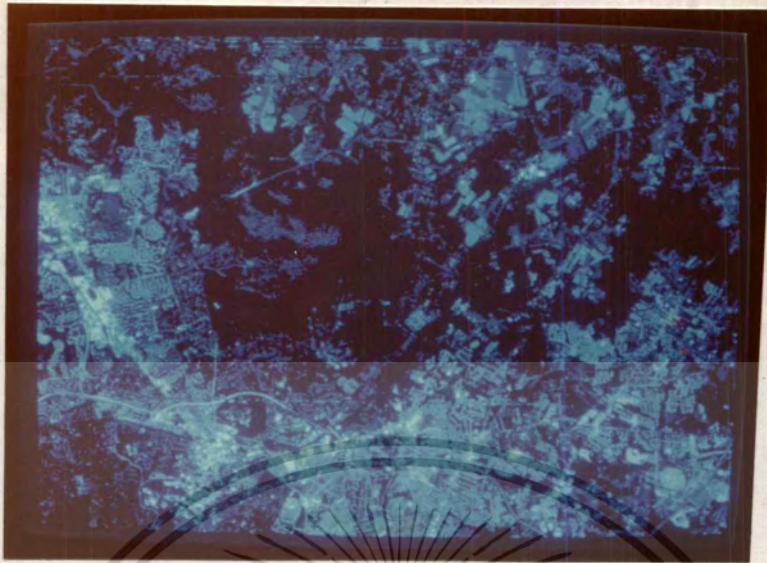
ข้อมูลภาพแบนด์สีแดงจะมีความแตกต่างของค่าระดับสีเทาทั้งสิ้น 7 ระดับ ข้อมูลภาพแบนด์สีเขียวจะมีความแตกต่างของค่าระดับสีเทาทั้งสิ้น 6 ระดับ และข้อมูลภาพแบนด์สีฟ้าจะมีความแตกต่างของค่าระดับสีเทาทั้งสิ้น 6 ระดับ เมื่อนำข้อมูลภาพผลลัพธ์ดังกล่าวซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 6 ในแบนด์สีแดงและ 0 ถึง 5 ในแบนด์สีเขียวและสีฟ้าไปทำการสเกลให้เป็นข้อมูลสีตั้งในตาราง 4.3 แล้วทำการแสดงผลแบบภาพโมโนโครมจะได้ผลแสดงดังในรูป 4.10



(a) แบนด์สีแดง 7 ระดับ

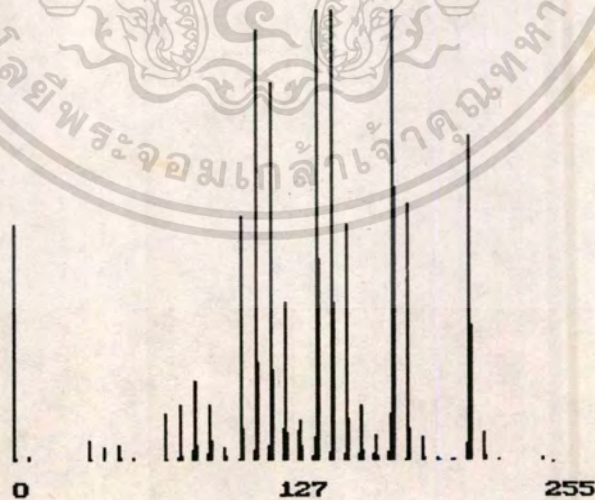


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรน้ำเขื่อนลพบุรีเพื่อประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



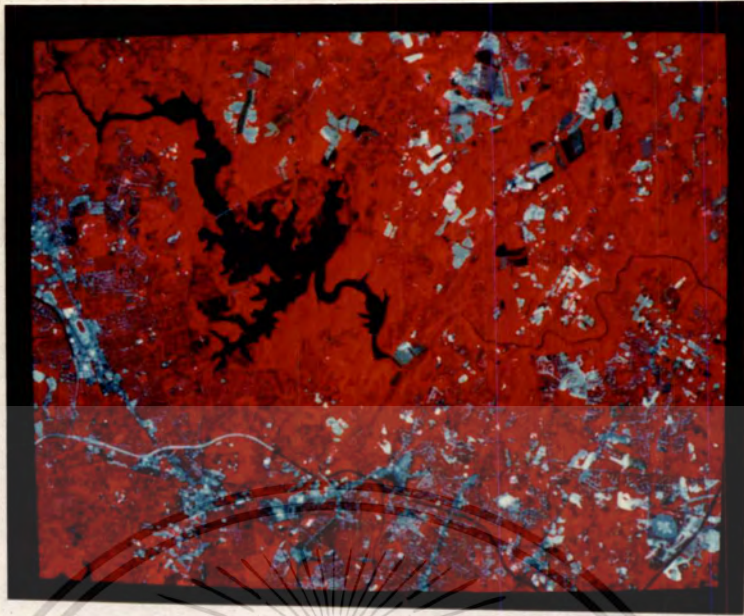
(c) แบนด์สีฟ้า 6 ระดับ

รูป 4.10 แสดงภาพแบบโมโนโครมของข้อมูลภาพแต่ละแบนด์จากการควอนไทซ์ข้อมูลภาพด้วยอัตราส่วน RGB เท่ากับ 7:6:6



รูปที่ 4.11 แสดงฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพผลลัพธ์ของภาพสีผสมที่ได้จากการแปลงข้อมูลโดยใช้บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสามทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นตัวอย่างของสี RGB เท่ากับ 7:6:6 ศึกษานั่น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงภาพผลลัพธ์ลักษณะ RGB แบบภาพสีเท็จ(False color) จากวิธีการสร้างบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสามด้วยอัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 7:6:6

thresh[4] = 77 มีจำนวน 36091 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 3
 thresh[5] = 96 มีจำนวน 91413 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 4
 thresh[6] = 115 มีจำนวน 95708 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 5
 thresh[7] = 134 มีจำนวน 95734 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 6
 153 มีจำนวน 8673 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 7

ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของไฟล์ LOC.TM3 สำหรับแบนด์สีเขียวและจำนวนพิกเซลที่ถูกจัดอยู่ในแต่ละช่วงของฮิสโตแกรม มีดังต่อไปนี้

thresh[1] = 0 มีจำนวน 79587 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 0
 thresh[2] = 32 มีจำนวน 112306 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 1
 thresh[3] = 46 มีจำนวน 57880 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 2
 thresh[4] = 59 มีจำนวน 29008 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 3
 thresh[5] = 71 มีจำนวน 14525 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 4
 thresh[6] = 83 มีจำนวน 7516 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 5
 thresh[7] = 96 มีจำนวน 3509 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 6
 111 มีจำนวน 2869 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 7

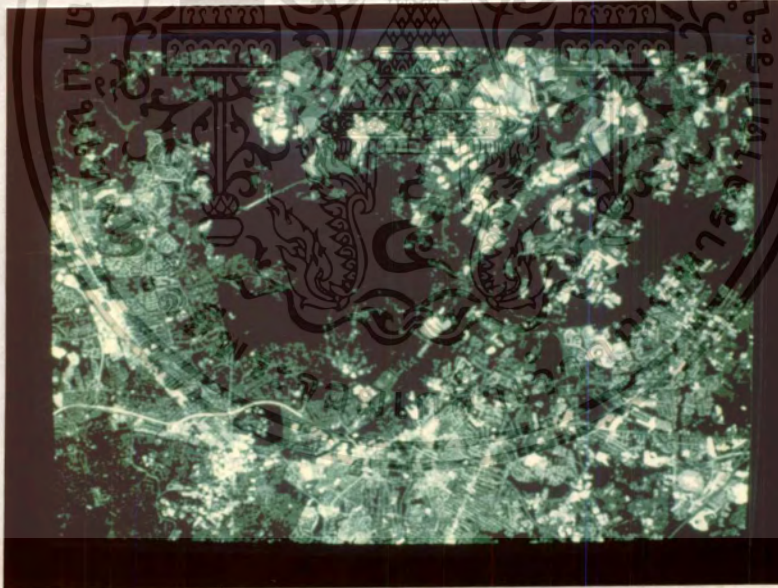
ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของไฟล์ LOC.TM1 สำหรับแบนด์สีฟ้าและจำนวนพิกเซลที่ถูกจัดอยู่ในแต่ละช่วงของฮิสโตแกรม มีดังต่อไปนี้

thresh[1] = 0 มีจำนวน 147351 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 0
 thresh[2] = 103 มีจำนวน 90394 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 1
 thresh[3] = 117 มีจำนวน 45427 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 2
 132 มีจำนวน 34028 พิกเซล มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ 3

จะเห็นว่าข้อมูลภาพผลลัพธ์แต่ละแบนด์ที่ได้หลังจากการควอนไทซ์แล้วจะมีลักษณะดังนี้คือ ข้อมูลภาพแบนด์สีแดงจะมีความแตกต่างของค่าระดับสีเทาทั้งสิ้น 8 ระดับ ข้อมูลภาพแบนด์สีเขียวจะมีความแตกต่างของค่าระดับสีเทาทั้งสิ้น 8 ระดับ และข้อมูลภาพแบนด์สีฟ้าจะมีความแตกต่างของค่าระดับสีเทาทั้งสิ้น 4 ระดับ เมื่อนำข้อมูลภาพผลลัพธ์ดังกล่าวซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 7 ในแบนด์สีแดงและ 0 ถึง 3 ในแบนด์สีเขียวและสีฟ้าไปทำการสเกลให้เป็นข้อมูลสีดังในตาราง 4.3 แล้วทำการแสดงผลแบบภาพโมโนโครมจะได้ผลแสดงดังในรูป 4.14

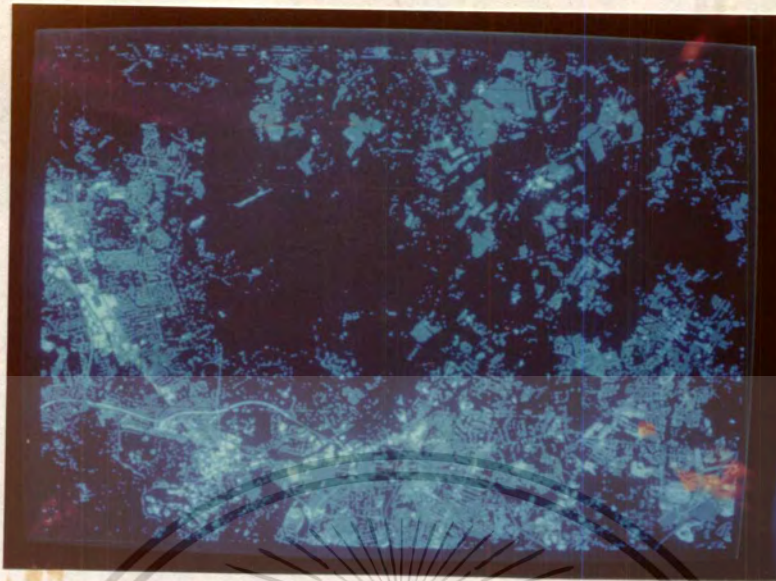


(a) แบนด์สีแดง 8 ระดับ



(b) แบนด์สีเขียว 8 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(c) แบนด์สีฟ้า 4 ระดับ

รูป 4.14 แสดงภาพแบบโมโนโครมของข้อมูลภาพแต่ละแบนด์จากการควอนไทซ์ข้อมูลภาพด้วยอัตราส่วน RGB เท่ากับ 8:8:4



รูปที่ 4.15 แสดงฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพผลลัพธ์ของภาพสีผสมที่ได้จากการแปลงข้อมูลโดยใช้บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสามทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพด้วยอัตราส่วนของสี RGB เท่ากับ 8:8:4

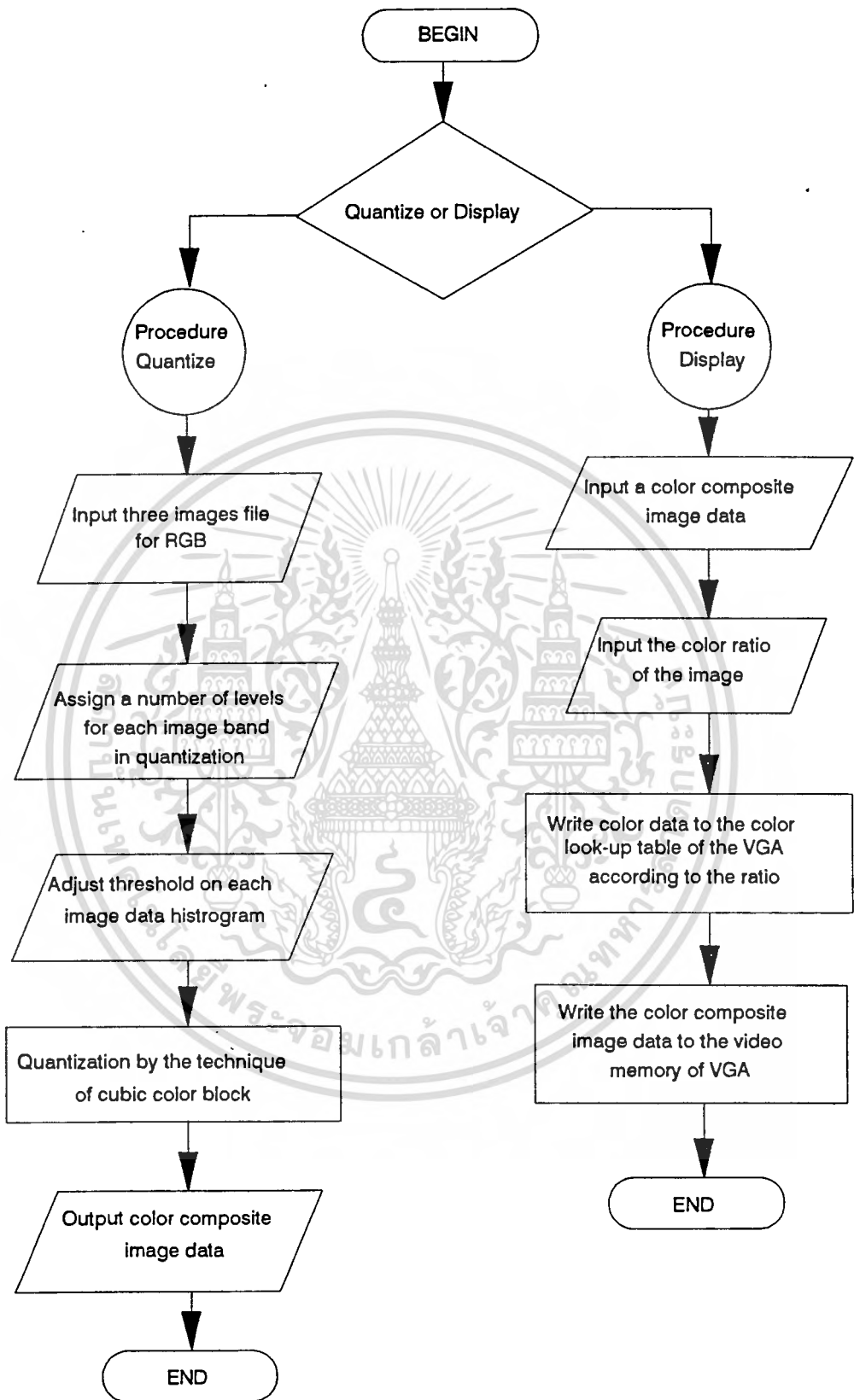
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดงภาพผลลัพธ์ลักษณะ RGB แบบภาพสีเท็จ(False color) จากวิธีการสร้างบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสามด้วยอัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 8:8:4

จากภาพผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการสร้างบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติบนแกนสีทั้งสามโดยใช้อัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 7:6:6 และ 8:8:4 นั้น ดังในรูป 4.11 และรูป 4.14 บังคับรักษารายละเอียดและคุณสมบัติของข้อมูลภาพดั้งเดิมไว้ได้ดีกว่าวิธีการที่ใช้อัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 8:8:4 ซึ่งอาจจะสังเกตได้จากข้อมูลสีขาที่เป็นสะพานข้ามทะเลสาบในภาพแบบวิธี 8:8:4 แทนจะสังเกตด้วยตาเปล่าไม่ได้เลย เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะวิธีการใช้อัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 8:8:4 นั้น ข้อมูลภาพในแบนด์ที่สามหรือแบนด์สำหรับสีน้ำเงินถูกลดความสำคัญลงไปอย่างมากนั้นเมื่อทำการทรานฟอร์มข้อมูลแล้ว รายละเอียดบางส่วนในภาพจะถูกกำจัดหายไป ถึงแม้ว่าจะมีคอมบิเนชันของสีได้แตกต่างกันถึง 256 ก็ตาม ในวิธีการใช้อัตราส่วนของ RGB เท่ากับ 7:6:6 นั้น ถึงคอมบิเนชันของข้อมูลจะเท่ากับ $7 \times 6 \times 6 = 252$ ระดับก็ตาม แต่เมื่อเทียบกับความเป็นเชิงเส้นที่สีของอัตราส่วนสีทั้งสามพบว่า วิธีแบบ 7:6:6 มีประสิทธิภาพมากกว่า ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการตีความหมายทางสายตาด้วย อย่างไรก็ตามวิธีการแสดงภาพสีบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยวิธีที่นำมาเสนอนี้ ก็ไม่ได้จำกัดการใช้งานแต่เฉพาะข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเท่านั้น แต่ยังคงสามารถประยุกต์ใช้กับข้อมูลภาพสีใดๆก็ได้ที่ต้องการให้ความสำคัญของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผังการทำงานตามโปรแกรมในภาคผนวก ข. และภาคผนวก ค. ซึ่งถูกใช้ในการควอนไทซ์

ข้อมูลภาพแบบหลายความถี่แล้วทำการแสดงผลในลักษณะภาพสี RGB แบบสี่เท็จบระบบแสดงผลแบบ VGA ของไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบไว้ส่วนหนึ่งการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

เทคนิคการลดขนาดข้อมูลโดยใช้บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยน

จากที่กล่าวมาในบทที่ 4 นั้นเป็นการนำภาพถ่ายดาวเทียมแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral) ขึ้นแสดงผลแบบภาพสีเท็จ (False color composite) บนระบบแสดงผลแบบ VGA ซึ่งก็ต้องอาศัยการประมวลผลข้อมูลภาพในระดับหนึ่งเพื่อที่จะทำการควอนไทซ์ข้อมูลสีจากข้อมูลภาพแบนด์ต่างๆ ที่คิดว่าสามารถแสดงข้อมูลข่าวสารและคุณสมบัติที่สำคัญๆ ของภาพจริงไว้ได้อย่างดีที่สุด อย่างไรก็ตามการแสดงผลภาพถ่ายดาวเทียมแบบภาพสีเท็จ (False color) บนระบบแสดงผลแบบ EGA ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ยังคงจำเป็นอยู่เพราะในปัจจุบัณยังมีหน่วยราชการอีกมากที่จำเป็นต้องใช้ประโยชน์จากภาพถ่ายดาวเทียม แต่ขาดระบบในการแสดงผลที่ดีพอ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะมีราคาค่อนข้างสูง ในขณะที่เดียวกันกับหน่วยงานเหล่านั้นมักจะมีเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีระบบแสดงผลเป็นแบบ EGA กันอยู่แล้วเพราะมีราคาค่อนข้างถูก ดังนั้นถ้ามีการประมวลผลที่จะทำการลดขนาดข้อมูลให้เหลือเพียง 4 บิตต่อพิกเซลก็จะสามารถแสดงผลข้อมูลภาพสีของภาพถ่ายดาวเทียมได้ แต่ทราบกันดีว่าการแสดงผลสีบนมอนิเตอร์สีระบบ EGA นั้นค่อนข้างที่จะมีความยากลำบากอยู่มากเพราะระบบ EGA มีข้อจำกัดสำคัญเกี่ยวกับขนาดของหน่วยความจำบนการ์ดของระบบแสดงผลซึ่งได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.3 ระบบแสดงผลแบบ EGA นั้นสามารถแสดงความแตกต่างทางสีได้เป็นจำนวนจำกัดคือแต่ละจุดภาพแสดงสีได้เพียง 16 สีจาก palette สีที่เป็นไปได้ทั้งหมด 64 สี ซึ่งเห็นว่าจะต้องใช้การประมวลผลข้อมูลอีกวิธีหนึ่งเพื่อทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพจากทั้งสามแบนด์ และในขณะที่เดียวกันก็ควรจะแสดงสีได้อย่างใกล้เคียงกับข้อมูลภาพดั้งเดิมอีกด้วย ทั้งนี้ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีคุณภาพในขั้นที่ยอมรับและสามารถนำไปใช้งานได้ ถึงแม้ว่าไม่ดีเท่ากับการแสดงผลสีของภาพถ่ายดาวเทียมบนระบบ VGA ก็ตาม

โดยปกติภาพถ่ายดาวเทียมแบบหลายช่วงคลื่นนั้นภาพหนึ่งๆ จะประกอบไปด้วยข้อมูลภาพหลายๆแบนด์ซึ่งแต่ละแบนด์มักจะมีขนาดข้อมูลภาพเท่ากับ 8 บิตต่อพิกเซล แต่ palette สีในระบบแสดงผลแบบ EGA ดังแสดงไว้ในหัวข้อ 3.3 นั้นแต่ละพิกเซลจะสามารถแสดงความแตกต่างทางสีได้เพียง 16 สีพร้อมกัน ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วทั้ง 16 สีของแต่ละพิกเซลจะประกอบสีที่แตกต่างกันเพียง 8 สีเป็นจำนวน 2 ชุดโดยที่ 8 สีของชุดแรกจะมีความสว่างน้อยกว่า 8 สีของชุดที่สอง ฉะนั้นความแตกต่างของสีที่สามารถแสดงได้จริงๆ บนระบบการแสดงผลแบบ EGA ก็คือ 8 ระดับความแตกต่างสีเท่านั้น นั่นหมายความว่าในการแสดงผลสีใดๆ ขนาดของข้อมูลภาพสามารถ

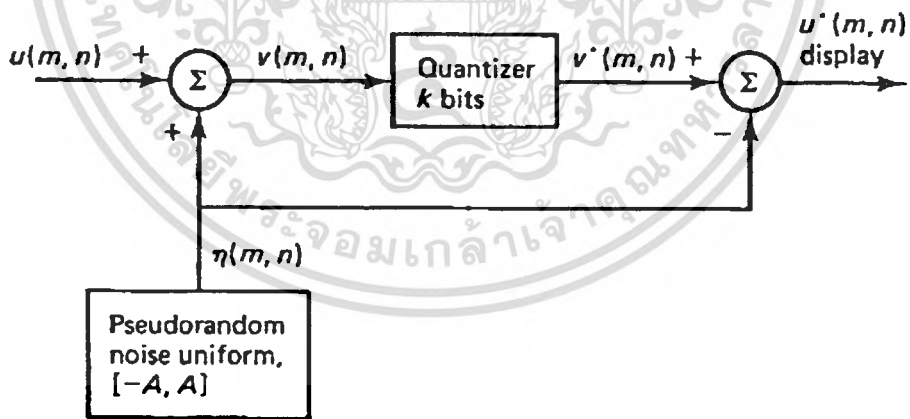
ถูกลดลงได้เล็กที่สุดเหลือเพียงขนาด 3 บิตต่อพิกเซลได้โดยที่ยังสามารถแสดงลักษณะของภาพสีที่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบไปด้วยข้อมูลภาพของแบนด์สีแดง, แบนด์สีเขียวและแบนด์สีน้ำเงิน ณ จุดนี้เองทำให้พบว่าระบบการแสดงผลคุณภาพทำอย่างระบบ EGA ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็ยังสามารถแสดงผลสีของภาพถ่ายดาวเทียมแบบภาพสีเท็จได้ถ้าเรามีวิธีการประมวลผลข้อมูลภาพใดๆ ที่สามารถแปลงข้อมูลหรือลดขนาดของข้อมูลภาพจาก 8 บิตต่อพิกเซลจากข้อมูลภาพสามแบนด์ที่ถูกเลือกใช้สำหรับเป็นข้อมูลภาพแบนด์สีแดง, แบนด์สีเขียวและแบนด์สีน้ำเงินให้เหลือเพียงข้อมูลขนาด 1 บิตต่อพิกเซลจากข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์ ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลแล้วจะมีขนาดเพียง 3 บิตต่อพิกเซลซึ่งก็ยังคงสามารถรักษารายละเอียดและคุณสมบัติของภาพจริงเอาไว้ได้ค่อนข้างดีมาก ในการควอนไทซ์ข้อมูลภาพจากข้อมูล 8 บิตต่อพิกเซลลงเหลือข้อมูลภาพขนาดหนึ่งบิตต่อพิกเซลนี้ได้อาศัยลักษณะการควอนไทซ์ข้อมูลตามแนวความคิดแบบวิธี Dither ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการควอนไทซ์ข้อมูลภาพแบบโมโนโครมเพื่อนำข้อมูลภาพขึ้นแสดงผลและส่งข้อมูลออกไปยังเครื่องพิมพ์ได้ ดังนั้นในบทที่ 5 นี้จะอธิบายถึงการประยุกต์ใช้วิธีการควอนไทซ์ข้อมูลภาพแบบวิธี Dither เพื่อเป็นเทคนิคในการลดขนาดข้อมูลภาพสีของภาพถ่ายดาวเทียมแบบหลายช่วงคลื่นในลักษณะภาพสีเท็จ (False color composite)[8] โดยละเอียดต่อไป

5.1 คุณสมบัติของข้อมูลภาพผลลัพธ์ที่เกิดจากการประมวลผลข้อมูลโดยวิธี Dither

เทคนิคในการลดขนาดข้อมูลภาพโดยใช้บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่ได้นำเสนอขึ้นมาจากการประยุกต์วิธีการ Pseudorandom noise quantization [6] ซึ่งถูกใช้ในการควอนไทซ์ค่าระดับสีเทาของข้อมูลภาพแบบโมโนโครม โดยปกตินั้นในภาพแบบโมโนโครมทุกๆ ไปอาจจะมีการระดับสีเทาแปรเปลี่ยนไปตามรายละเอียดของภาพนั้นๆ ได้แก่ภาพแบบ 64, 128 หรือ 256 ระดับสีเทา ซึ่งถ้านำข้อมูลภาพดังกล่าวไปทำการแสดงผลบนมอนิเตอร์แบบคอมพิวเตอร์แล้วจะสามารถนำข้อมูลภาพดังกล่าวขึ้นแสดงผลได้โดยที่สามารถแสดงค่าระดับสีเทาของข้อมูลภาพนั้นๆ ได้อย่างครบถ้วน ภาพผลลัพธ์ที่ถูกแสดงผลจะมีลักษณะค่อนข้างสมบูรณ์ ซึ่งในการแสดงผลภาพแบบโมโนโครมที่สมบูรณ์นั้น เราจะไม่สามารถสังเกตเห็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Contour ได้โดยง่ายเลย เพราะข้อมูลภาพที่มีค่าระดับสีเทาขนาดนั้นจะมีระดับความแตกต่างของการควอนไทซ์ละเอียดมาก แต่ปัญหาจะเกิดขึ้นในกรณีที่เราต้องการพิมพ์ภาพระดับสีเทานั้นออกไปยังเครื่องพิมพ์ใดๆ ซึ่งเราทราบดีกันอยู่แล้วว่าเครื่องพิมพ์ของไมโครคอมพิวเตอร์ทุกชนิดที่ใช้กันอยู่นั้นไม่สามารถพิมพ์ข้อมูลแต่ละจุดในลักษณะของค่าระดับสีเทาได้เลย ฉะนั้นจึงเป็นไปไม่ได้ที่จะส่งข้อมูลภาพใดๆ ที่มีค่าระดับสีเทาไปแสดงบนเอกสารโดยใช้เครื่องพิมพ์ได้โดยตรง ในปัจจุบันในการส่งข้อมูลภาพ

ระดับสีเทาไปทั้งหมดบนเครื่องพิมพ์ใดๆ จะต้องอาศัยการประมวลผลข้อมูลภาพที่ถูกแสดงบนมอนิเตอร์ โดยที่ใช้เทคนิค Pseudorandom noise ในการผลิตภาพแบบ Halftone ภาพแบบ Halftone ที่ได้นั้นแท้จริงแล้วก็คือภาพแบบไบนารีนั่นเองซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลภาพเพียงสองระดับคือ 0 กับ 1 เพียงแต่ภาพแบบ Halftone จะมีลักษณะในการจัดเรียงข้อมูลที่แตกต่างกันไปจากภาพแบบไบนารีธรรมดาทุกๆ ไปเพราะภาพไบนารีแบบ Halftone จะสามารถทำให้สายตามองเห็นภาพที่มีลักษณะเป็นภาพแบบมีค่าระดับสีเทาได้ เหตุที่ภาพไบนารีแบบ Halftone สามารถแสดงค่าระดับสีเทาได้นั้นเป็นเพราะภาพไบนารีนี้ได้มาจากการที่เราแทรกข้อมูลภาพในส่วนที่เป็น Pseudorandom noise ลงไปในข้อมูลภาพแบบมีค่าระดับสีเทาก่อน แล้วจึงนำข้อมูลภาพผลลัพธ์ไปผ่านขั้นตอนควอนไทซ์ภาพเพื่อให้ได้ภาพไบนารีแบบ Halftone ออกมา Pseudorandom noise ที่นำไปแทรกลงบนข้อมูลภาพดังกล่าวนี้ถูกเรียกว่า Dither นอกจากนี้ Pseudorandom noise ยังถูกใช้เป็นเทคนิคในการกำจัดบริเวณของภาพที่เป็นขอบได้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้เรียกว่า Pseudorandom noise quantization บล็อกโคเดแกรมของขั้นตอนการทำ Pseudorandom noise quantization และขั้นตอนการผลิตข้อมูลภาพไบนารีแบบ Halftone สามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 [6]



รูปที่ 5.1 แสดงบล็อกโคเดแกรมของ

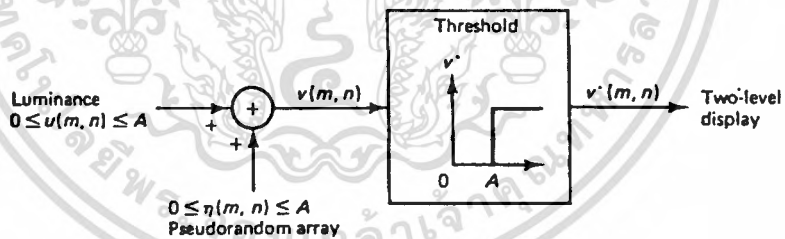
วิธี Pseudorandom noise quantization

โดยที่ $u(m, n)$ คือ ข้อมูลภาพหรือข้อมูลความสว่างของแต่ละจุดภาพ ณ พิกัด (m, n) ใดๆ ซึ่งค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เฉพาะในวงจำกัดเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$u(m,n)$ คือ ข้อมูล dither หรือ Pseudorandom noise ณ พิกัด (m,n) ใดๆ
 $v^*(m,n)$ คือ ข้อมูลภาพที่มีข้อมูล dither รวมอยู่ด้วยซึ่งได้จากการควอนไทซ์ให้เป็น
 ข้อมูลขนาด k บิต
 $u^*(m,n)$ คือ ข้อมูลภาพขนาด k บิตที่ได้จากการควอนไทซ์และกำจัดข้อมูล dither
 ที่นำไปรวมไว้ก่อนแล้ว

จากรูปที่ 5.1 คือขั้นตอน Pseudorandom noise quantization ซึ่งจัดเป็นวิธี
 หนึ่งที่ใช้ในการกำจัดบริเวณที่เป็น Contour ในภาพหรือเรียกว่า Method of suppressing
 contouring effect [7] ซึ่งจะเห็นว่าบริเวณของภาพที่มีลักษณะเป็น Contour จะถูก
 กำจัดโดยการแทรกข้อมูลภาพที่เป็น Pseudorandom noise หรือ Dither เข้าไปรวมกับข้อมูล
 ภาพเดิมโดยที่การแทรก Dither นี้จะเลือกแทรกในบริเวณของภาพที่มีลักษณะ Low luminance
 gradients ซึ่งถือว่าเป็นบริเวณที่ทำให้เกิด Contour ภายใต้อุปกรณ์แสดงผลข้อมูลภาพผล
 ลัพท์นั้นข้อมูลภาพที่เป็น Dither ที่ได้ทำการแทรกเข้าไปนั้นจะไม่ทำให้ค่าเฉลี่ยของค่าระดับสีเทา
 ในบริเวณนั้นๆ เปลี่ยนแปลง ซึ่งการทำเช่นนี้สามารถสรุปได้ว่าเป็นวิธีการที่ทำให้บริเวณที่เป็นขอบ
 เทียมของภาพ (Spurious contour) ถูกทำลายไปและทำให้ภาพที่ได้มีลักษณะกลมกลืนกัน



$$H_1 = \begin{bmatrix} 40 & 60 & 150 & 90 & 10 \\ 80 & 170 & 240 & 200 & 110 \\ 140 & 210 & 250 & 220 & 130 \\ 120 & 190 & 230 & 180 & 70 \\ 20 & 100 & 160 & 50 & 30 \end{bmatrix}$$

รูป 5.2 แสดงไคโอะแกรมของ Digital halftone generating

โดยที่ $u(m,n)$ คือ ข้อมูลภาพหรือข้อมูลความสว่างของแต่ละจุดภาพ ณ พิกัด (m,n) ใดๆ
 ซึ่งค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง A

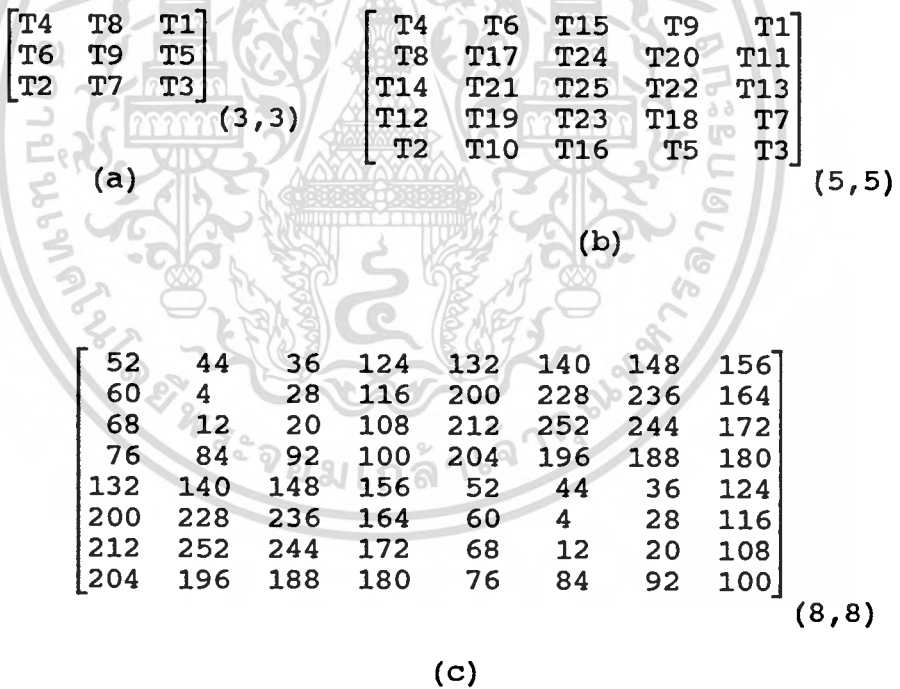
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ขออนุญาต
 จากเจ้าของลิขสิทธิ์ถือว่าผิดกฎหมาย

$n(m,n)$ คือ ข้อมูล dither หรือ Pseudorandom noise ณ พิกัด (m,n) ใดๆ
H1 คือ Array หรือ บล็อกของ dither ที่จะนำไปรวมกับข้อมูลภาพต้นฉบับ
 $v'(m,n)$ คือ ข้อมูลภาพไบนารีผลลัพธ์ที่ได้จากการควอนไทซ์โดยการตั้งค่าขีดเริ่ม-
เปลี่ยนให้กับข้อมูลภาพ $v(m,n)$

จากรูป 5.2 แสดงถึงการใช้เทคนิค Pseudorandom noise ในวิธีการ Digital halftone generating หรือในทางปฏิบัติก็คือการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนร่วมกับวิธีการแทรกข้อมูลภาพ Dither เข้าไปกับข้อมูลภาพเดิมเพื่อทำการสร้างภาพไบนารีแบบ Halftone ออกมา โดยที่เริ่มแรกเราต้องกำหนดข้อมูลภาพที่จะนำไปเป็น Dither ก่อนซึ่งยกตัวอย่างดังแสดงใน array H1 จากนั้นจึงนำบล็อกของ dither (Array H1) นี้ไปวางทาบลงบนมุมซ้ายบนสุดของระนาบข้อมูลภาพ แล้วทำการรวมข้อมูลภาพและข้อมูล dither เข้าด้วยกันแบบพิกเซลต่อพิกเซลที่มีพิกัดตรงกัน ซึ่งจะต้องทำเช่นนี้เรื่อยไปจนหมดทั้งระนาบของข้อมูลภาพ ขั้นตอนสุดท้ายจึงทำการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนให้แก่ข้อมูลภาพทุกๆ พิกเซล ซึ่งอาจจะให้เท่ากับค่าสูงสุดของข้อมูลภาพต้นฉบับก็ได้ โดยที่ถ้าข้อมูลภาพของพิกเซลใดมากกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยนก็ทำการแปลงให้ข้อมูลภาพนั้นๆ เท่ากับ '1' ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อมูลภาพของพิกเซลใดน้อยกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยนก็ทำการแปลงให้ข้อมูลภาพนั้นๆ เท่ากับ '0' ซึ่งภาพผลลัพธ์แบบ Halftone จะแสดงได้ดังในเอกสารอ้างอิง[9] ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าการควอนไทซ์ข้อมูลภาพด้วยวิธี Digital halftone generating จะทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นภาพไบนารีที่สามารถแสดงเป็นภาพที่มีค่าระดับสีเทาได้

5.2 การลดขนาดข้อมูลภาพโดยใช้บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยน

จากที่กล่าวถึงวิธีการสร้างภาพไบนารีแบบ Halftone มาในหัวข้อ 5.1 นั้น จะเห็นว่าแรกเริ่มเราจะต้องทำการกำหนด array หรือ บล็อก สำหรับเก็บข้อมูลภาพที่เป็น Dither ก่อนโดยที่บล็อกดังกล่าวจะมีมิติขนาดใหญ่หรือเล็กเป็นเท่าไรก็ได้ แล้วแต่ลักษณะของข้อมูลภาพดั้งเดิมที่จะนำข้อมูลภาพที่เป็น Dither ไปทำการรวมเข้าไป บล็อกข้อมูล Dither ดังกล่าวต้องมีลักษณะ เป็นบล็อกสองมิติที่มีขนาดสมมาตรกันเพราะ เมื่อนำบล็อกข้อมูล Dither ไปรวมกับข้อมูลภาพเดิมแล้วจะไม่ทำให้เกิดอัตราส่วนของความกว้างและความสูงของภาพเดิมเสียไปและไม่ทำให้เกิดข้อมูลภาพในลักษณะสัญญาณรบกวนเป็นเส้นทั้งตามแนวตั้งและตามแนวนอน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดเรียงข้อมูล Dither ภายในบล็อกด้วย ตัวอย่างของการเลือกขนาดและลักษณะการจัดเรียงข้อมูล Dither ของบล็อกข้อมูลภาพที่เป็น Dither แสดงได้ดังรูป 5.3

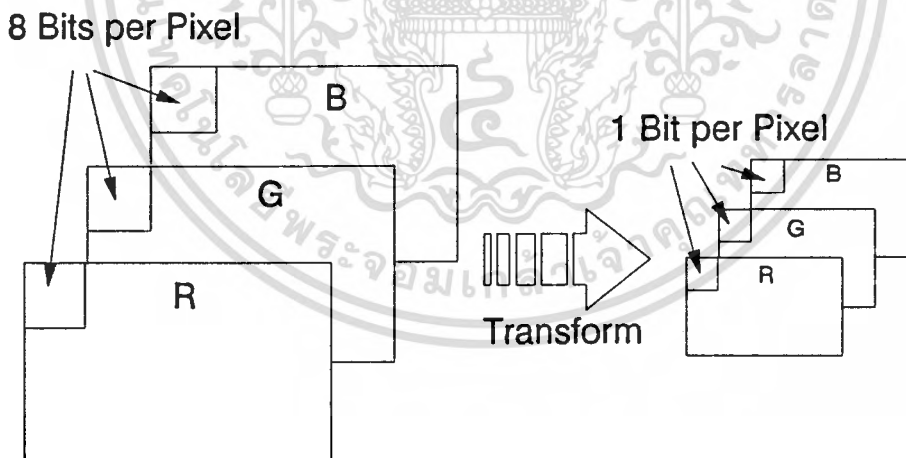


รูป 5.3 แสดงลักษณะการจัดเรียงข้อมูล Dither สำหรับบล็อกขนาดต่างๆ

จากรูป 5.3 จะเห็นว่าบล็อกข้อมูล Dither สามารถกำหนดให้มีขนาดแตกต่างกันไป แต่ขนาดของบล็อกจะต้องสมมาตรกัน สำหรับการจัดเรียงข้อมูล Dither ภายในบล็อกนั้นจะไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกวางตัวจากค่าน้อยไปหาค่ามากและมีตำแหน่งอยู่ตรงกันข้ามกันเสมอสำหรับข้อมูลที่มีค่าใกล้เคียงกัน ผลของขนาดของบล็อกข้อมูล Dither ที่มีต่อภาพไบนารีแบบ Halftone ก็คือบล็อกข้อมูล Dither ที่มีขนาดใหญ่เมื่อกู้ไปรวมกับข้อมูลภาพเดิมแล้วทำการควอนไทซ์ออกมาจะได้ภาพไบนารีแบบ Halftone ที่มีลักษณะค่อนข้างนุ่มนวลกว่าการใช้บล็อกข้อมูล Dither ที่มีขนาดเล็ก แต่อย่างไรก็ตามในการเลือกขนาดของบล็อกข้อมูล Dither นั้นจะต้องคำนึงถึงลักษณะของภาพดั้งเดิมเป็นสำคัญ

จากตัวอย่างที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่าวิธีการ Dither นั้นสามารถทำให้การควอนไทซ์ข้อมูลภาพใดๆที่มีค่าระดับสีเทาหลายระดับให้เหลือเพียงข้อมูลภาพที่มีค่าระดับสีเทาเพียง 2 ระดับ โดยที่ยังสามารถรักษารายละเอียดของภาพและคุณสมบัติส่วนใหญ่ของภาพเอาไว้ได้ค่อนข้างมาก ตรงตามจุดประสงค์ที่จะพยายามควอนไทซ์ข้อมูลภาพสี ซึ่งในการแสดงผลภาพสีนั้นจะต้องใช้ข้อมูลภาพสีทั้งหมดสามแบนด์ซึ่งแต่ละพิกเซลจะประกอบด้วยข้อมูลภาพแบนด์ละ 8 บิต ให้เหลือข้อมูลภาพเพียงบิตเดียว(สองระดับ)ของข้อมูลภาพแต่ละแบนด์ สำหรับทุกๆ พิกเซลโดยการประยุกต์ใช้บล็อกข้อมูล Dither มาเป็นบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติขนาด 2x2 จุดต่อบล็อกเพื่อที่จะทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพแต่ละแบนด์สีซึ่งมีขนาด 8 บิตต่อพิกเซล ลักษณะการแปลงข้อมูล(transform) แสดงได้ดังรูป 5.4

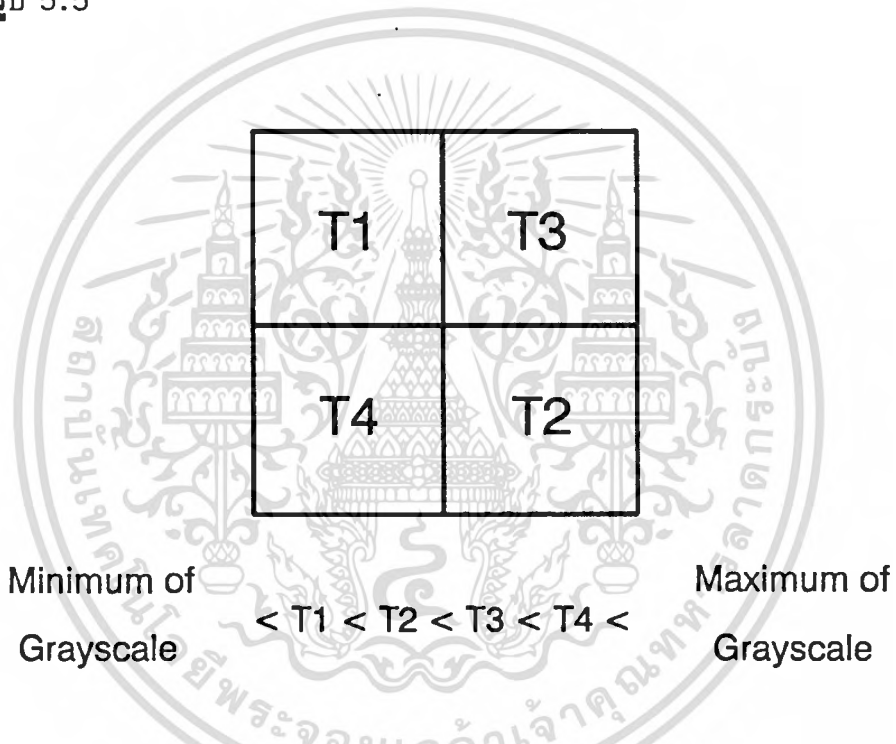


รูป 5.4 แสดงลักษณะการแปลงข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารนำบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนมาทำการรวมกับข้อมูลภาพสีที่นำเสนอนี้ได้เลือกบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขีดเริ่มเปลี่ยนที่มีขนาด 2x2 จุดต่อบล็อก เพราะตามจุดประสงค์ในการทดลองนั้นเราต้องการควอนไทซ์ข้อมูลสีจากแต่ละแบนด์เพื่อนำมาประกอบกันเป็นข้อมูลภาพสีขนาด 3 บิตและทำการแสดงผลภาพสีแบบ RGB ในลักษณะภาพสีเท็จ(False color composite) ได้อย่างถูกต้องที่สุด ซึ่งจะ ทำให้ความสำคัญในการเกิดลักษณะ Contour ในภาพน้อยกว่าความถูกต้องทางสี

ถ้าเราเลือกใช้บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่มีขนาดใหญ่แล้ว ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีลักษณะการ แสดงที่ไม่ชัดเจนถึงแม้ว่าจะมีการเกิดลักษณะที่เป็น Contour ในภาพน้อยกว่าก็ตาม เพราะใน การแสดงผลภาพสีของภาพถ่ายดาวเทียมนั้นถ้าข้อมูลทางสีไม่ถูกต้องแล้วจะทำให้การตีความหมายของ ภาพผิดพลาดไปอย่างมากทีเดียว ลักษณะของบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติขนาด 2x2 จุดต่อบล็อก แสดงได้ดังรูป 5.5

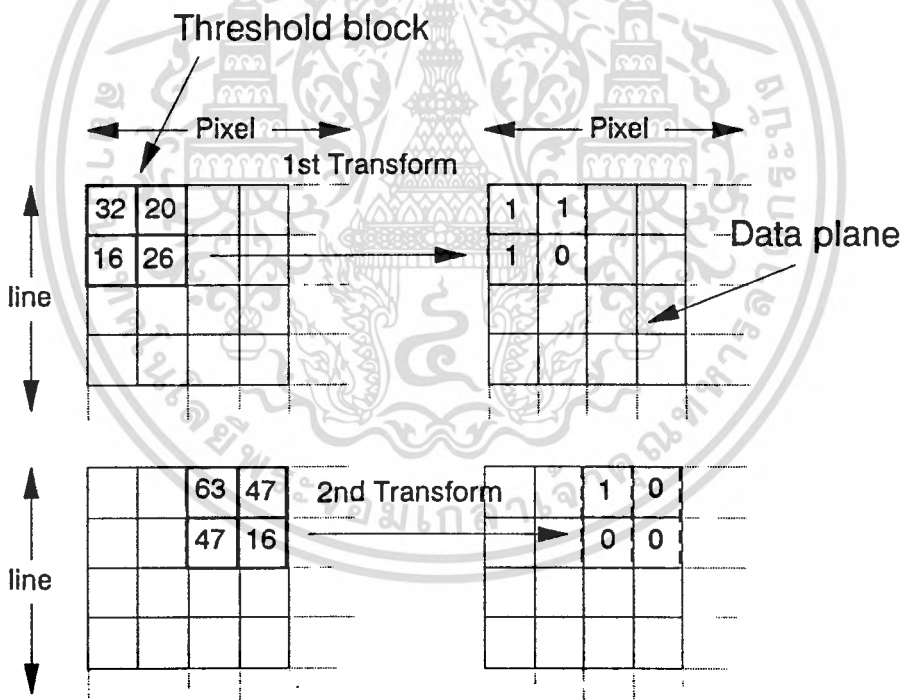


รูป 5.5 แสดงลักษณะของบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่จะถูกนำไปทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพ

หลังจากที่ได้บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติขนาด 2x2 จุดต่อบล็อกดังแสดงในรูป 5.5 โดยที่ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่ถูกกำหนดลงภายในบล็อกจะได้อธิบายในหัวข้อต่อไป เพียงแต่การกำหนดบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนมาทำการลดขนาดข้อมูลภาพในลักษณะดังกล่าวจะต้องใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่มีข้อมูลค่าขีดเริ่มเปลี่ยนภายในแตกต่างกันสามบล็อก โดยค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ละบล็อกได้มาจากการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนบนฮิตโตแกรมข้อมูลภาพของข้อมูลทั้งสามแบนด์ที่แยกอิสระจากกัน ฉะนั้นบล็อกที่มีค่าขีดเริ่มเปลี่ยนภายในได้มาจากข้อมูลภาพแบนด์ใด ก็ต้องถูกใช้ทำการลดขนาดข้อมูลภาพ

แบนด์นั้นเสมอ ข้อมูลภาพแต่ละแบนด์จะถูกลดขนาดลงจาก 8 บิตเหลือ 1 บิตต่อพิกเซลได้โดยการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

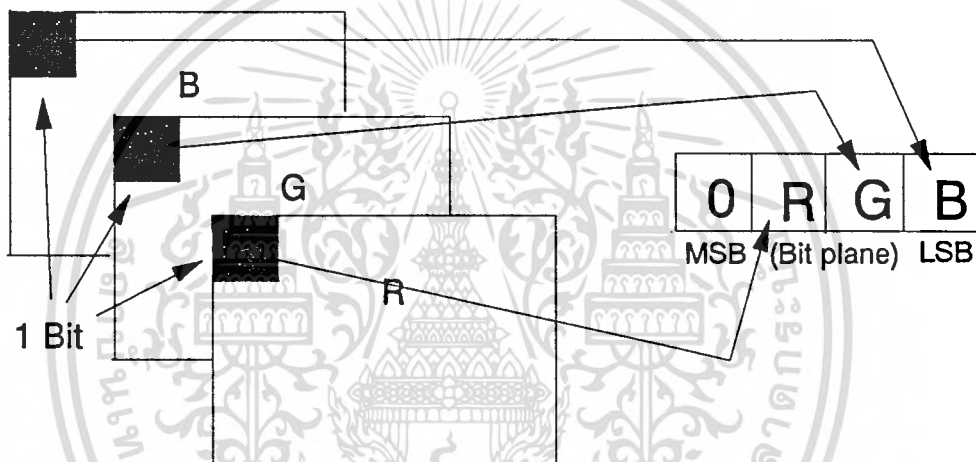
ใช้บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติดังกล่าว ไปวางซ้อนลงบนระนาบของข้อมูลภาพ จากนั้นให้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลภาพกับค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในลักษณะพิกเซลต่อพิกเซลที่ตรงกัน ถ้าข้อมูลภาพที่พิกเซลใดมีค่าระดับสีเทาน้อยกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่จุดนั้น ค่าระดับสีเทาของข้อมูลภาพเดิมจะถูกเปลี่ยนค่าระดับสีเทาเป็นค่าใหม่ให้เท่ากับ '0' ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อมูลภาพที่พิกเซลนั้นมีค่าระดับสีเทามากกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่นำมาเปรียบเทียบ ค่าระดับสีเทาของข้อมูลภาพเดิมจะถูกเปลี่ยนให้เป็นค่าใหม่เท่ากับ '1' แล้วจึงเลื่อนบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติดังกล่าวไปทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพชุดต่อไป จะเห็นว่าเมื่อเลื่อนบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนไปทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพครบทุกๆ พิกเซลแล้วเราจะได้ข้อมูลภาพใหม่ที่มีค่าระดับสีเทาเพียงสองระดับคือ '0' กับ '1' หรือมีขนาดข้อมูลภาพเหลือเพียง 1 บิตนั่นเอง ลักษณะการลดข้อมูลภาพโดยการใช้นบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติวางซ้อนลงบนระนาบของข้อมูลภาพ และเลื่อนไปทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพทุกๆ พิกเซลแสดงได้ดังในรูป 5.6



รูป 5.6 แสดงลักษณะการใช้นบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติมาทำการลดขนาดข้อมูลภาพ.

จากรูปที่ 5.6 แสดงให้เห็นถึงบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติดังกล่าวซึ่งสามารถเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในหอสมุดที่สงวนลิขสิทธิ์ และผู้รู้ที่พิมพ์ของจะระเบียบนี้ห้ามการคัดลอกไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดขนาดข้อมูลภาพลงเหลือเพียง 1 บิตต่อพิกเซลต่อข้อมูลภาพแต่ละแบนด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะที่ข้อมูลภาพถูกลดขนาดลงจะคล้ายกันกับแนวความคิดในการใช้ข้อมูล Pseudorandom noise หรือ Dither มารวมกับข้อมูลภาพเพื่อทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพให้เป็นภาพไบนารีแบบ Halftone ภาพสีผลลัพธ์ที่ได้จากการลดขนาดข้อมูลด้วยวิธีดังกล่าวจะถูกนำขึ้นมาแสดงผลในลักษณะภาพสี RGB แบบภาพสีเท็จ(False color)ได้โดยใช้ข้อมูลภาพขนาดหนึ่งบิต ที่ได้จากการควอนไทซ์ข้อมูลภาพแบนด์สีแดงมาเป็นข้อมูลภาพผลลัพธ์บิตที่สาม แล้วใช้ข้อมูลภาพขนาดหนึ่งบิตที่ได้จากการควอนไทซ์ข้อมูลภาพแบนด์สีเขียวมาเป็นข้อมูลภาพผลลัพธ์บิตที่สอง และใช้ข้อมูลภาพใหม่ขนาดหนึ่งบิตที่ได้จากการควอนไทซ์ข้อมูลภาพแบนด์สีน้ำเงิน มาเป็นข้อมูลภาพผลลัพธ์บิตที่หนึ่ง ซึ่งแสดงได้ดังในรูป 5.7



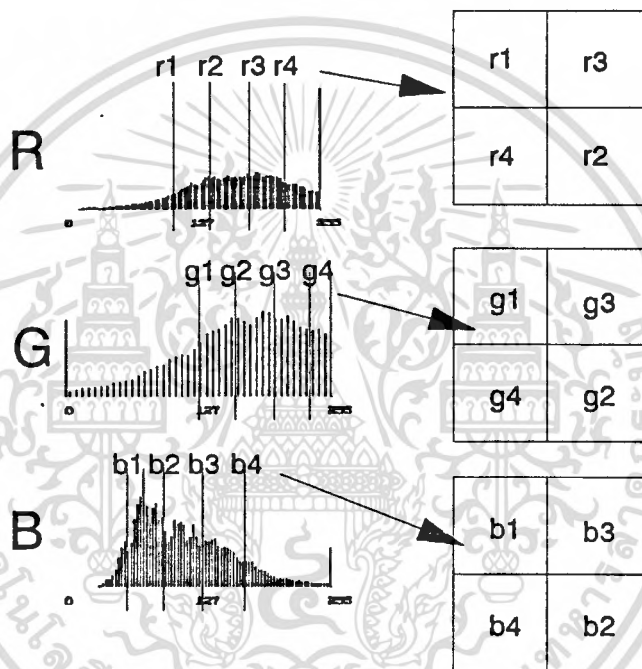
รูป 5.7 แสดงลักษณะของข้อมูลภาพผลลัพธ์แบบ RGB ที่จะนำไปทำการแสดงผล

ข้อมูลภาพผลลัพธ์ในลักษณะ RGB ดังแสดงในรูป 5.7 จะถูกนำไปเขียนลงบนหน่วยความจำส่วนที่เป็นของระบบแสดงผล โดยที่พิกเซลแรกจะ เริ่มที่มุมซ้ายบนของมอนิเตอร์ที่แอสแอดเรส A000:0000(HEX)ซึ่งภาพผลลัพธ์จะ ได้ทำการแสดงในหัวข้อต่อไป

5.3 การกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนให้แก่บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติ

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 5.2 ว่าวิธีการเลือกใช้บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติ ขนาด 2×2 จุดต่อบล็อกที่แสดงในรูป 5.5 นั้นจะเห็นว่า เราจะต้องทำการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนค่า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นมาจากฮิตโตแกรมข้อมูลภาพแบนด์สี่ค่าเพื่อที่จะนำไปกำหนดลงเป็นค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนซึ่งมีจำนวน 4 จุดต่อบล็อกนั้นคือสำหรับฮิตโตแกรมของข้อมูลภาพแต่ละแบนด์เราจะต้องกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนลงบนฮิตโตแกรมทั้งหมดสี่ค่า ซึ่งการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนนี้สามารถทำได้โดยทำการแบ่งฮิตโตแกรมออกเป็น 5 ช่วง โดยในแต่ละช่วงจะมีค่าระดับสีเทาเป็นจำนวนเท่าๆ กันโดยใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน 4 ค่าเริ่มต้นแบ่งฮิตโตแกรมตั้งแต่ค่าระดับสีเทาที่มีจำนวนพิกเซลเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 10 และค่าระดับสีเทาที่มีจำนวนพิกเซลเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 90 ของจำนวนพิกเซลทั้งหมดบนฮิตโตแกรม ซึ่งแสดงลักษณะการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนได้ดังรูป 5.8

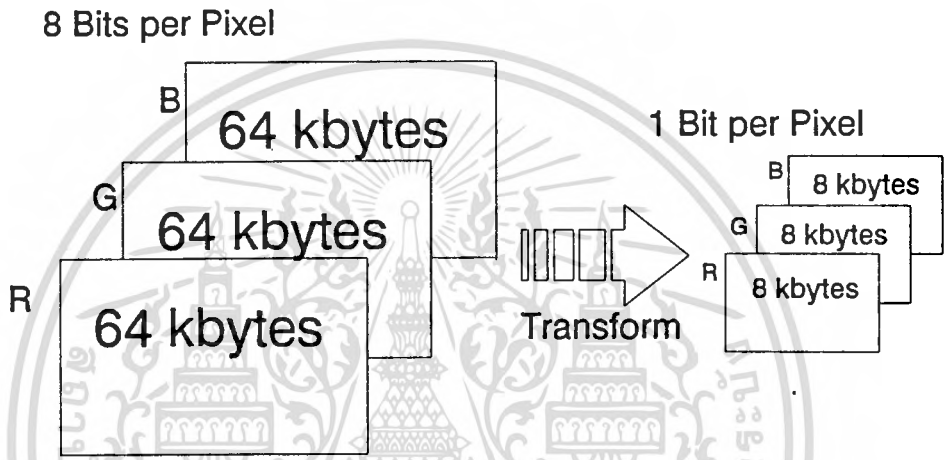


รูป 5.8 แสดงลักษณะการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนลงบนฮิตโตแกรมของข้อมูลภาพสามแบนด์

จากรูป 5.8 แสดงให้เห็นผลของการแบ่งฮิตโตแกรมข้อมูลภาพโดยใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน 4 ค่าต่อข้อมูลภาพแต่ละแบนด์ ซึ่งพิจารณาตามจำนวนของค่าระดับสีเทาในแต่ละช่วงเป็นสิ่งสำคัญ ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่ได้ทั้ง 4 ค่าจะถูกนำไปกำหนดลงในบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติขนาด 2x2 จุดต่อบล็อกดังได้กล่าวมาแล้ว

5.4 การเปรียบเทียบขนาดข้อมูลที่ได้ทำการลดขนาดแล้ว

จากที่กล่าวมาแล้วถึงการลดขนาดข้อมูลภาพสีโดยใช้แนวความคิดแบบวิธี Dither นั้น จะเห็นว่าข้อมูลภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการควอนไทซ์ข้อมูลแล้วจะมีขนาดลดลงถึง 8 เท่า เพราะข้อมูลภาพเดิมแต่ละพิกเซลขนาด 8 บิตจะถูกแปลงเป็นข้อมูลภาพขนาด 1 บิตทุกๆ พิกเซลซึ่งสามารถเปรียบเทียบให้เห็นถึงขนาดของหน่วยความจำจะต้องใช้ในการเก็บข้อมูลภาพทั้งหมดได้ดังรูป 5.9



รูป 5.9 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลภาพที่ได้จากการลดขนาดแล้ว

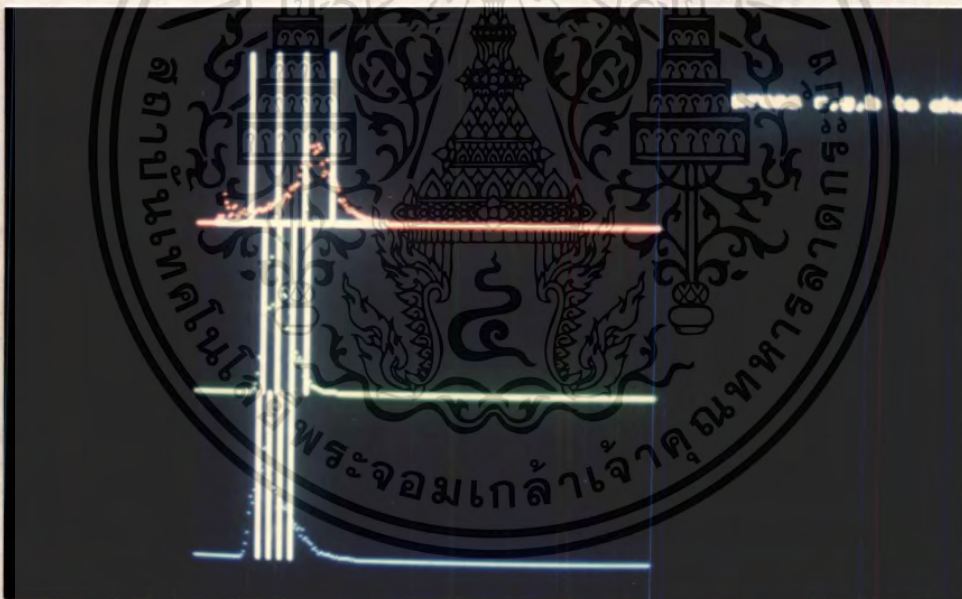
จากรูปที่ 5.9 ซึ่งได้ยกตัวอย่างการลดขนาดข้อมูลภาพที่มีขนาดภาพ 256x256 พิกเซล จะเห็นได้ว่าข้อมูลภาพถูกลดจำนวนลงได้อย่างมาก ซึ่งจะมีผลให้การส่งข้อมูลภาพทั้งหมดผ่านคู่สายโทรศัพท์ในกรณีที่หน่วยงานที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลจากศูนย์ข้อมูลกลางเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.5 การเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับผลการทดลองจากวิธีการ สร้างบล็อกสามมิติบนแกนสี่ทั้งสาม

การทดลอง

การลดขนาดข้อมูลภาพสีจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT บริเวณกรุงเทพมหานคร
รายละเอียด

ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT ในระบบ Multispectral scanner system บริเวณ
กรุงเทพมหานครซึ่งมีขนาดภาพเท่ากับ 256x256 พิกเซล และมีความละเอียดของแต่ละพิกเซล
เท่ากับ 80 x 80 ตารางกิโลเมตร โดยใช้ข้อมูลภาพแบนด์ 7 เป็นข้อมูลภาพสำหรับสีแดง ข้อมูล
แบนด์ 5 เป็นข้อมูลภาพสำหรับสีเขียว และข้อมูลภาพแบนด์ 4 เป็นข้อมูลภาพสำหรับสีน้ำเงิน และ
ข้อมูลภาพแต่ละพิกเซลมีขนาด 8 บิต



รูป 5.10 แสดงการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนบน
อิตโตแกรมข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์

จากรูป 5.10 จะแสดงให้เห็นขั้นตอนการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนลงบนอิตโตแกรมของ
ข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์ เพื่อที่จะนำเอาค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเหล่านั้นไปกำหนดลงในบล็อกค่าขีดเริ่ม
เปลี่ยนสองมิติ แล้วทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพแต่ละพิกเซลของข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์ให้มีขนาด

เพียงพิกเซลละ 1 บิตต่อแบนด์โดยวิธีที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งข้อมูลภาพผลลัพธ์ที่ได้มานำไปทำการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงผลบนระบบแสดงผลแบบ EGA จะ ได้ภาพผลลัพธ์ดังแสดงในรูป 5.11



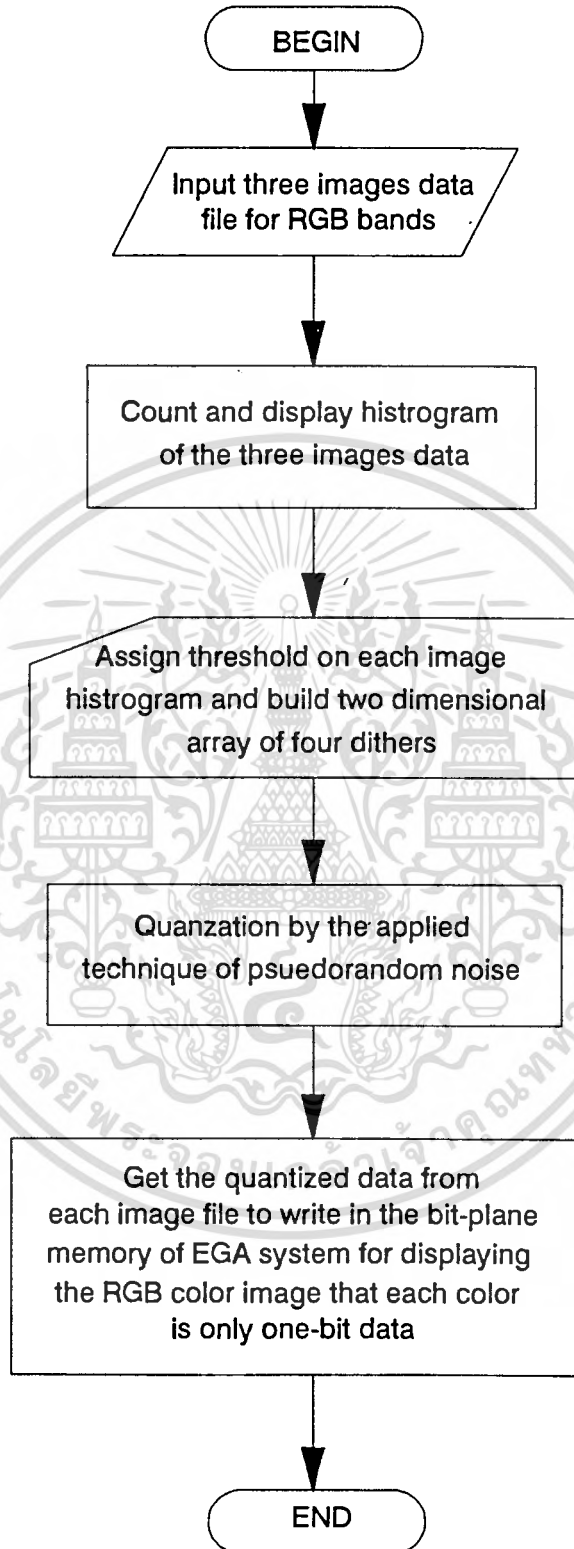
รูป 5.12 ภาพสีแบบ RGB ในลักษณะภาพสีเท็จให้ขนาด 8 บิตที่ดูแสดงผลบนระบบ VGA

จากรูป 5.12 ซึ่งทำการแสดงผลภาพถ่ายดาวเทียมแบบภาพสีเท็จ(False color) ในบริบทพื้นที่กรุงเทพมหานครเช่นเดียวกับกับภาพสีในรูป 5.11 นี้ เพียงแต่ภาพสีในรูป 5.12 ได้ค่าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาจากการเทคนิคในการกำหนดสีโดยใช้บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามมิติ และถูกแสดงผลบนระบบ
แสดงผลแบบ VGA ซึ่งสามารถให้ความละเอียดในภาพได้มากกว่า แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการ
เปรียบเทียบกันแล้วจะเห็นว่าภาพสีในรูป 5.11 ยังคงแสดงสีและรายละเอียดในภาพได้อย่างใกล้เคียง
ถึงแม้ว่าจะมีขนาดข้อมูลเล็กกว่าและถูกแสดงผลบนระบบแสดงผลที่มีประสิทธิภาพน้อยกว่ามาก
ฉนั้นวิธีการลดขนาดข้อมูลภาพสี โดยใช้บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสองมิติมาทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพ
โดยประยุกต์แนวความคิดมาจากวิธีสร้างภาพ Halftone โดยใช้ Dither จึงมีประโยชน์มาก
ในการแสดงผลภาพสีบนระบบแสดงผลที่มีประสิทธิภาพต่ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผังการทำงานของโปรแกรมในภาคผนวก ง. ซึ่งถูกใช้ในการควอนไทซ์ข้อมูลภาพแบบหลายความถี่ให้ได้ข้อมูลภาพผลลัพธ์ขนาด 1 บิตต่อพิกเซลต่อแบนด์ แล้วทำการแสดงผลในลักษณะภาพสี RGB แบบสีเทากับระบบแสดงผลแบบ EGA ของไมโครคอมพิวเตอร์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

จากที่ได้กล่าวมาในบทที่ 1 และ 3 แล้วนั้น แสดงให้เห็นว่าการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลขที่มีขอบเขตการศึกษาค่อนข้างกว้าง ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้าน แต่ในวิทยานิพนธ์นี้ได้มุ่งทำการศึกษาในการนำประโยชน์ของการประมวลผลข้อมูลภาพมาใช้กับข้อมูลภาพในระบบตรวจรู้ระยะไกลหรือรีโมทเซนซิง (Remote sensing) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจรู้ (sensors) ที่ติดตั้งอยู่บนดาวเทียม ข้อมูลภาพเชิงตัวเลขของภาพถ่ายทางอากาศจากดาวเทียมที่ได้นั้น เกิดจากกระบวนการต่างๆ มากมายกว่าจะมาเป็นข้อมูลภาพเชิงตัวเลขที่สามารถนำมาทำการประมวลผลใดๆ บนระบบคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งกระบวนการผลิตข้อมูลภาพเชิงตัวเลขของภาพถ่ายพื้นที่ใดๆ บนผิวโลกนั้นมักจะทำให้มีความผิดพลาดของข้อมูลบางเสมอ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 อาทิ ความผิดพลาดของข้อมูลอันเกิดจากสัญญาณรบกวนทั้งในขณะที่อยู่ในขั้นตอนการถ่ายภาพและในขณะที่ทำการส่งสัญญาณภาพยังสถานีภาคพื้นดิน หรือความผิดพลาดของข้อมูลอันเกิดจากสภาพภูมิอากาศหรืออุณหภูมิในขณะที่อุปกรณ์ถ่ายภาพ หรืออุปกรณ์ตรวจรู้นั้นกำลังทำการถ่ายภาพอยู่ และแม้กระทั่งความผิดพลาดของข้อมูลที่มีสาเหตุมาจากการเคลื่อนที่ของดาวเทียมเอง เป็นต้น ฉะนั้นจึงต้องมีการนำเอาวิธีการต่างๆ มากมายในการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลขมาใช้เพื่อทำให้ภาพผลลัพธ์ที่จะทำการแสดงผลมีคุณภาพดีที่สุด ซึ่งคำว่าคุณภาพที่กล่าวมานี้มีความหมายไม่เพียงแต่ภาพผลลัพธ์ที่ได้ควรจะมาจากรูปภาพที่ปราศจากสัญญาณรบกวน หรือความผิดพลาดต่างๆ เท่านั้น แต่ภาพที่มีคุณภาพดีนั้นจะต้องสามารถแสดงรายละเอียดต่างๆ ในภาพได้อย่างครบถ้วนซึ่งจะทำให้การตีความหมายของภาพทางสายตามีประสิทธิภาพดีที่สุด กระบวนการในการประมวลผลภาพที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อนี้ได้แก่ การเน้นภาพหรือการปรับปรุงอัตราความเข้มของภาพ การกรองข้อมูลภาพ ซึ่งจะช่วยให้ขอบของรายละเอียดในภาพลดลงหรือเด่นชัดขึ้น เป็นต้น

นอกจากที่กล่าวมานี้ยังมีการประมวลผลทางสีของภาพอีกอันหนึ่งซึ่งจัดว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งในการแสดงภาพเพื่อให้เห็นการตีความหมายของภาพมีประสิทธิภาพ การประมวลผลทางสีของภาพเป็นจุดประสงค์หลักของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ซึ่งได้แสดงไว้ในบทที่ 4 และบทที่ 5 ในบทที่ 4 นั้นเป็นการแสดงผลภาพสีแบบ RGB ใดๆ บนระบบแสดงผลแบบ VGA ของไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งทราบดีแล้วว่าระบบแสดงผลที่ดีที่สุดของไมโครคอมพิวเตอร์นี้มีข้อจำกัดเกี่ยวกับ Palette สีซึ่งมีความสามารถแสดงสีแตกต่างกันสูงสุดได้เพียง 256 ระดับเท่านั้น จึงจำเป็นต้องทำการควอนไทซ์ข้อมูล

ภาพจากข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์สำหรับสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินให้เหลือเพียงข้อมูลภาพขนาด 1 ไบท์ซึ่งรวมไว้ซึ่งข้อมูลของทั้ง 3 สี วิธีการควอนไทซ์ข้อมูลภาพที่ได้นำเสนอในบทที่ 4 จะแสดงให้เห็นว่า วิธีที่ดีที่สุดก็คือการควอนไทซ์ข้อมูลภาพตรงเฉพาะบริเวณที่มีข้อมูลภาพของทุกๆ พิกเซลรวมตัวกันอยู่อย่างหนาแน่นในฮิตโตแกรมของข้อมูลภาพแบบสามมิติ ซึ่งสามารถทำได้โดยวางบล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนแปลงไปตรงบริเวณที่มีการรวมตัวกันของข้อมูลภาพอย่างหนาแน่น ในฮิตโตแกรมสามมิติของข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์โดยที่บล็อกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนแปลงที่ใช้ควรจะมีจำนวนค่าขีดเริ่มเปลี่ยนแปลงสำหรับแต่ละแกนของข้อมูลภาพใกล้เคียงกัน ทั้งนี้คอมบิเนชันของข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์จะต้องไม่มากกว่า 256 ระดับซึ่งจะสามารถนำข้อมูลภาพที่ได้นี้ไปกำหนดรายละเอียดทางสีใน Pallette สีของ VGA ได้พอดี วิธีการนี้จะให้ผลดีที่สุดเพราะ ได้ให้ความสำคัญของข้อมูลภาพทั้งสามแบนด์อย่างเท่าเทียมกัน สำหรับวิธีการเก่าที่ใช้ในการลดขนาดข้อมูลสีเพื่อนำมากำหนดลงใน Pallette สีของระบบ VGA นั้นจะทำได้โดยการแบ่งจำนวนบิตของรีจิสเตอร์ดัชนีซึ่งมีขนาด 8 บิตออกเป็นสามส่วนสำหรับข้อมูลที่เป็นสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน แล้วทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพในแต่ละแบนด์สีมาส่งไป แต่การทำเช่นนี้มีผลทำให้สีใดสีหนึ่งถูกลดรายละเอียดลงไปสองเท่าเสมอ เพราะรีจิสเตอร์ดัชนีของระบบ VGA ที่มีขนาดเพียง 8 บิตซึ่งไม่สามารถแบ่งออกเป็นสามส่วนได้เท่าเทียมกันพอดี ผลที่ตามมาคือสีของภาพที่ถูกลดความสำคัญลงสองเท่าจะหายไปจากภาพผลลัพธ์ที่ได้ สำหรับการทดลองในบทที่ 4 เพื่อสนับสนุนวิธีการที่นำเสนอนี้ได้ทำการควอนไทซ์ข้อมูลภาพโดยใช้อัตราส่วนสี RGB เท่ากับ 7:6:6 ดังรูป 4.12 เปรียบเทียบกับวิธีการควอนไทซ์ข้อมูลภาพโดยแบ่งจำนวนบิตของรีจิสเตอร์ดัชนีออกเป็นสามส่วนสำหรับข้อมูลสีทั้งสามคือ 3 บิต : 3 บิต : 2 บิต (รวมเป็น 8 บิต)หรือก็คือการให้อัตราส่วนของสี RGB เท่ากับ 8:8:4 ดังรูป 4.16 เมื่อเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์แล้วจะเห็นว่าภาพของวิธีการที่ให้อัตราส่วนของสีทั้งสามเท่ากับ 8:4:4 จะให้รายละเอียดของส่วนที่เป็นสีฟ้าและสีเข้มน้อยกว่าภาพที่ได้จากวิธีการที่ให้อัตราส่วนของสีทั้งสามเท่ากับ 7:6:6 ซึ่งจะทำให้การตีความหมายภาพทางสายตาผิดพลาดได้

สำหรับบทที่ 5 ได้นำเสนอวิธีการลดขนาดข้อมูลภาพสีสามแบนด์ที่จะนำมาประกอบกันเป็นภาพสีแบบ RGB ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะเกิดจากการประกอบกันของข้อมูลสีทั้งสามแบนด์เพียงแบนด์ละหนึ่งบิตต่อพิกเซลเท่านั้นซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 5.11 วิธีการที่ใช้นี้ได้ประยุกต์มาจากวิธีการสร้างภาพในนารีแบบ Half-tone ของการประมวลผลภาพแบบโมโนโครมซึ่งถูกใช้ในการส่งข้อมูลภาพของภาพที่มีค่าระดับสีเทาไปทำการพิมพ์ยังเครื่องพิมพ์ วิธีการนี้เรียกว่า Pseudorandom noise หรือ Dither เมื่อทำการเปรียบเทียบภาพสี RGB ในรูป 5.12 ที่มีขนาดของข้อมูลเป็น 8 บิตและแสดงผลบนระบบ VGA จะเห็นว่าวิธีการลดข้อมูลภาพที่ได้นำเสนอมีความสามารถสูงซึ่งสามารถลดขนาดของข้อมูลภาพลงได้ 8 เท่า โดยที่ยังคงรักษารายละเอียดทางสีของภาพไว้ได้อย่างดี วิธีการนี้มีประโยชน์มากสำหรับหน่วยงานต่างๆ ในประเทศไทยที่มีแต่ระบบแสดงผลคุณภาพ

ภาพตัวอย่าง EGA แต่ต้องการใช้งานภาพสีต่างๆ เพราะขนาดของข้อมูลที่ได้มีขนาดพอเหมาะ กับขนาดของหน่วยความจำแบบ Bit-plane ของระบบ EGA ซึ่งมีขนาดเพียง 4 บิตพอดี

ท้ายที่สุดนี้ผู้เขียนมีความหวังอย่างยิ่งว่าวิธีการที่ได้นำเสนอนี้คงจะเป็นประโยชน์สำหรับงานวิจัยอื่นๆ ที่ต้องเกี่ยวพันกับการใช้ภาพสีแบบ RGB ซึ่งแล้วแต่จะนำไปประยุกต์ใช้กันต่อไป



กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ ดร.สิทธิชัย โภไคยอุดม ดร.สุเจตน์ จันทรัมย์ ดร.พศิศักดิ์ ชิวสุวิทย์
ดร.กอบชัย เดชหาญ อาจารย์ยอทธิชัย อรุณศรีแสงไชย ดร.กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ ที่ให้คำปรึกษา
ในระหว่างทำการศึกษาและการทำงานนิพนธ์เป็นอย่างสูงและท้ายสุดแต่พ่อแม่ผู้เป็นที่รัก.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

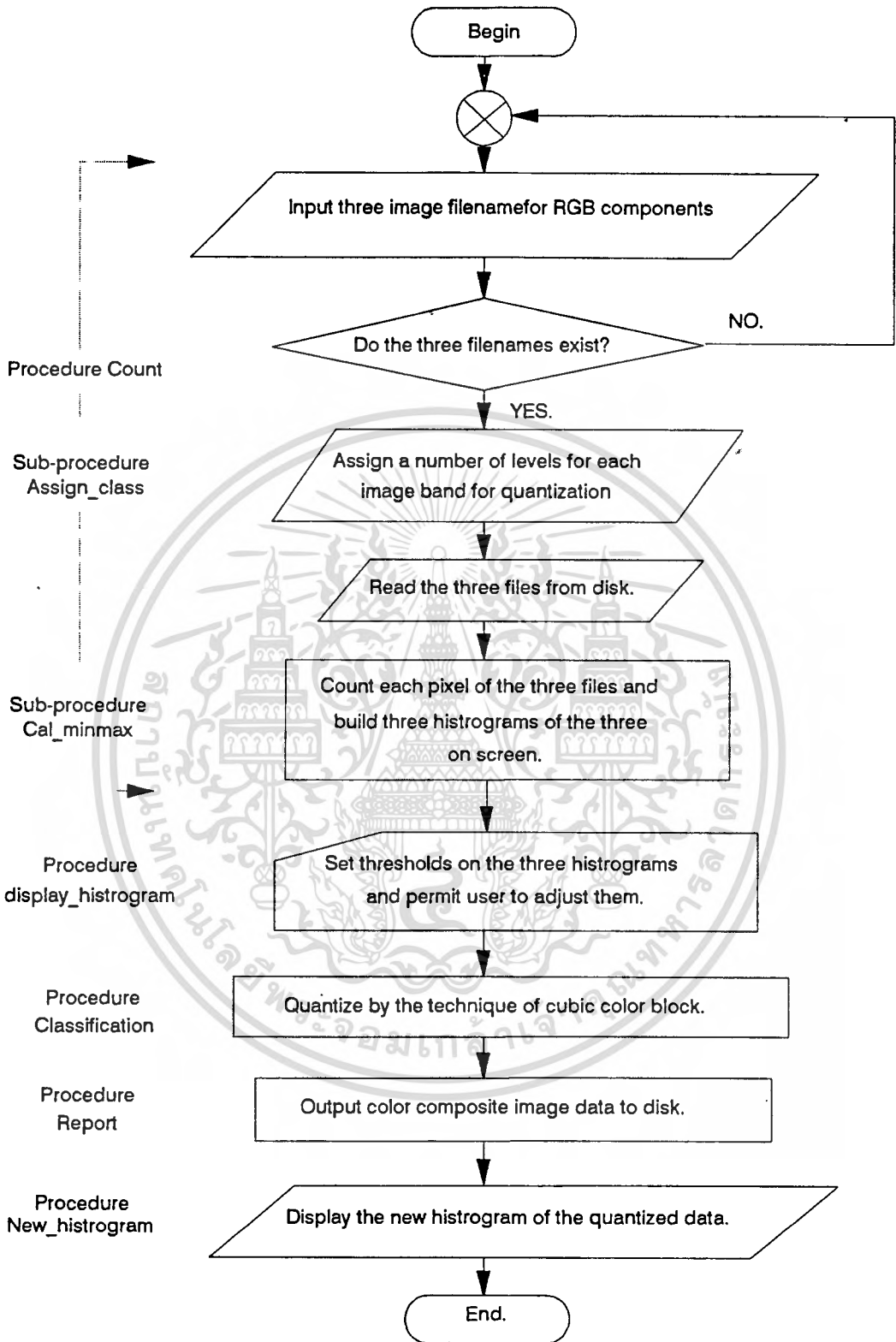
เอกสารอ้างอิง

- [1] Gonzalez, Rafael C., Paul Wintz, Digital image processing, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1987.
- [2] Faugeras, Olivier D., 'Digital color image processing within the framework of a human visual model', IEEE Transaction on Acoustics, Speech and Signal processing, Vol.27, No.4, 1979:380-393.
- [3] Robert A. Schowengerdt, Techniques for image processing and classification in Remote sensing, Academic Press, 1983.
- [4] George Suttty, Steve Blair, Advanced Programmer's guide to EGA/VGA, Brady, 1988.
- [5] จิตรเกษม งามนิล, รศ.ดร.พุทักดิ์ ชิวสุวิทย์, เทคนิคกำหนดสีในการแสดงภาพสีบนระบบ VGA โดยการสร้างบล็อกสามมิติบนแกนสีทั้งสาม, เอกสารการประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าประจำปี 2534, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2534:54-62.
- [6] Anile K. Jain, Fundamental of Digital Image Processing, Prentice Hall, 1989.
- [7] L.G. Roberts., 'Picture Coding Using Pseudorandom Noise.' IRE Trans.Infor. Theory IT-8, No.2(Febuary 1962) :353-355.
- [8] จิตรเกษม งามนิล, รศ.ดร.พุทักดิ์ ชิวสุวิทย์, เทคนิคการลดข้อมูลภาพสีจากภาพถ่ายดาวเทียม, เอกสารการประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าประจำปี 2534, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2534:63-70.
- [9] J. Ngarmnil, S. Jantarang, F. Cheevasuvit, K. Dejhan, King Mongkut's Inst. of Technology Ladkrabang(Thailand), False Color Composite of Multiband Images on Personal Computer using Cubic Color Block Technique, Proceedings of the 12th Asian Conference on Remote Sensing, Vol.1, Singapore, 1991 : Q-8-1 - Q-8-4.
- [10] Ed Teja, Luara Johnson, 'IBM PC and PS/2 Graphics Handbook', Micro-Tech Publication, 1990.

- [11] J.A. Richards, 'Remote Sensing Digital Image Analysis : An Introduction', Springer-Verlag, Berlin, 1986.
- [12] A.A. Khamis, I.A. El-Kassas and E. Jaworski, 'Computer-Assisted Classifications of Landsat-TM Imagery Data for Geological Investigation of Northeast Qatar Peninsula : Arabian Gulf', Proceeding of the Twentieth-third International Symposium on Remote Sensing of Environment, Bangkok, Thailand, 1990 : 1029-1040.
- [13] วิวัฒน์ ศรีเพ็ง, สุรพันธ์ เอื้อไพฑูริย์, รศ.มนัส สังวรศิลป์, "เทคนิคการลดขนาดข้อมูลภาพสีในการแสดงผลบนจอ VGA", วารสารการประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 13, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2533 : 587-592.
- [14] Edward R. Dougherty, Charles R. Giandina, Matrix Structured Image Processing, Prentice-Hall, 1987.
- [15] McDonnell, M.J., 'Box-filtering Techniques', Computer Graphics and Image Processing, Vol.17, No.1, September 1981 : 65-70.

โปรแกรมต้นฉบับในการควอนไทซ์ข้อมูลภาพเพื่อแสดงผลบนระบบ VGA





{This program is used for multiband image data quantization. The output data file will be used to show on a VGA system. Three input input file is required and the product is one output file. Date Jan 18th,1991}

Program analyse;

uses dos,crt,graph,turbo3;

label exit;

var

rg : registers;

r_equ, g_equ, b_equ : array[0..639] of byte;

r_cn,g_cn,b_cn : array [0..255] of word;

temp : array[0..639] of byte;

fi1,fi2,fi3,fi4 : file;

i,j,k,rec_size,row_size,col_size,x_size,y_size : word;

r_min,r_max,g_min,g_max,b_min,b_max : word;

num_r, num_g, num_b : array[0..12] of longint;

rr,gr,br : integer;

key1,key2,key3 : char;

r_k, g_k, b_k : array[0..12] of integer;

grdriver, grmode,class_r,class_b,class_g : integer;

current_dir,string1, string2, string3,string4 : string;

current_drv : byte;

threshold : word;

temp_count : word;

kkk : real;

{*****}
Procedure count;{This procedure will be called by the main program when the program starts to count the number of pixels in each gray levels. Then it will be used to build the histogram.}

label aga1, aga2;

procedure assign_class;{This is a sub-procedure of the procedure count. It will interact with user in order to assign the number of classes of the three image datas. Combination of the number of all classes must be less than 256 level.}

label again;

var acc_class : word;

begin

writeln;

writeln(' Please assign the class number of image band ');

again:

write(' Enter integer number for RED BAND ---> ');

readln(class_r);

write(' Enter integer number for GREEN BAND ---> ');

readln(class_g);

write(' Enter integer number for BLUE BAND ---> ');

readln(class_b);

acc_class := class_r*class_g*class_b-1;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if acc_class > 255 then
begin
writeln;
write(char(7));
writeln('  Error! total number of classes are greater than 256 ');
writeln('          ---Try again---          ');
goto again;
end;
write('      The total number of color index is ',acc_class+1:5);
end;
procedure cal_minmax;{This is another one sub-procedure of the count
procedure. It will find the minimum and maximax of gray level in the
histrogram.}
begin
  kkk := col_size*row_size*0.035;
  threshold := round(kkk);
  i := 0; temp_count := 0;
  while temp_count < threshold do
  begin
    temp_count := temp_count + r_cn[i];
    inc(i);
  end;
  r_min := i - 1;
  i := 255; temp_count := 0;
  while temp_count < threshold do
  begin
    temp_count := temp_count + r_cn[i];
    dec(i);
  end;
  r_max := i + 1;

  i := 0; temp_count := 0;
  while temp_count < threshold do
  begin
    temp_count := temp_count + g_cn[i];
    inc(i);
  end;
  g_min := i - 1;
  i := 255; temp_count := 0;
  while temp_count < threshold do
  begin
    temp_count := temp_count + g_cn[i];
    dec(i);
  end;
  g_max := i + 1;

  i := 0; temp_count := 0;
  while temp_count < threshold do
  begin
    temp_count := temp_count + b_cn[i];

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        inc(i);
    end;
    b_min := i - 1;
    i := 255; temp_count := 0;
    while temp_count < threshold do
    begin
        temp_count := temp_count + b_cn[i];
        dec(i);
    end;
    b_max := i + 1;

end;

begin {main procedure count}
    for i := 0 to 255 do
        begin
            r_cn[i] := 0;
            g_cn[i] := 0;
            b_cn[i] := 0;
        end;
        clrscr;
        gotoxy(100,100);
        {The three filenames must be entered by user.}
        write('Enter filename for band R ---> ');
        readln(string1);
        write('Enter filename for band G ---> ');
        readln(string2);
        write('Enter filename for band B ---> ');
        readln(string3);
        writeln;
        write('Enter output filename ---> ');
        readln(string4);
        writeln;
        writeln('*** Warning ',diskfree(0),' bytes free ');
        writeln;
        aga1:write('Enter horizontal size(must be less than 640) ---> ');
        readln(x_size);
        if x_size > 640 then begin write(char(7));writeln('Error'); goto aga1 end;
        aga2:write('Enter vertical size(must be less than 480) ---> ');
        readln(y_size);
        if y_size > 480 then begin write(char(7));writeln('Error'); goto aga2 end;
        rec_size := x_size;
        col_size := x_size-1;
        row_size := y_size-1;
        assign(fi1,string1); reset(fi1,rec_size);
        assign(fi2,string2); reset(fi2,rec_size);
        assign(fi3,string3); reset(fi3,rec_size);

        assign_class;{sub-procedure of the count procedure}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for i := 0 to row_size do
begin
    blockread(fi1,temp[0],1);
    for k := 0 to col_size do inc(r_cn[(temp[k]]));
end;

for i := 0 to row_size do
begin
    blockread(fi2,temp[0],1);
    for k := 0 to col_size do inc(g_cn[(temp[k]]));
end;
for i := 0 to row_size do
begin
    blockread(fi3,temp[0],1);
    for k := 0 to col_size do inc(b_cn[(temp[k]]));
end;
close(fi1);
close(fi2);
close(fi3);

cal_minmax;{sub-procedure of the count procedure}

end;
{*****}

procedure display_histogram;{This procedure will display histogram
of the three image datas counted in the beginning of the program. It
works in graphic mode.}

var strg1, strg2, strg3 : string;
    y : integer;
procedure cal_threshold;{This is a sub-procedure of the
display_histogram. It will devide the histogram into several classes
that are assign by user when the program count the datas.}

begin
    rr := round((r_max - r_min) / (class_r));
    gr := round((g_max - g_min) / (class_g));
    br := round((b_max - b_min) / (class_b));

    r_k[0] := 0;
    g_k[0] := 0;
    b_k[0] := 0;
for I:=1 to 12 do
begin
    r_k[i] := 255;
    g_k[i] := 255;
    b_k[i] := 255;
end;
for i:=1 to (class_r-1) do

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
    r_k[i] := i * rr+r_min;
end;
for i:=1 to (class_g-1) do
begin
    g_k[i] := i * gr+g_min;
end;
for i:=1 to (class_b-1) do
begin
    b_k[i] := i * br+b_min;
end;
end; {end procedure cal_threshold}

begin
    cal_threshold;

    grdriver := detect;
    initgraph(grdriver,grmode,'');

    setfillstyle(solidfill,0);
    setwritemode(1);
    setviewport(0,0,getmaxx-10,getmaxy-10,true);

repeat
    for i := 0 to 255 do
        begin
            putpixel(i,100 - round(r_cn[i] * 0.02),4);
            putpixel(i,200 - round(g_cn[i] * 0.02),2);
            putpixel(i,300 - round(b_cn[i] * 0.02),1);
        end;
    {draw scale}
    for i := 1 to (class_r-1) do
        begin
            line(r_k[i],0,r_k[i],100);
        end;
    for i := 1 to (class_g-1) do
        begin
            line(g_k[i],100,g_k[i],200);
        end;
    for i := 1 to (class_b-1) do
        begin
            line(b_k[i],200,b_k[i],300);
        end;

    outtextxy(350,20,'press r,g,b to change threshold ');
    y := getmaxy - 50;
    outtextxy(350,y,'press -Q- to continue ');

    read(kbd,key1);    key1 := upcase(key1);
    if key1 <> 'Q' then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  repeat
    outtextxy(350,40,'Threshold 1,2,3,...,n ');
    outtextxy(350,50,'Enter an integer number[enter] ');
    readln(j);
  until (j > 0) and (j < 7);

  repeat

    outtextxy(350,60,'Change scale by <-- or -->');
    outtextxy(350,75,'- Q - for OK!');
    read(kbd,key2); key2 := upcase(key2);

    case key2 of
      char($4D) : case key1 of
        'R' : begin
          Moveto(r_k[j],100);
          r_k[j] := r_k[j] + 1;
          end;
        'G' : begin
          Moveto(g_k[j],100);
          g_k[j] := g_k[j] + 1;
          end;
        'B' : begin
          Moveto(b_k[j],100);
          b_k[j] := b_k[j] + 1;
          end;
      end;
      char($4B) : case key1 of
        'R' : begin
          Moveto(r_k[j],100);
          r_k[j] := r_k[j] - 1;
          end;
        'G' : begin
          Moveto(g_k[j],100);
          g_k[j] := g_k[j] - 1;
          end;
        'B' : begin
          Moveto(b_k[j],100);
          b_k[j] := b_k[j] - 1;
          end;
      end;
    end;
  end;{end case of key2}

  for i := 1 to (class_r-1) do
    begin
      line(r_k[i],0,r_k[i],100);
    end;
  for i := 1 to (class_g-1) do
    begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        line(g_k[i],100,g_k[i],200);
    end;
    for i := 1 to (class_b-1) do
        begin
            line(b_k[i],200,b_k[i],300);
        end;

        until key2 = 'Q';
    end;
    clearviewport;
until key1 = 'Q';
closegraph;
end;
{*****}
Procedure classification;{This procedure will transform the three
image data files of RGB bands into one data file that corresponds to
the data of the threeRGB bands. There are one data file built in this
procedure. The output file will be used to display on VGA system in
kind of RGB color composite image.}
label stop1,stop2,stop3;
var lr,lg,lb,kr,kg,kb,f : integer;
begin

reset(fi1,rec_size);
reset(fi2,rec_size);
reset(fi3,rec_size);
assign(fi4,string4);
rewrite(fi4,rec_size);
for f:=0 to 12 do
begin
    num_r[f]:=0;
    num_g[f]:=0;
    num_b[f]:=0;
end;
for i := 0 to row_size do {for 400 scanline}

begin

blockread(fi1,temp[0],1);
for kr := 0 to col_size do
begin
r_equ[kr] := (temp[kr]);
if r_equ[kr] = 0 then
begin
r_equ[kr] := 0;
goto stop1;
end;
for lr := 1 to class_r do
begin
if (r_equ[kr] <= r_k[lr]) and (r_equ[kr] > r_k[lr-1]) then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
    r_equ[kr] := (lr-1);
    goto stop1;
end;
end;
stop1:
end;

blockread(fi2,temp[0],1);
for kg := 0 to col_size do
begin
    g_equ[kg] := (temp[kg]);
    if g_equ[kg] = 0 then
    begin
        g_equ[kg] := 0;
        goto stop2;
    end;
    for lg := 1 to class_g do
    begin
        if (g_equ[kg] <= g_k[lg]) and (g_equ[kg] > g_k[lg-1]) then
        begin
            g_equ[kg] := (lg-1);
            goto stop2;
        end;
    end;
end;
stop2:
end;

blockread(fi3,temp[0],1);
for kb := 0 to col_size do
begin
    b_equ[kb] := (temp[kb]);
    if b_equ[kb] = 0 then
    begin
        b_equ[kb] := 0;
        goto stop3;
    end;
    for lb := 1 to class_b do
    begin
        if (b_equ[kb] <= b_k[lb]) and (b_equ[kb] > b_k[lb-1]) then
        begin
            b_equ[kb] := (lb-1);
            goto stop3;
        end;
    end;
end;
stop3:
end;

for j := 0 to col_size do

```

```

begin
temp[j] := (class_g*class_b*r_equ[j] + class_b*g_equ[j] + b_equ[j]);
inc(num_r[r_equ[j]]);
inc(num_g[g_equ[j]]);
inc(num_b[b_equ[j]]);
end;

```

```
Blockwrite(fi4,temp[0],1);
```

```
end; {end for 400 scanline}
```

```
close(fi1);
```

```
close(fi2);
```

```
close(fi3);
```

```
close(fi4);
```

```
end; {end procedure classification}
```

```
{*****}
procedure report;{This procedure will make a report about the number
of pixels in each classes of the three color.}
```

```
var strg4,strg5,strg6,strg7,strg8,strg9 : string;
```

```
x, y : integer;
```

```
begin
```

```
grdriver := detect;
```

```
initgraph(grdriver,grmode,'');
```

```
setfillstyle(solidfill,0);
```

```
setwritemode(1);
```

```
setviewport(0,0,getmaxx-10,getmaxy-10,true);
```

```
for i := 0 to 255 do
```

```
begin
```

```
putpixel(i,100 - round(r_cn[i] * 0.02),4);
```

```
putpixel(i,200 - round(g_cn[i] * 0.02),2);
```

```
putpixel(i,300 - round(b_cn[i] * 0.02),1);
```

```
end;
```

```
{draw scale}
```

```
for i := 1 to (class_r-1) do
```

```
begin
```

```
line(r_k[i],0,r_k[i],100);
```

```
end;
```

```
for i := 1 to (class_g-1) do
```

```
begin
```

```
line(g_k[i],100,g_k[i],200);
```

```
end;
```

```
for i := 1 to (class_b-1) do
```

```
begin
```

```
line(b_k[i],200,b_k[i],300);
```

```
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        outtextXY(300, 35,'Number of pixels in each class. ');
        OUTTEXTXY(300,185,' Threshold for classification ');
    for i := 0 to 12 do
    begin
        str(num_r[i]:7,strg4);
        str(num_g[i]:7,strg5);
        str(num_b[i]:7,strg6);
        str(r_k[i]:7,strg7);
        str(g_k[i]:7,strg8);
        str(b_k[i]:7,strg9);
        outtextXY(300,50+10*i,strg4+' '+strg5+' '+strg6);
        OUTTEXTXY(300,200+10*i,strg7+' '+strg8+' '+strg9);

    end;

    y := getmaxy-50;
    x := getmaxx div 2;
    OUTTEXTXY(x,y,' Press enter to continue ');

readln;
clearviewport;
closegraph;
end;

{*****}
Procedure new_histogram;{This procedure will create new histogram of
the new data file.}

begin

    reset(fi4,rec_size);
    for i := 0 to 255 do r_cn[i] := 0;
    for i := 0 to row_size do
        begin
            blockread(fi4,temp[0],1);
            for k := 0 to col_size do
                begin
                    inc(r_cn[temp[k]]);
                end;
        end;
    end;
    close(fi4);

    rg.ah := $0;
    rg.al := $3;
    intr($10,rg);

    grdriver := detect;
    initgraph(grdriver,grmode,'');
    setfillstyle(solidfill,0);
    setwriteMode(1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setviewport(0,0,getmaxx-10,getmaxy-10,true);
clearviewport;

line(0+100,400,256+100,400);
for i := 0 to 255 do
  begin
    line(i+100,400 - round(r_cn[i] * 0.05),i+100,400);
  end;
outtextxy(100,410,'0');
outtextxy(226,410,'127');
outtextxy(353,410,'255');
outtextxy(100,430,'Press any key if you want to exit.');
```

repeat until keypressed;

```

closegraph;
end; {end of procedure new_histogram}
```

```

{*****}
{
  MAIN PROGRAM
}
{*****}
```

```

begin

  count; {To count data for the number of pixel in each gray level.}

  display_histogram; {To display histogram of the three image files.}

  classification; {To quantize the three image data }

  report; {To make a report about the new output file.}

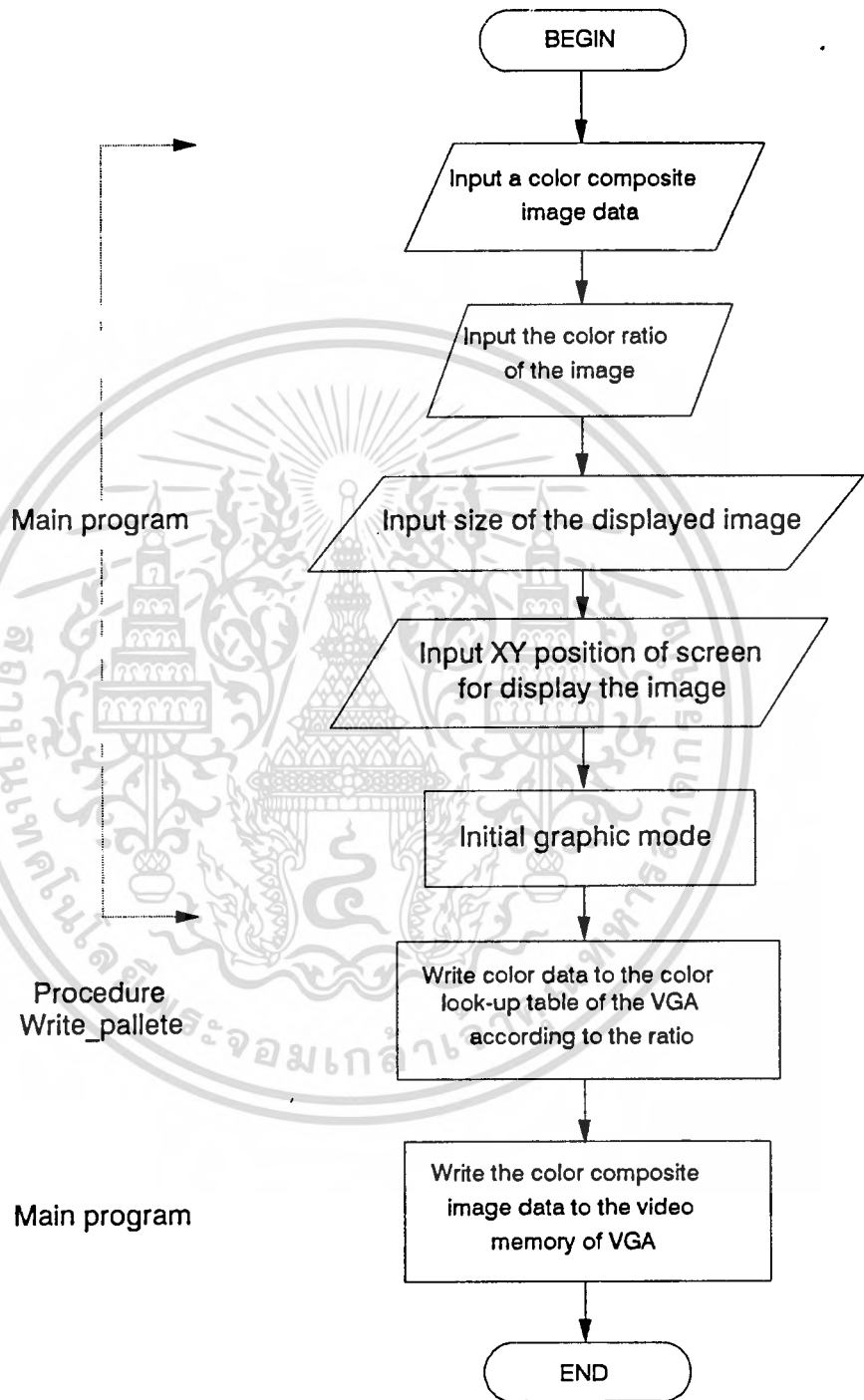
  new_histogram; {To create new histogram of the new output file.}

end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมต้นฉบับในการนำข้อมูลภาพขึ้นแสดงผลในลักษณะภาพสี RGB บนระบบ VGA





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

{This program is use for displaying any image data file in a RGB color composite image manner. The image input file must be RGB composite data. VGA system with minimum 512k bytes of memory is required.

Date Jan 25th,1991}

Program Read_table;

uses dos, crt, graph,turbo3;

label start;

var

rg : registers;

red,gre,blu : array[0..255] of word;

i, j, k : integer;

file1 : file;

grdriver,grmode,mark_x,mark_y : integer;

data : array[0..640] of byte;

r_cn : array [0..255] of word;

r_palte,g_palte,b_palte : array[0..255] of byte;

rec_size, col_size, row_size,x_size, y_size : word;

string1 : string;

class_r, class_g, class_b : integer;

key1 : char;

Procedure write_pallete;

{This program will write color datas onto color registors.}

var

a, b, c, d : integer;

begin

for a := 0 to class_r do

begin

for b :=0 to class_g do

begin

for c := 0 to class_b do

begin

d := ((class_b+1)*(class_g+1)*a)+((class_b+1)*b)+c;

b_palte[d] := round(c*63/class_b+0.499);

g_palte[d] := round(b*63/class_g+0.499);

r_palte[d] := round(a*63/class_r+0.499);

end;

end;

end;

port[\$3c8] := 0;

for i := 0 to 255 do

begin

port[\$3c9] := 0;

port[\$3c9] := 0;

port[\$3c9] := 0;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end;

port[$3c8] := 0;{The beginning of registers}
for i := 0 to 255 do
  begin
    port[$3c9] := r_palte[i];
    port[$3c9] := g_palte[i];
    port[$3c9] := b_palte[i];
  end;
end;

begin {Main program}
start:
clrscr;
write('  Enter filename to be showed  ---> ');
readln(string1);
writeln;
write('  Enter horizontal size (must be less than 640)  ---> ');
readln(x_size);
write('  Enter vertical size (must be less than 480)  ---> ');
readln(y_size);
writeln;
write('  Enter X_position  -----> ');
readln(mark_x);
write('  Enter Y_position  -----> ');
readln(mark_y);
writeln('          Type of color pallete');
writeln('          1> red:green:blue  7:6:6 ');
writeln('          2> red:green:blue  6:6:6 ');
writeln('          3> red:green:blue  8:8:4 ');
write('          Choose one [1 or 2 or 3]  ---> ');
repeat read(kbd,key1); key1 := upcase(key1);
until (key1 = '1') or (key1 = '2') or (key1 = '3');
case key1 of
  '1' : begin class_r := 6;
            class_g := 5;
            class_b := 5;
        end;
  '2' : begin class_r := 5;
            class_g := 5;
            class_b := 5;
        end;
  '3' : begin class_r := 7;
            class_g := 7;
            class_b := 3;
        end;
end;
end;
assign(file1,string1);
rec_size := x_size;
col_size := x_size-1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

row_size := y_size-1;

for i:=0 to 255 do r_cn[i] := 0;
{Initial graphic mode --> VGA 256 colors, 640 * 480 resolution.}
rg.ah:= $0;
rg.al := $2E;
intr($10,rg);

write_palletè;
{read color data from color registers}
port[$3c7] := 0;
for i := 0 to 255 do
begin
    red[i]:=port[$3c9];
    gre[i]:=port[$3c9];
    blu[i]:=port[$3c9];
end;
reset(file1,rec_size);

for i := 0 to row_size do
begin
    Blockread(file1,data[0],1);
    for k := 0 to col_size do
begin
        rg.al := data[k];
        rg.ah := $0C;
        rg.bh := 0;
        rg.cx := mark_x+k;
        rg.dx := mark_y+i;
        intr($10,rg);
        inc(r_cn[data[k]]);
    end;
end;

close(file1);
readln;
{Reset graphic mode}
rg.ah := $0;
rg.al := $3;
intr($10,rg);

k := 0;
while k <> 264 do
begin
    for i := 0 to 23 do
begin
        writeln('index',k:3,red[k]:8,gre[k]:8,blu[k]:8,'          No-',r_cn[k]:8);
        k := k + 1;
    end;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        readln;
    end;

    grdriver := detect;
    initgraph(grdriver,grmode,'');
    setfillstyle(solidfill,0);
    setwritemode(1);
    setviewport(0,0,getmaxx-10,getmaxy-10,true);
    clearviewport;

    line(0+100,400,256+100,400);
    for i := 0 to 255 do
        begin
            line(i+100,400 - round(r_cn[i] * 0.05),i+100,400);
        end;
    outtextxy(100,410,'0');
    outtextxy(226,410,'127');
    outtextxy(353,410,'255');
    readln;
    closegraph;
end.

```



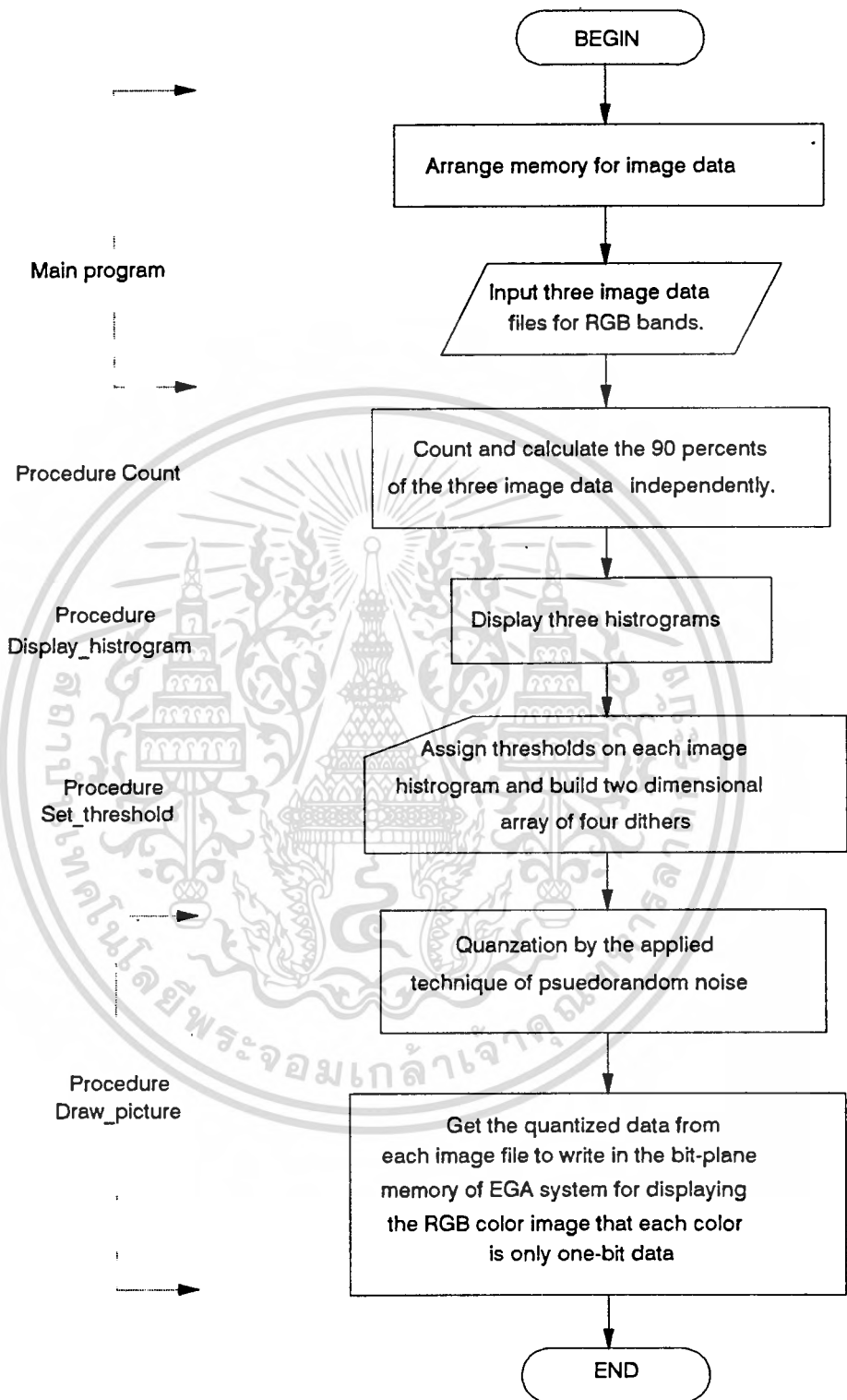
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

โปรแกรมค้นฉบับในการควอนไทซ์ข้อมูลภาพเพื่อแสดงผลบนระบบ EGA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

{This program is used to quantize any three image data file to display on EGA system. Three image data file for RGB is required. Each pixel of the displayed image is composited of one bit from the three data file .

Date Jan 29th,1991}

Program Show_Picture;

uses

dos,turbo3,Crt,Printer,graph;

label again;

type

mem_pointer = ^heap_mem;

heap_mem = record

equ2 : array[0..255] of byte; end;

var

r_equ,g_equ,b_equ : array[0..2] of mem_pointer;

r_cn,g_cn,b_cn : array [0..255] of integer;

temp : array[0..511] of byte;

fi1,fi2,fi3 : file;

i,j,k : integer;

grmode,grdriver,sum : integer;

r_min,r_max,g_min,g_max,b_min,b_max : integer;

rr,gr,br : integer;

key1,key2,key3 : char;

r_k,g_k,b_k : array[1..3] of integer;

r_t,g_t,b_t : array[0..1,0..1] of integer;

jet_cn : array[0..7] of integer;

string1,string2,string3 : string;

procedure set_threshold;

{This procedure will create thresholds on the three histograms and allow user to adjust them.}

begin

r_t[0,0] := round((r_k[1]-r_min)/2); r_t[0,1] := round((r_k[3]-r_k[2])/2);
r_t[1,0] := round((r_max-r_k[3])/2); r_t[1,1] := round((r_k[2]-r_k[1])/2);

g_t[0,0] := round((g_k[1]-g_min)/2); g_t[0,1] := round((g_k[3]-g_k[2])/2);
g_t[1,0] := round((g_max-g_k[3])/2); g_t[1,1] := round((g_k[2]-g_k[1])/2);

b_t[0,0] := round((b_k[1]-b_min)/2); b_t[0,1] := round((b_k[3]-b_k[2])/2);
b_t[1,0] := round((b_max-b_k[3])/2); b_t[1,1] := round((b_k[2]-b_k[1])/2);

end;

procedure draw_picture;

{This procedure will write pixel onto memory plane in order to draw a picture.}

procedure plot_pixel;

{This is subprocedure of the procedure draw_picture.}

var l,m : integer;

p_clr : byte;

begin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for k := 0 to 127 do
begin
  for l := 0 to 1 do
    for m := 0 to 1 do
      begin
        if r_equ[1+m]^equ2[k*2+1] > r_t[1,m] then p_clr := 4 else p_clr := 0;
        if g_equ[1+m]^equ2[k*2+1] > g_t[1,m] then p_clr := p_clr or 2;
        if b_equ[1+m]^equ2[k*2+1] > b_t[1,m] then p_clr := p_clr or 1;
        inc(jet_cn[p_clr]);
        if p_clr = 7 then
          begin
            if r_equ[1+m]^equ2[k*2+1] > (r_t[1,m]+rr) then p_clr := 4 else p_clr := 0;
            if g_equ[1+m]^equ2[k*2+1] > (g_t[1,m]+gr) then p_clr := p_clr or 2;
            if b_equ[1+m]^equ2[k*2+1] > (b_t[1,m]+br) then p_clr := p_clr or 1;
          end;
        putpixel(k*2+ 1,i*2 + m,p_clr);
      end;
    end;
  end;
end;
begin
  grdriver := detect;
  InitGraph(grdriver,grmode,'\tp\graph');
  reset(fi1);
  reset(fi2);
  reset(fi3);
  for i := 0 to 127 do
    begin
      blockread(fi1,temp[0],4); {read red 2 record}
      for k := 0 to 255 do r_equ[1]^equ2[k] := temp[k];
      for k := 0 to 255 do r_equ[2]^equ2[k] := temp[k+256];
      blockread(fi2,temp[0],4); {read green 2 record}
      for k := 0 to 255 do g_equ[1]^equ2[k] := temp[k];
      for k := 0 to 255 do g_equ[2]^equ2[k] := temp[k+256];
      blockread(fi3,temp[0],4); {read blue 2 record}
      for k := 0 to 255 do b_equ[1]^equ2[k] := temp[k];
      for k := 0 to 255 do b_equ[2]^equ2[k] := temp[k+256];
      plot_pixel;
    end;
  close(fi1);
  close(fi2);
  close(fi3);
  repeat until keypressed;
  closegraph;
end;

procedure count;
{This procedure will count a number of pixels in each gray level.}
begin
  for i := 0 to 255 do

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
    r_cn[i] := 0;
    g_cn[i] := 0;
    b_cn[i] := 0;
end;
assign(fi1,string1); reset(fi1);
assign(fi2,string2); reset(fi2);
assign(fi3,string3); reset(fi3);
for i := 0 to 255 do
begin
    blockread(fi1,temp[0],2);
    for k := 0 to 255 do inc(r_cn[temp[k]]);
end;
for i := 0 to 255 do
begin;
    blockread(fi2,temp[0],2);
    for k := 0 to 255 do inc(g_cn[temp[k]]);
end;
for i := 0 to 255 do
begin
    blockread(fi3,temp[0],2);
    for k := 0 to 255 do inc(b_cn[temp[k]]);
end;
close(fi1);
close(fi2);
close(fi3);
end;

```

```

procedure display_histogram;
{This procedure will draw three histograms that is resulted from
procedure count on the screen. The user can use cursor to control the
value of the thresholds}
begin
    grdriver := detect;
    InitGraph(grdriver,grmode,'\tp\graph');
    setfillstyle(solidfill,0);
    setwritemode(1);
    setviewport(0,0,getmaxx-10,getmaxy-10,true);
    line(0,100,256,100);
    line(0,200,256,200);
    line(0,300,256,300);
repeat
    for i := 0 to 255 do
        begin
            putpixel(i,100 - round(r_cn[i] * 0.02),4);
            putpixel(i,200 - round(g_cn[i] * 0.02),2);
            putpixel(i,300 - round(b_cn[i] * 0.02),1);
        end;
    {draw scale}
    for i := 1 to 3 do

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  line(r_k[i],0,r_k[i],100);
  line(g_k[i],100,g_k[i],200);
  line(b_k[i],200,b_k[i],300);
end;
outtextxy(400,20,'press r,g,b to change threshold ');
read(kbd,key1); key1 := upcase(key1);
if key1 <> 'Q' then
  begin
    repeat
      outtextxy(400,40,'Threshold 1,2,3 ');
      readln(j);
    until (j > 0) and (j < 4);
    repeat
      outtextxy(400,60,'Change scale by <--- or --->');
      read(kbd,key2); key2 := upcase(key2);
    case key2 of
      char($4D) : case key1 of
        'R' : begin
          Moveto(r_k[j],100);
          r_k[j] := r_k[j] + 4;
          end;
        'G' : begin
          Moveto(g_k[j],100);
          g_k[j] := g_k[j] + 4;
          end;
        'B' : begin
          Moveto(b_k[j],100);
          b_k[j] := b_k[j] + 4;
          end;
      end;
      char($4B) : case key1 of
        'R' : begin
          Moveto(r_k[j],100);
          r_k[j] := r_k[j] - 4;
          end;
        'G' : begin
          Moveto(g_k[j],100);
          g_k[j] := g_k[j] - 4;
          end;
        'B' : begin
          Moveto(b_k[j],100);
          b_k[j] := b_k[j] - 4;
          end;
      end;
    end;
  end;{end case of key2}
  for i := 1 to 3 do
    begin
      line(r_k[i],0,r_k[i],100);
      line(g_k[i],100,g_k[i],200);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                line(b_k[i],200,b_k[i],300);
                                end;
                                until key2 = 'Q';
                                end;
                                clearviewport;
until key1 = 'Q';
    closegraph;
end;
{****Main Program****}
begin
    {create heap memeory}
    for i := 0 to 2 do
        begin
            new(r_equ[i]);
            new(g_equ[i]);
            new(b_equ[i]);
        end;

for i:=0 to 7 do jet_cn[i] := 0;

count;

for i:= 0 to 255 do {Calculate min and max value on each
                    -histrogram.}
    begin
        if r_cn[i] > 0 then r_max := i;
        if g_cn[i] > 0 then g_max := i;
        if b_cn[i] > 0 then b_max := i;
    end;
    for i:=255 downto 0 do
        begin
            if r_cn[i] = 0 then r_min := i;
            if g_cn[i] = 0 then g_min := i;
            if b_cn[i] = 0 then b_min := i;
        end;
{Initial the thresholds}
        rr := round((r_max - r_min) / 4);
        gr := round((g_max - g_min) / 4);
        br := round((b_max - b_min) / 4);
for i:=1 to 3 do
    begin
        r_k[i] := i * rr;
        b_k[i] := i * gr;
        g_k[i] := i * br;
    end;

again:    display_histogram;

            set_threshold;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

draw_picture;

clrscr;
{Do report}
sum := 0;
for i:=0 to 7 do begin
  writeln('jet_cn[' ,i,'] = ',jet_cn[i]);
  sum := sum + jet_cn[i];
  end;
  writeln('sum_dot = ',sum);
write('Do you want to set thereshold again? {Y or N}'); readln(key3);
key3 := upcase(key3);
case key3 of
  'Y' : goto again;
  end;
end.

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

เทคนิคกำหนดสีในการแสดงภาพสีในระบบ VGA โดยการสร้างบล็อกสามมิติบนแกนสีทั้งสาม
การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าประจำปี 2534
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

เทคนิคการลดขนาดข้อมูลภาพสีจากภาพถ่ายดาวเทียม
การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าประจำปี 2534
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

False Color Composite Display of Multiband Images on Personal Computer
using Cubic Color Block Technique.

The 12th Asian Conference on Remote Sensing 1991
Singapore

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นาย จิตรเกษม งามนิล เข้าทำการศึกษาในระดับปริญญาตรีที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบังเมื่อปี พ.ศ.2528 จากนั้นเข้าทำการศึกษาต่อในระดับปริญญาโทที่สถาบันเดียวกันในปี พ.ศ.2532 ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยมหานคร กรุงเทพฯ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้