แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยฟังก์ชันหน่วยความจำ

A Built-in Functions Memory Image Data Acquisition Card

นายบัณฑิต สุมนวัฒนเดช

Mr.Bundit Sumonwattanadej

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2539

ISBN 974-621-565-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....26173.....
วัน, เดือน, ปี.....10 ต.ค. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A Built-in Functions Memory Image Data Acquisition Card

Bundit Sumonwattanadej

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1996

ISBN 974-621-565-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยฟังก์ชันหน่วยความจำ
นักศึกษา	นายบัณฑิต สุมนวัฒนเดช
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2539

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีการประมวลผลภาพมาใช้ในงานด้านต่าง ๆ เช่น การสื่อสารข้อมูลภาพ การสำรวจทรัพยากรทางดาวเทียม การควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรม สื่อการสอน เป็นต้น ซึ่งเห็นว่ามีความจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บภาพที่มีประสิทธิภาพ ในวิทยานิพนธ์นี้จึงได้นำเสนอวิธีการเพิ่มฟังก์ชันการทำงานของแผงวงจรควบคุมการเก็บภาพโดยใช้ฟังก์ชันหน่วยความจำ จากวิธีการนี้สามารถใส่ฟังก์ชันเข้าไปที่ตารางเพื่อให้ได้ข้อมูลของภาพออกมาตามต้องการ เช่น การทำภาพสองระดับ การเน้นภาพ การปรับปรุงความแตกต่างในภาพ การแปลงภาพเนกกาทีฟ ข้อดีของวิธีการนี้ทำให้ได้แผงวงจรการเก็บภาพที่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องสูญเสียเวลาในการเตรียมภาพก่อนการประมวลผล ภาพที่ได้จึงเป็นไปตามความต้องการทำให้สามารถนำไปใช้ในการประมวลผลได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A built-in functions memory image data acquisition card
Student	Mr. Bundit Sumonwattanadej
Thesis advisor	Assoc.Prof.Dr. Fusak Cheevasuvit
Level of study	Master of Engineering in Electrical Engineering
Department	Industrial Instrumentation Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year	1996

Abstract

Image processing is now widely used in many applications such as image data communication, remote sensing for natural resource observation by satellite, line production in industrial, multimedia and etc.. So a high quality image capture device is needed. To achieve the requirement, this thesis proposes a built in function memory image data acquisition card. This card can work for multifunction by changing the data in the table. These data can be changed for some purposes such as image binarization, image enhancement, contrast improving, negative image conversion etc., Therefore, the card can save the computation time in preprocessing process by direct performing the output data for some special applications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ให้คำแนะนำปรึกษาในด้านการศึกษาแก่ผู้เขียน ขอขอบพระคุณท่านคณะกรรมการสอบทุกท่านที่ได้สละเวลาอันมีค่า ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่และขอบคุณ เพื่อน ๆ ที่ได้ช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้มอบทุนการศึกษาในการทำวิจัยช่วยให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

บัณฑิต สุมนวัฒนเดช

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ VII

สารบัญตาราง X

บทที่

1. บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

ขอบเขตของการวิจัย 2

2. การประมวลภาพ 4

บทนำ 4

การแสดงภาพ 4

ระบบพื้นฐานการประมวลผลภาพ 6

ระบบสองมิติ 7

สัญญาณสองมิติ 7

ลำดับสัญญาณที่ใช้มากในระบบสองมิติ 9

การตอบสนองความถี่ของระบบสองมิติ 9

ทฤษฎีของการสุ่มและการควอนไตซ์ 11

การสุ่ม 11

การควอนไตซ์ 14

สรุป 16

3. ทฤษฎีการแปลงภาพและการปรับปรุงภาพ 17

สกาล่าร์และเวกเตอร์อิมเมจ 17

การประมวลผลภาพ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

การแปลงภาพ 18
การแปลงภาพเป็นสองระดับ 18
การแปลงภาพเนกกาทีฟ 21
การยืดความแตกต่างของภาพ 22
การบีบอัดย่านไดนามิก 23
การเฉือนระดับสีเทา 25
การปรับปรุงภาพด้วยการเปลี่ยนแปลงฮีสโตแกรม 27
ฮีสโตแกรม 27
การปรับแต่งฮีสโตแกรม 29
การปรับปรุงภาพแบบการยืดฮีสโตแกรมแบบเชิงเส้น 31
สรุป 34
4. การเพิ่มรายละเอียดให้กับข้อมูลภาพ 35
การเพิ่มจำนวนจุดภาพ 35
การคำนวณความถี่ที่ใช้ในการสุ่มสัญญาณภาพ 35
การเพิ่มจุดภาพด้วยการใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล 2ตัว ร่วมกันทำงาน 37
การเก็บภาพลงหน่วยความจำ 39
แนวทางการออกแบบ 41
ส่วนของอินพุตบัฟเฟอร์ 41
ส่วนของการแยกซิงค์ 41
ส่วนของการกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 44
ส่วนของการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล 44
ส่วนของการมัลติเพล็กซ์ 45
ส่วนการกำเนิดสัญญาณแอดเดรส 45
ส่วนของหน่วยความจำ 47
ส่วนของการสร้างสัญญาณซิงค์ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

ส่วนของเอาต์พุต....50
ส่วนของการควบคุม....50
ผลการทดลอง....51
การเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพ....52
อัลกอริธมิคของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล....52
ตัวตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบแฟลท....53
การเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพด้วยการต่อคาสเคดของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล....55
ผลการทดลอง....58
สรุป....59
5. หน่วยความจำแบบฟังก์ชัน....60
วิธีการเปิดตารางดู....61
วิธีการใช้หน่วยความจำแบบฟังก์ชัน....62
การออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน....63
ส่วนของหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน....65
การเก็บภาพลงหน่วยความจำ....65
ผลการทดลอง....67
สรุป....71
6. สรุปผลและแนวทางการพัฒนา....72
สรุปผลการวิจัย....72
ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ....74
บรรณานุกรม....75
ภาคผนวก....77
ภาคผนวก ก....78
ภาคผนวก ข....79
ประวัติผู้เขียน....83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

1 แสดงการแทนค่าระดับเทาของภาพ 5
2 การแทนสัญญาณภาพแบบต่อเนื่อง 5
3 แสดงระบบประมวลผลภาพ 6
4 การแสดงภาพในทางสปาเชี่ยนโดเมน 7
5 แสดงระบบประมวลผลสองมิติ 8
6 แสดงระยะของการแซมปลิ้งบนเมตริก CCD 10
7 แสดงเวลาการสุ่มสำหรับเส้นสแกนของสัญญาณโทรทัศน์ 10
8 แสดงฟังก์ชันของการสุ่ม 2 มิติ 12
9 แสดงแบนด์ลิมิตที่โดเมนความถี่ 12
10 แสดงภาพที่มีขนาดต่าง ๆ กัน 13
11 แสดงภาพที่มีการใช้จำนวนบิตต่าง ๆ กัน 15
12 แสดงกราฟของการแปลงภาพเป็นสองระดับแบบค่าตัดสินใจค่าเดียว 19
13 แสดงกราฟของการแปลงภาพเป็นสองระดับแบบค่าตัดสินใจหลายค่า 20
14 แสดงภาพที่ผ่านการแปลงภาพเป็นสองระดับ 20
15 แสดงกราฟของการแปลงภาพเป็นเนกกาทีฟ 21
16 แสดงภาพที่ผ่านการแปลงเป็นเนกกาทีฟ 21
17 แสดงกราฟของการแปลงภาพเพื่อยืดความคมชัด 22
18 แสดงภาพที่ผ่านการยืดความคมชัด 23
19 แสดงกราฟของฟังก์ชันล็อกการิทึม 24
20 แสดงภาพที่ผ่านการแปลงแบบบีบอัดย่าน 25
21 แสดงกราฟของการแปลงภาพเพื่อเน้นภาพในลักษณะภาพสองระดับ 26
22 แสดงกราฟของการแปลงภาพเพื่อเน้นวัตถุที่ยังคงข้อมูลที่เป็นพื้นของภาพไว้ 26
23 แสดงภาพที่ผ่านกระบวนการเน้นภาพ 28
24 แสดงฮีสโตแกรมของภาพ 26
25 แสดงภาพที่ผ่านการชดเชยฮีสโตแกรม 31
26 แสดงการยืดฮีสโตแกรมด้วยสมการเชิงเส้น 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

27 แสดงภาพที่ผ่านการยืดฮีสโตแกรมแบบเชิ้งเส้น 34
28 แสดงรายละเอียดของสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน 36
29 บล็อกไดอะแกรมของการใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล 2 ชุด ร่วมกันทำงาน 37
30 แสดงผังเวลาของข้อมูลที่ออกจากตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ทั้งสองชุดเทียบกับสัญญาณสุ่ม 38
31 การเก็บข้อมูลภาพจากฟิลด์คี่และฟิลด์คู่ 39
32 การจัดหน่วยความจำสำหรับเก็บภาพ 40
33 บล็อกไดอะแกรมของแผงวงจรควบคุมการเก็บภาพแบบใช้ตัวแปลงสัญญาณ แอนะลอกเป็นดิจิตอล 2 ชุดร่วมกันทำงาน 42
34 ส่วนของการแยกสัญญาณซิงค์ 43
35 ผังเวลาของการหน่วงเวลาทางแนวนอน 43
36 บล็อกไดอะแกรมของส่วนการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล 44
37 การอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ 47
38 การอ้างตำแหน่งของเครื่องคอมพิวเตอร์ 48
39 บล็อกไดอะแกรมของส่วนหน่วยความจำ 49
40 บล็อกไดอะแกรมของการสร้างสัญญาณซิงค์ 50
41 ข้อมูลภาพที่เก็บได้จากแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ 51
42 ระบบอัลกอริธมิคของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล 53
43 โครงสร้างของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบแฟลท 54
44 บล็อกไดอะแกรมของขั้นตอนการเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพ 55
45 วิธีการทำตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล 8 บิต จากตัวแปลงสัญญาณ แอนะลอกเป็นดิจิตอล 6 บิตสองตัว 56
46 ผังเวลาของบิต B7 ที่ออกจากเอาต์พุตของตัวเปรียบเทียบ 57
47 ภาพที่ได้จากแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ 58
48 กระบวนวิธีการประมวลผลภาพทั่วไป 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

49 การอ้างตำแหน่งของวิธีการเปิดตารางดู 61

50 การเก็บค่าเพื่อใช้งานของหน่วยความจำ 63

51 บล็อกไดอะแกรมของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพแบบที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน 64

52 การเรียงสลับข้อมูลภาพฟิลด์คี่และฟิลด์คู่ด้วยวิธีการจัดเรียงแอดเดรสใหม่ 66

53 แสดงการเรียงสลับตำแหน่งสายแอดเดรสใหม่ 67

54 ภาพที่ผ่านการแปลงและกราฟของฟังก์ที่ใช้ในการแปลง 69

55 ภาพที่ผ่านการแปลงและกราฟของฟังก์ที่ใช้ในการแปลง 70

56 แสดงวงจรรวมของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุดร่วมกันทำงาน 80

57 แสดงวงจรรวมของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ โดยใช้การต่อคาสเคดของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 81

58 แสดงวงจรรวมของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พารามิเตอร์ของระบบโทรทัศน์สามระบบคือ NTSC, PAL และ SECAM	36
2	ค่าและการทำงานของคำสั่งที่ใช้ควบคุมแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ	51
3	การแปลงรหัสเทอร์โมมิเตอร์เป็นรหัสไบนารี	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการที่ศาสตร์ทางด้านการประมวลผลภาพได้เข้ามามีบทบาทในงานด้านต่าง ๆ ไม่ว่าเป็นด้านการพาณิชย์ การอุตสาหกรรม การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ การสื่อสาร ความมั่นคงของประเทศ และรวมไปถึงการช่วยพัฒนาทางด้านการศึกษาของประเทศด้วย ซึ่งในปัจจุบันสถาบันทางการศึกษาได้มีการศึกษาและวิจัยศาสตร์ทางด้านนี้มากขึ้น แต่อุปกรณ์ที่จะมาใช้ในการทำวิจัยนั้นมีราคาที่ค่อนข้างแพง เช่นอุปกรณ์จำพวก แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ สแกนเนอร์ หรืออุปกรณ์ไอซีทางด้านการประมวลผลภาพ รวมไปถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้กับอุปกรณ์เหล่านี้ด้วย และถ้าอุปกรณ์เหล่านี้เกิดการขัดข้องหรือเสียก็จะเป็นการยากแก่การซ่อมบำรุงเนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้ได้ใช้เทคโนโลยีของการใช้อุปกรณ์ที่เป็นจำพวก VLSI เป็นต้น ทำให้เกิดปัญหางบประมาณไม่เพียงพอ และการปรับปรุงซอฟต์แวร์ที่ให้เข้ากับงานที่ใช้ ด้วยเหตุนี้จึงได้มีแนวคิดที่จะทำอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลภาพที่จำนำมาใช้ในงานวิจัยทางด้านการประมวลผลภาพ ด้วยเทคโนโลยีที่หาได้ในประเทศ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบของอุปกรณ์เก็บข้อมูลภาพ คือการออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ของวงจร เป็นการเพิ่มทักษะในการออกแบบและพัฒนาระบบของการประมวลผลภาพขึ้นมาใช้เอง

2. เพื่อช่วยลดงบประมาณในการจัดซื้อแผงวงจรควบคุมภาพรวมทั้งได้มีการเขียนซอฟต์แวร์ขึ้นมาควบคุมการทำงานแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพดังกล่าวด้วย ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะในด้านการเขียนโปรแกรมให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาทางด้านการออกแบบต่อไป โดยเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจการออกแบบและสร้างแผงวงจรควบคุมภาพ เป็นการช่วยประหยัดเวลาในการเริ่มศึกษาใหม่ตั้งแต่ต้น

4. สามารถนำแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ออกแบบไปใช้งานได้จริง สำหรับงานวิจัยต่าง ๆ โดยใช้ประกอบร่วมกับซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้น

5. เพื่อเพิ่มความเข้าใจศาสตร์ทางด้านนี้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ จึงต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐานทั่วไปของการประมวลผลภาพ เช่น การปรับปรุงภาพ การหาขอบภาพ การแปลงภาพต่าง ๆ เป็นต้น

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยจะเป็นการสร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ที่มีลักษณะเป็นแผงวงจรอินเตอร์เฟสกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และมีการควบคุมด้วยโปรแกรมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งออกได้ตามนี้

-สร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพขนาด 512X512 จุดต่อภาพ ขนาด 8 บิตต่อจุดภาพ โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุดร่วมกันทำงาน ใช้ความถี่ในการสุ่มขนาด 12 MHZ ใช้หน่วยความจำขนาด 256 กิโลไบต์ต่อภาพ อินเตอร์เฟสผ่านทาง XT BUS ใช้หน่วยความจำในการอินเตอร์เฟสกับเครื่องคอมพิวเตอร์ D000:0000 - E000:0000

-สร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพขนาด 512X512 จุดต่อภาพ ขนาด 8 บิตต่อจุดภาพ โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ตัวขนาดตัวละ 6 บิต ต่อคาสเคดกันให้ได้ขนาดเป็น 8 บิต ใช้ความถี่ในการสุ่มขนาด 24 MHZ ใช้หน่วยความจำขนาด 256 กิโลไบต์ต่อภาพ อินเตอร์เฟสผ่านทาง XT BUS ใช้หน่วยความจำในการอินเตอร์เฟสกับเครื่องคอมพิวเตอร์ D000:0000 - E000:0000

-สร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพขนาด 512X512 จุดต่อภาพ ขนาด 8 บิตต่อจุดภาพ โดยมีการเพิ่มหน่วยความจำแบบฟังก์ชันขนาด 256 ไบต์ เข้ามาช่วยในการแปลงข้อมูลอินพุตจากตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ใช้ความถี่ในการสุ่มขนาด 24 MHZ ใช้หน่วยความจำขนาด 256 กิโลไบต์ต่อภาพ อินเตอร์เฟสผ่านทาง XT BUS ใช้หน่วยความจำในการอินเตอร์เฟสกับเครื่องคอมพิวเตอร์ D000:0000 - E000:0000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเนื้อหาและรายละเอียดได้กล่าวแยกเป็นบท ๆ ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย วัตถุประสงค์ในการทำวิจัย ขอบเขตของการวิจัยและรายละเอียดของเนื้อหาต่าง ๆ

บทที่ 2 การประมวลผลภาพ ในรายละเอียดจะกล่าวถึง ความรู้และระบบพื้นฐานทางด้านการประมวลผลภาพ ทฤษฎีของการสุ่มและการควอนไตซ์

บทที่ 3 ทฤษฎีการแปลงภาพและการปรับปรุงภาพ ในบทนี้ได้กล่าวถึงทฤษฎีในการประมวลผลภาพที่จะนำไปใช้งานกับแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ เช่น การแปลงภาพเป็นสองระดับ การแปลงภาพเป็นเนกกาทีฟ การยืดความคมชัดของภาพ การบีบอัดย่านการเปลี่ยนแปลง การเฉือนระดับสีเทา การปรับแต่งฮีสโตแกรม และการยืดฮีสโตแกรมแบบเชิงเส้น เป็นต้น

บทที่ 4 การเพิ่มรายละเอียดให้กับข้อมูลภาพ กล่าวถึงเทคนิคการเพิ่มรายละเอียดให้กับข้อมูลภาพที่ได้จากแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ซึ่งแบ่งเป็นสองวิธีด้วยกันคือ การเพิ่มจำนวนจุดของภาพ เป็นการเพิ่มจำนวนจุดภาพด้วยวิธีการของการต่อตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลสองชุดร่วมกันทำงาน และวิธีการออกแบบแผงวงจรควบคุมภาพของวิธีการดังกล่าวนี้ สำหรับอีกวิธีการหนึ่งคือการเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพ เป็นการเพิ่มระดับของข้อมูลภาพ ด้วยวิธีการต่อคาสเคดของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลที่มีจำนวนบิตต่ำสองชุดเพื่อให้ได้บิทข้อมูลที่สูงขึ้น รวมทั้งกล่าวถึงการออกแบบอย่างละเอียดด้วยเช่นกัน

บทที่ 5 หน่วยความจำแบบฟังก์ชัน บทนี้กล่าวถึง การนำหน่วยความจำแบบฟังก์ชันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแผงวงจรควบคุมภาพ ซึ่งได้กล่าวถึงทฤษฎีและการใช้งานหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน เทคนิคการลดเวลาในการซ้อนข้อมูลภาพฟิลด์คู่และฟิลด์คี่ด้วยการเรียงตำแหน่งสายแอดเดรสใหม่

บทที่ 6 บทสรุป จะกล่าวสรุปเนื้อหาของงานวิจัยที่ทำมา รวมทั้งปัญหาที่ประสบมาในการทำวิจัย และแนวทางการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การประมวลผลภาพ

บทนำ

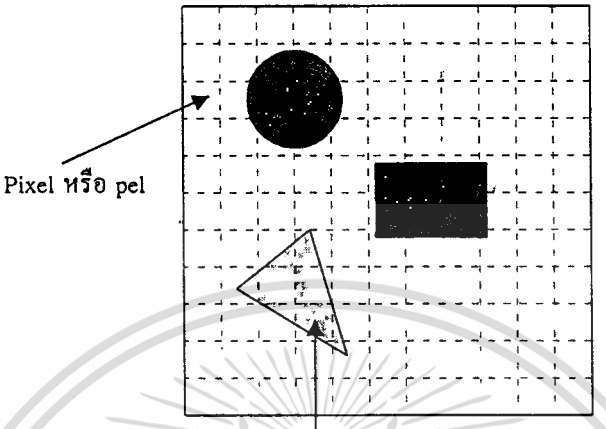
เนื้อหาภายในบทจะกล่าวถึง ทฤษฎีพื้นฐานและวิธีการประมวลผลที่มีข้อมูลเป็นภาพ โดยในบทนี้ได้กล่าวถึงแนวความคิด รวมไปถึงความรู้ขั้นพื้นฐานที่ควรทราบ ก่อนที่จะเริ่มศึกษารายละเอียดเรื่องการประมวลผลภาพในขั้นตอนต่อไป

การแสดงภาพ (Representation of Images)

การแสดงภาพอาจจะเป็นแบบ ดิจิตอล หรือ แบบแอนะลอก ก็ได้ การแสดงแบบดิจิตอลนั้นจะแสดงออกมาในรูปของระดับความเข้มของสีเทา (gray-level) โดยใช้ตัวเลขแสดงความสัมพันธ์แบบ 2 มิติ คือ ระดับความเข้มกับตำแหน่งของจุดภาพ ถ้าแทนแต่ละระดับความเข้มด้วยจำนวนบิต 8 บิต ดังนั้น ระดับความเข้มทั้งหมดที่สามารถแสดงได้คือ 2^8 หรือ 256 ระดับ ซึ่งมักจะแทนค่าด้วยเลข 0-255 โดยเลข 0 แสดงถึงระดับความเข้มต่ำสุด และ 255 แสดงถึงระดับความเข้มสูงสุด จากภาพที่ 1 เราเรียกช่องแต่ละช่องที่อยู่ในตารางแสดงความเข้มดังกล่าวว่า "จุดภาพ" (picture element) หรือที่มักเรียกกันว่า "พิกเซล" (pixel) สำหรับการแสดงภาพสี สีที่เป็นสีพื้นฐานมี 3 สีคือ แดง เขียว และน้ำเงิน โดยใช้จำนวนบิต 24 บิตในการแสดงภาพของแต่ละพิกเซล โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน (แต่ละส่วนจะมีขนาด 8บิต) ซึ่งจะให้ความเข้มของสีทั้งสามมีค่าแตกต่างกันไป ส่วนการแสดงภาพแบบแอนะลอก จะแทนปริมาณความเข้มแสงในลักษณะต่อเนื่อง (ดังภาพที่ 2)

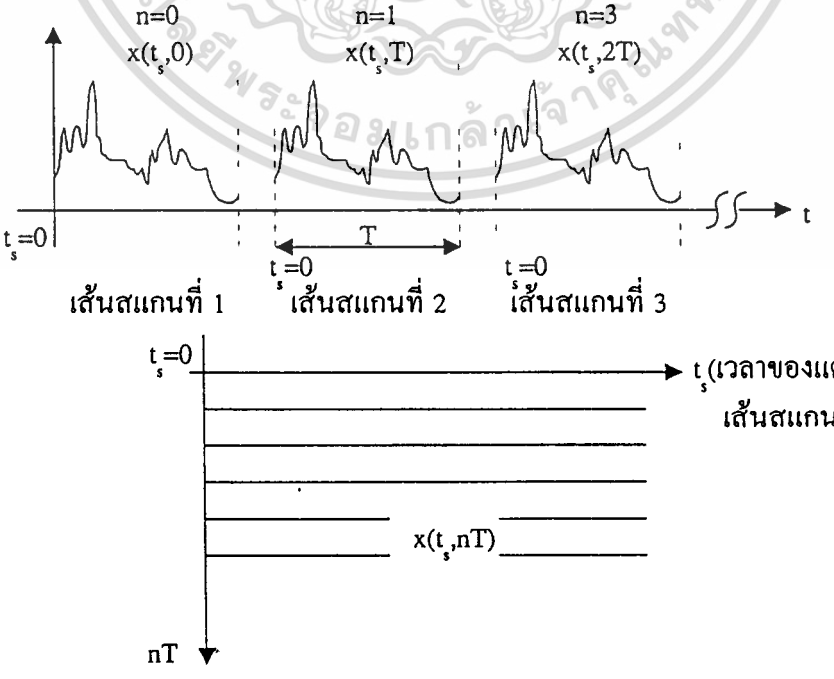
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1



แสดงการแทนค่าระดับเทาของภาพ

ภาพที่ 2



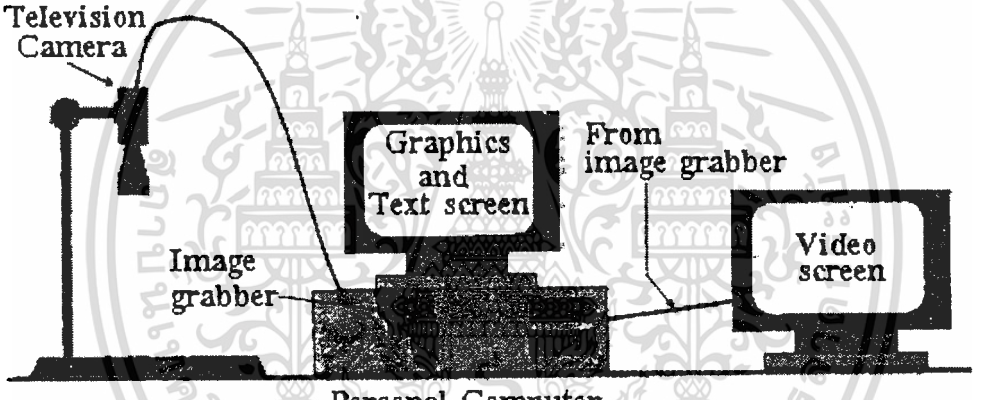
แสดงการแทนสัญญาณภาพแบบต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบพื้นฐานการประมวลผลภาพ

ระบบพื้นฐานการประมวลผลภาพประกอบด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีการ์ด VGA (Video Graphic Array) หรือ SVGA (Super Video Graphic Array) ในส่วนของอินพุตจะเป็นกล้องที่ใช้เก็บภาพแล้วทำการส่งต่อไปยังแผงวงจรเก็บภาพที่ใส่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยสัญญาณภาพจะถูกแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลเก็บลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อมูลภาพที่ได้จะนำไปประมวลผล และข้อมูลอีกส่วนหนึ่งจะออกสู่มอนิเตอร์เพื่อแสดงภาพ ระบบพื้นฐานการประมวลผลภาพแสดงได้ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3



แสดงระบบประมวลผลภาพ

กล้องโทรทัศน์ เป็นอุปกรณ์อินพุตของระบบประมวลผลภาพ โดยกล้องทำการถ่ายภาพแล้วแปลงเป็นสัญญาณโทรทัศน์ จากนั้นทำการส่งต่อให้แผงวงจรเก็บภาพที่เสียบอยู่ในคอมพิวเตอร์ ตามปกติกล้องจะมีอยู่ 2 ประเภทคือ กล้องที่เป็นหลอดสูญญากาศ และประเภท solid-state แต่ที่นิยมใช้กันมากในด้านการประมวลผลภาพจะเป็นชนิด solid-state ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีว่าคือกล้อง CCD กล้องดังกล่าวนี้ในตัวของมันจะใช้ชิฟรีจิสเตอร์ทางแอนะลอกชนิดพิเศษหรือที่เรียกว่า charge coupled devices (CCDs) CCDs เหล่านี้จะทำการแปลงประจุไฟฟ้าที่ได้จากแสงของตัวทรานสดิวเซอร์ที่อยู่ด้านหน้าของกล้องให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าและเข้ารหัสเป็นสัญญาณมาตรฐานของระบบโทรทัศน์

แผงวงจรเก็บภาพ เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยการดิจิไตซ์สัญญาณโทรทัศน์ที่ได้จากอุปกรณ์จำพวก กล้องหรือเครื่องเล่นวิดีโอ ภาพที่ผ่านการดิจิไตซ์จะถูกเก็บบนหน่วยความจำที่สามารถอ้างถึงได้ด้วยวิธีการทางซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ เป็นอุปกรณ์ใช้ในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ โดยสั่งผ่านทางซอฟต์แวร์ซึ่งสามารถโปรแกรมให้ทำงานให้ถูกต้องตามแต่ละจุดประสงค์ของงาน ดังนั้นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการประมวลผลนั้นต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติหลาย ๆ ประการเช่น ความเร็ว ความยืดหยุ่นต่ออุปกรณ์รอบข้าง เป็นต้น

จอมอนิเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผลเพื่อดูเอาต์พุตหรืออินพุตที่รับเข้ามาซึ่งอาจเป็นจอสีหรือขาวดำก็ได้ตามแต่ลักษณะของการใช้งาน

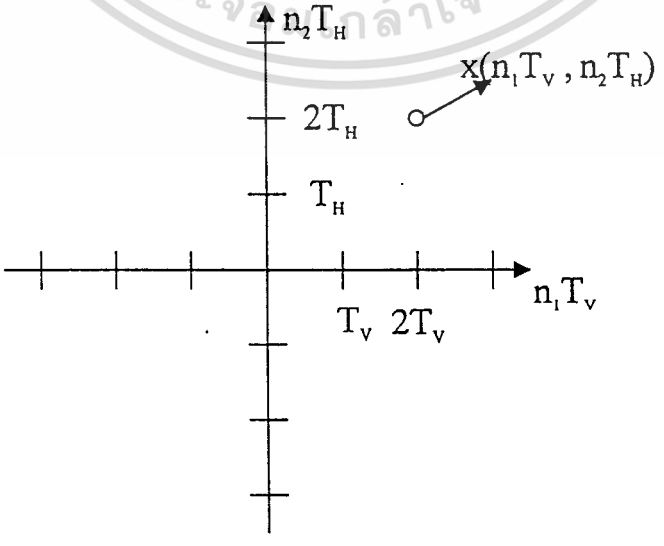
ซอฟต์แวร์ เป็นส่วนที่เขียนขึ้นเพื่อให้ระบบทำงานเป็นไปตามทิศทางที่เราต้องการและมีความยืดหยุ่นมากน้อยตามแต่ผู้วางระบบจะนำมาใช้ ในส่วนนี้จะสำคัญมากเพราะระบบจะทำงานได้หรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับส่วนนี้ด้วยเหมือนกัน

ระบบสองมิติ (Two-Dimensional Systems)

สัญญาณสองมิติ (Two-Dimensional Signal)

สัญญาณแซมปลิ้งสองมิติ สามารถนำมาอยู่ในรูปของลำดับสองมิติ เช่น $x(n_1T_V, n_2T_H)$ เมื่อ n_1 และ n_2 เป็นค่าจำนวนเต็มและ T_V กับ T_H เป็นระยะห่างในการสุ่มทางแนวตั้งและแนวนอนตามลำดับ เพื่อให้ง่ายในการพิจารณาเราจะให้ทั้ง T_V กับ T_H เป็น 1 ดังนั้นเราสามารถเขียนใหม่ได้เป็น $x(n_1, n_2)$ โดยฟังก์ชันนี้จะเป็นค่าความเข้มหรือแมกนิจูดของสัญญาณที่ตำแหน่ง (n_1, n_2) ในสปาเชี่ยนโดเมน (Spatial domain) แสดงดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4

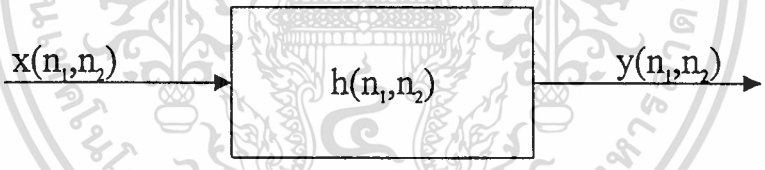


แสดงภาพในทางสปาเชี่ยนโดเมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ว่าสัญญาณสองมิติสามารถที่จะประมวลผลด้วยวิธีการเดียวกับการประมวลผลสัญญาณหนึ่งมิติได้ โดยการทำการประมวลผลแต่ละแถวหรือแต่ละคอลัมน์ แต่วิธีการแบบดังกล่าวนี้อาจจะไม่ได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่ดีเท่ากับการประมวลผลในระบบสองมิติ ตัวอย่างเช่นการหาขอบภาพหรือถ้ามองเป็นระบบฟิลเตอร์จะเป็นการกรองความถี่สูง (high pass filter) ระบบหนึ่งมิตินั้นจะเป็นการทำทีละแถวดังนั้นผลของขอบที่ได้จะเป็นขอบในแนวเดียวคือทางแนวตั้งหรือทางแนวนอน และผลของขอบอีกทิศทางหนึ่งจะไม่มีปรากฏขึ้น ดังนั้นถ้าหากต้องการให้ได้ขอบทั้งสองแนวจะต้องประมวลผลสองครั้ง ทำให้ต้องเสียเวลาในการอ่านข้อมูลสองครั้ง แต่ในระบบสองมิติจะสามารถทำการหาขอบได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอนซึ่งจะช่วยลดเวลาในการอ่านข้อมูล โดยระบบการประมวลผลแบบสองมิติแสดงในภาพที่ 5

ภาพที่ 5



แสดงระบบประมวลผลสองมิติ

สำหรับในระบบ LSI (Linear shift-invariant) เอาต์พุตที่ได้จะสามารถแสดงได้ด้วยวิธีการของทฤษฎีการประสาน (convolution) ดังสมการข้างล่าง

$$y(n_1,n_2) = x(n_1,n_2) * h(n_1,n_2) \qquad (2.1)$$

เมื่อ * แสดงถึงการประสานและ $h(n_1,n_2)$ เป็น impluse-response ของระบบสองมิติ จากสมการ (2.1) สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$y(n_1,n_2) = \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} x(k_1,k_2)h(n_1-k_1,n_2-k_2) \qquad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ลำดับสัญญาณที่ใช้มากในระบบสองมิติ

ยูนิตอิมพัลซ์หรือดิจิตอลอิมพัลซ์

$$\delta(n_1,n_2)=u_0(n_1,n_2)=\begin{cases}1 & n_1=n_2=0\\ 0 & otherwise\end{cases} \tag{2.3}$$

ดิจิตอลสเต็ป

$$u_{-1}(n_1,n_2)=\begin{cases}1 & n_1,n_2>0\\ 0 & otherwise\end{cases} \tag{2.4}$$

เอ็กซ์โพเนนเชียล

$$x(n_1,n_2)=\begin{cases}a_1^{n_1}a_2^{n_2} & n_1,n_2\geq 0\\ 0 & otherwise\end{cases} \tag{2.5}$$

ไซน์นูซอยด์

$$x(n_1,n_2)=e^{j(\omega_1 n_1+\omega_2 n_2)} \quad -\infty<n_1,n_2<\infty \tag{2.6}$$

การตอบสนองความถี่ของระบบสองมิติ

ให้อินพุตเป็น $x(n_1,n_2)=e^{j(\omega_1 n_1+\omega_2 n_2)}$

เอาต์พุตเขียนสมการของเอาต์พุตจากสมการที่ (2.2) ดังนี้

$$y(n_1,n_2)=\sum_{k_1=-\infty}^{\infty}\sum_{k_2=-\infty}^{\infty}e^{j[\omega_1(n_1-k_1)+\omega_2(n_2-k_2)]}h(k_1,k_2) \tag{2.7}$$

$$y(n_1,n_2)=e^{j(\omega_1 n_1+\omega_2 n_2)}\sum_{k_1=-\infty}^{\infty}\sum_{k_2=-\infty}^{\infty}e^{-j(\omega_1 k_1+\omega_2 k_2)}h(k_1,k_2) \tag{2.8}$$

โดยเอาต์พุตที่ได้จะเป็นไซน์นูซอยด์ที่มีความถี่เดียวกับอินพุตแต่แอมปลิจูดและเฟสจะแปรตามเกนฟังก์ชัน $H(\omega_1,\omega_2)$ โดยเกนฟังก์ชันนี้เรียกว่า การตอบสนองความถี่ (frequency response) สามารถเขียนได้เป็น

$$H(\omega_1,\omega_2)=\sum_{k_1=-\infty}^{\infty}\sum_{k_2=-\infty}^{\infty}h(k_1,k_2)e^{-j(\omega_1 k_1+\omega_2 k_2)} \tag{2.9}$$

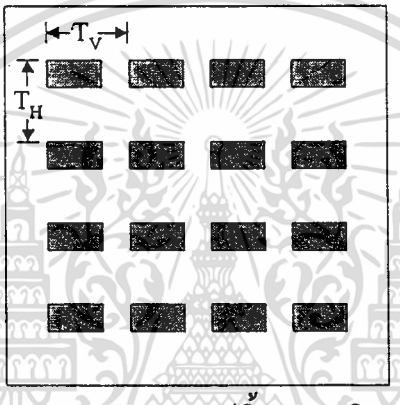
ผลบวกของ $\omega_1 k_1+\omega_2 k_2$ **ในเทอม** $e^{-j(\omega_1 k_1+\omega_2 k_2)}$ จะเรียกว่า *kernel* [1] ถ้าระยะการสุ่มเป็น T_V และ T_H สมการที่ (2.9) สามารถเขียนใหม่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$H(u,v) = \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} h(k_1 T_V, k_2 T_H) e^{-j2\pi(uk_1 T_V + vk_2 T_H)} \quad (2.10)$$

เมื่อ ω_1, ω_2 เป็นมิติของ radians/unit และ u, v เป็นมิติของ cycles/unit โดย unit เป็นหน่วยของพื้นที่หรือเวลา การเลือกหน่วยว่าจะเป็นพื้นที่หรือเวลานั้นขึ้นอยู่กับต้นกำเนิดของภาพ ซึ่งเป็นการฉาย(projection) จากระบบสามมิติสู่ระบบสองมิติ ถ้าภาพได้จากเมตริกของ CCD ดังนั้นหน่วยของ T_V และ T_H ควรจะเป็นพื้นที่แสดงดังภาพที่ 6

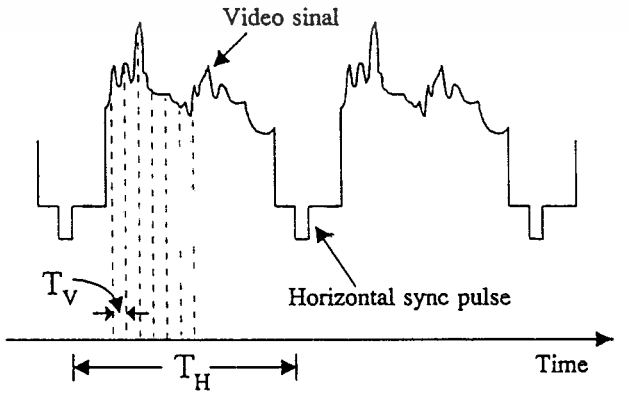
ภาพที่ 6



แสดงระยะของการแซมปลิ้งบนเมตริก CCD

ในทางกลับกันถ้าเป็นสัญญาณภาพของโทรทัศน์ควรจะใช้หน่วยเป็นเวลาสำหรับ T_V และ T_H เมื่อเทียบกับสัญญาณภาพที่ถูกแซมปลิ้งโดยตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ช่วงเวลา T_V จะเป็นช่วงเวลาของการสุ่มสัญญาณภาพแต่ละจุดในช่วงหนึ่งเส้นสแกนและ T_H เป็นช่วงเวลาของเส้นสแกนของระบบโทรทัศน์ในหนึ่งเส้นสแกนทางแนวนอน แสดงได้ดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7



แสดงเวลาการสุ่มสำหรับเส้นสแกนของสัญญาณโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีของการสุ่มและการควอนไตซ์

ในการแปลงสัญญาณภาพที่ต่อเนื่องให้เป็นข้อมูลภาพทางดิจิตอลด้วยการดิจิไตซ์ ในการดิจิไตซ์ในสปาเชียลโดเมน (x,y) จะเรียกว่า "การสุ่มภาพ" (image sampling) และในขณะที่การดิจิไตซ์ทางแอมปลิจูดจะเรียกว่า "การควอนไตซ์ระดับสีเทา" (gray-level quantization) [2]

การสุ่ม (Sampling)

ฟังก์ชันของการสุ่มสามารถเขียนเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ด้วยอิมพัลซ์ฟังก์ชัน $\delta(x,y)$ ที่กระทำกับสัญญาณภาพซึ่งสามารถกำหนดได้ดังนี้

$$\int_{-\infty}^{\infty}\int f(x,y)\delta(x-x_0,y-y_0)dxdy = f(x_0,y_0) \qquad (2.11)$$

ฟังก์ชันของการสุ่มสองมิตินั้นจะประกอบด้วยพัลซ์เทรนที่ห่างขนาด Δx ในทิศทาง x และช่วงห่าง Δy ในทิศทาง y ดังแสดงในภาพที่ 8 โดยฟังก์ชันของภาพจะเป็น $f(x,y)$ และมีค่า x และ y ที่ต่อเนื่องการสุ่มทำได้โดยการคูณอิมพัลซ์กับฟังก์ชันภาพคือ $s(x,y)f(x,y)$ ส่วนในการทำทางด้านความถี่คือการประสาน $S(u,v)$ และ $F(u,v)$ เมื่อ $S(u,v)$ มีช่วงพัลซ์เทรนที่มีความถี่เท่ากับ $\frac{1}{\Delta x}$ และ $\frac{1}{\Delta y}$ ในทิศทางของ u และ v ถ้า $f(x,y)$ มีแบนด์ลิมิตเท่ากับพื้นที่ R ผลของการประสานระหว่าง $S(u,v)$ กับ $F(u,v)$ จะได้ผลลัพธ์ที่แสดงได้ดังภาพที่ 9 ซึ่งมีช่วงที่เป็นคาบ ๆ ในทิศทางสองมิติอยู่ภายในพื้นที่ขนาด $2W_u \times 2W_v$ พื้นที่นี้คือแบนด์-ลิมิต (band-limit) ของฟังก์ชัน $f(x,y)$

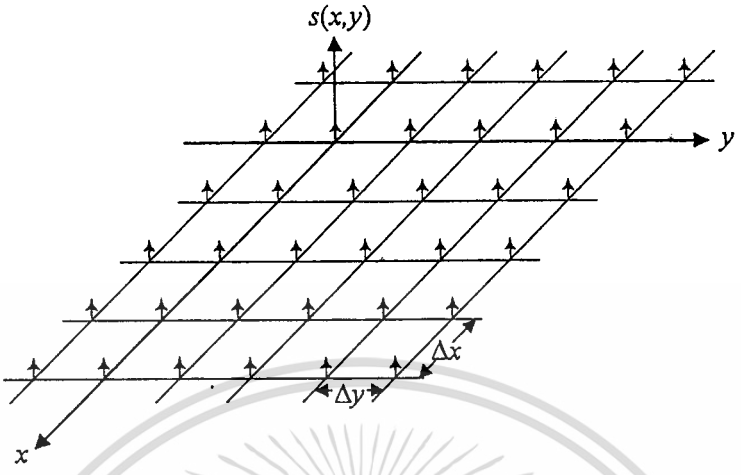
จากภาพที่ 9 ถ้าจะไม่ทำให้เกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณเวลาแปลงกลับต้องใช้ความถี่ในการสุ่มให้มีค่าสูงกว่าความถี่ของสัญญาณที่ถูกสุ่มเพื่อเป็นการป้องกันการซ้อนกันทางความถี่ (Aliasing) ดังนั้นในการสุ่มเพื่อแปลงสัญญาณจากแอนะลอกเป็นดิจิตอลทั่วไปนั้นจะใช้ความถี่ในการสุ่มมากกว่า 2 เท่าของความถี่สัญญาณ นั่นคือ

$$\Delta x \le \frac{1}{2W_u} \quad \text{หรือ} \quad \Delta x > 2W_u \qquad (2.12)$$

$$\Delta y \le \frac{1}{2W_v} \quad \text{หรือ} \quad \Delta y > 2W_v \qquad (2.13)$$

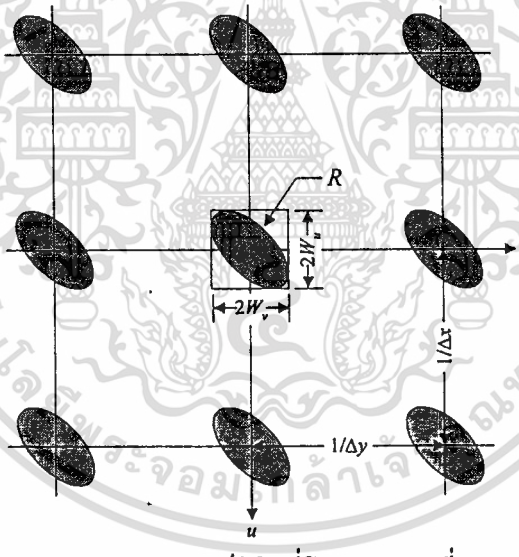
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8



แสดงฟังก์ชันของการสุ่ม 2 มิติ

ภาพที่ 9

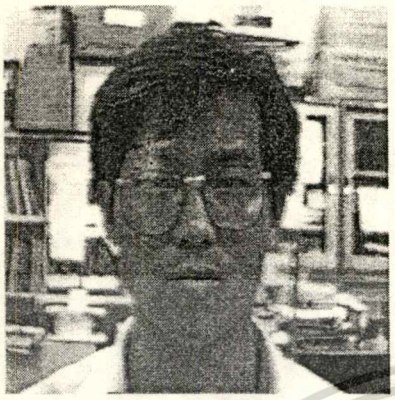


แสดงแบนด์ลิมิตที่โดเมนความถี่

ความถี่ที่ใช้ในการสุ่มในระบบของภาพนั้นจะเป็นตัวบ่งบอกถึงขนาดของภาพ ภาพที่ผ่านการสุ่มด้วยความถี่สูง ๆ ก็จะได้จำนวนจุดภาพที่สูงขึ้น สามารถเก็บรายละเอียดได้มากขึ้น ในกรณีที่จำนวนจุดภาพมีค่าต่ำจะทำให้เกิดผลอย่างหนึ่งคือ การเกิดซ้ำกันของจุดภาพ (pixel replication) ทำให้เห็นภาพเป็นบล็อก ๆ (checker-board effect) [2] ภาพที่ 10 แสดงภาพที่มีจำนวนจุดขนาดต่าง ๆ ซึ่งจะเห็นว่าภาพที่มีจำนวนจุดที่ต่ำต่อภาพนั้นจะส่งผลให้เกิดมีการซ้ำกันของจุดภาพส่งผลให้ภาพเกิดเป็นบล็อก ๆ ขึ้น ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้จากภาพที่ 10 (d),(e) และ (f) ซึ่งสามารถมองเห็นลักษณะของการเกิดบล็อก ได้อย่างชัดเจน

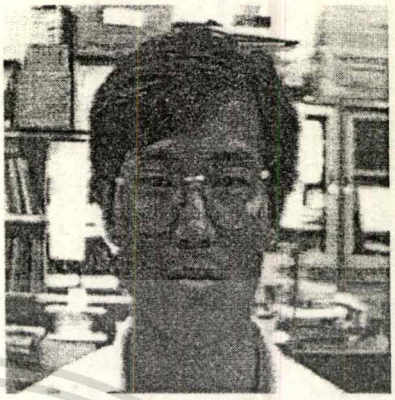
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10 a



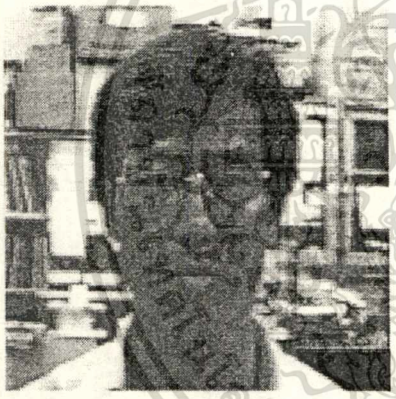
แสดงภาพขนาด 512X512 จุดภาพ

ภาพที่ 10 b



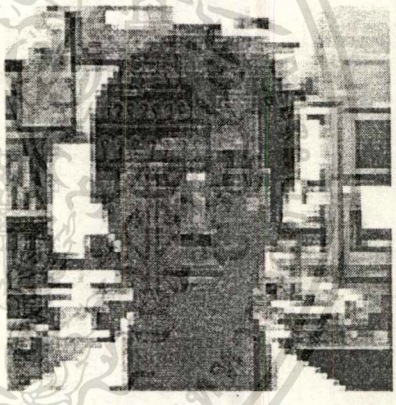
แสดงภาพขนาด 256X256 จุดภาพ

ภาพที่ 10 c



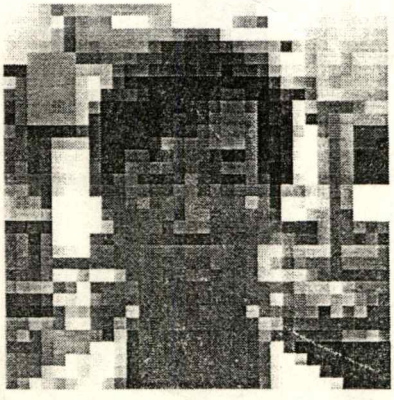
แสดงภาพขนาด 128X128 จุดภาพ

ภาพที่ 10 d



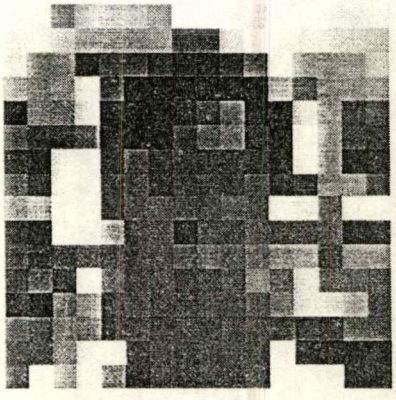
แสดงภาพขนาด 64X64 จุดภาพ

ภาพที่ 10 e



แสดงภาพขนาด 32X32 จุดภาพ

ภาพที่ 10 f



แสดงภาพขนาด 16X16 จุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควอนไตซ์ (Quantization)

การควอนไตซ์เป็นการเข้ารหัสของระดับที่ผ่านการสุ่ม เพื่อจัดเข้าระดับที่เป็นมาตรฐาน หรือเป็นไปตามที่ต้องการ แต่ในทางด้านการประมวลผลภาพการควอนไตซ์เป็นการจัดระดับของสัญญาณภาพที่ผ่านการสุ่มให้อยู่ในระดับสีเทา ระดับสีเทาที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับจำนวนบิตของข้อมูลดิจิตอล จำนวนของระดับสีเทาที่ใช้นั้นเท่ากับสองยกกำลังตามจำนวนบิต แสดงตามสมการ(2.14) ได้ดังนี้

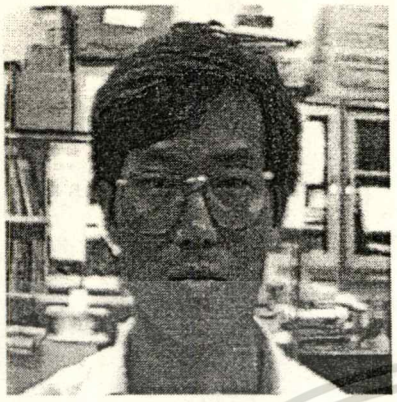
$$G = 2^m \tag{2.14}$$

เมื่อ G เท่ากับระดับสีเทาและ m เป็นจำนวนบิตของข้อมูลดิจิตอลที่ใช้ ตัวอย่างเช่นตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลที่ให้ข้อมูลดิจิตอลจากการแปลงแล้ว 8 บิต ทำให้ได้ระดับของสีเทาที่แตกต่างกัน 256 ระดับ

ระดับของการควอนไตซ์นั้นจะมีผลต่อภาพที่เก็บ ถ้าใช้ระดับการควอนไตซ์ที่มีระดับความแตกต่างน้อยหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือจำนวนบิตของข้อมูลดิจิตอลที่น้อยกว่าปกตินั้นจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าความห่างของระดับนั้นมีมาก เวลาทำการควอนไตซ์จะเกิดการปรับค่าที่ได้จากการสุ่มให้เข้าสู่ระดับที่กำหนด ถ้าข้อมูลที่ได้จากการสุ่มห่างจากระดับที่กำหนดมากเท่าใดก็จะทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนมากขึ้นเท่านั้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือเราไม่มีระดับสีเทาที่แทนค่าของระดับความเข้มของภาพได้หมด ส่วนจำนวนระดับสีเทาหรือบิตของข้อมูลภาพที่ใช้นั้นปกติไม่ควรต่ำกว่า 64 ระดับสีเทาหรือจำนวนบิตไม่ควรต่ำกว่า 6 บิตจึงเหมาะสมกับสายตาของคนเราที่จะไม่รู้สึกว่าเกิดการคลาดเคลื่อนขึ้นกับภาพ แต่ถ้าใช้จำนวนระดับที่ต่ำกว่านี้จะทำให้เกิดผลอย่างหนึ่งที่เรียกว่า “ขอบเทียม” [2] (false contour) ภาพที่ 11 แสดงภาพที่มีการใช้จำนวนบิตต่อจุดภาพขนาดต่าง ๆ จากภาพที่ 11 (b) และ (c) นั้นแม้มีการใช้จำนวนบิตของจุดภาพที่น้อยลงแต่สายตาเราก็ยังไม่สามารถตรวจจับความแตกต่างของภาพได้ แต่ถ้ามีการลดจำนวนบิตของจุดภาพลงไปอีกจะทำให้เราสามารถตรวจจับความผิดเพี้ยนของภาพที่เกิดขึ้นได้ ดังที่แสดงในภาพที่ (d),(e),(f),(g) และ (h) ซึ่งภาพที่ 11 (h) นั้นจะกลายเป็นภาพสองระดับไปเพราะมีการใช้จำนวนบิตเพียง 1 บิตต่อจุดภาพ

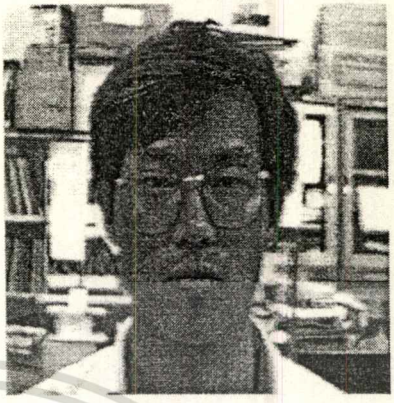
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 11 a



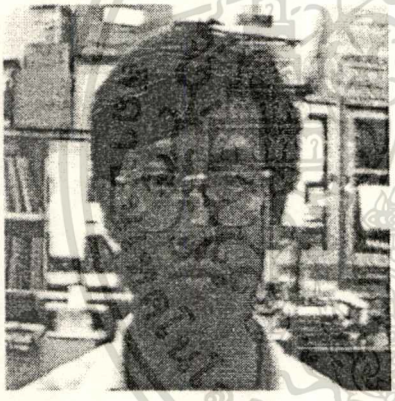
แสดงภาพ 8 บิตต่อจุดภาพ

ภาพที่ 11 b



แสดงภาพ 7 บิตต่อจุดภาพ

ภาพที่ 11 c

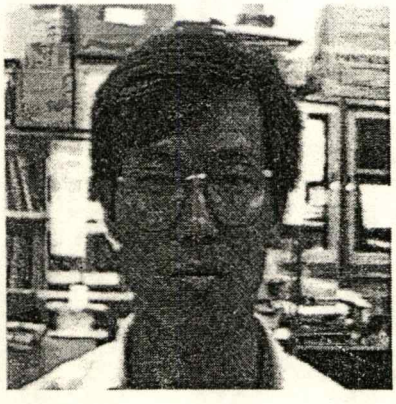


แสดงภาพ 6 บิตต่อจุดภาพ

ภาพที่ 11 d

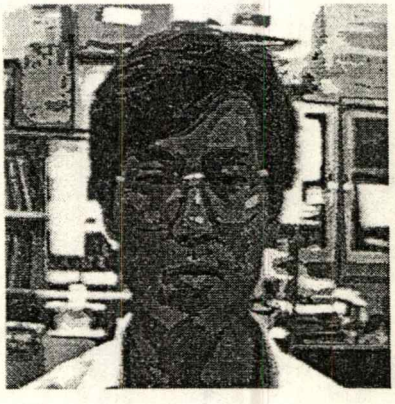
แสดงภาพ 5 บิตต่อจุดภาพ

ภาพที่ 11 e



แสดงภาพ 4 บิตต่อจุดภาพ

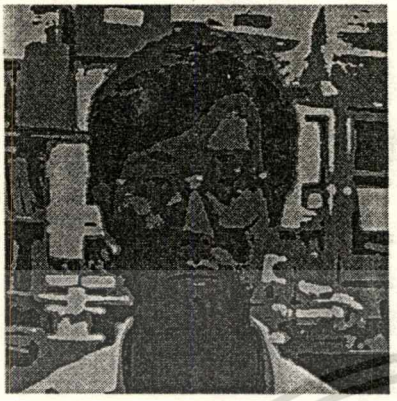
ภาพที่ 11 f



แสดงภาพ 3 บิตต่อจุดภาพ

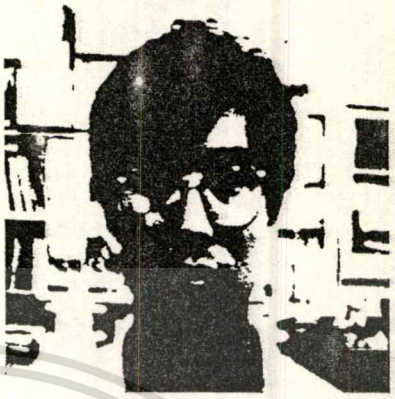
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 11 g



แสดงภาพ 2 บิตต่อจุดภาพ

ภาพที่ 11 h



แสดงภาพ 1 บิตต่อจุดภาพ

ในการกำหนดขนาดของภาพและระดับสีเทาของภาพสำหรับแผงวงจรเก็บภาพจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับงานที่จะใช้ซึ่งโดยรวมแล้วเป็นการกำหนดรายละเอียดของภาพ (Resolution of image) ถ้ากำหนดภาพที่มีรายละเอียดสูง ๆ ก็จะได้คุณภาพของภาพที่ดีแต่ทำให้ต้องใช้หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลภาพที่มีขนาดใหญ่มาก หรือถ้ากำหนดรายละเอียดของภาพต่ำก็จะสามารถใช้หน่วยความจำขนาดเล็กแต่อาจไม่ได้รายละเอียดเท่าที่ควร ฉะนั้นการออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพควรให้มีความเหมาะสมระหว่างคุณสมบัติของภาพที่ต้องการกับงบประมาณที่ต้องจ่ายไป

สรุป

เนื้อหาในบทนี้ได้กล่าวถึงระบบการประมวลผลภาพ อุปกรณ์ที่ใช้เป็นระบบพื้นฐานของการประมวลผลภาพ เช่น แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ จอมอนิเตอร์ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมเป็นต้น ส่วนเนื้อหาทฤษฎีของการสุ่มและควอนไตซ์ได้แสดงถึงผลของการสุ่มและการควอนไตซ์ ซึ่งขบวนการทั้งสองนี้มีผลต่อคุณภาพของข้อมูลภาพที่ต้องการเก็บ พร้อมทั้งได้แสดงตัวอย่างประกอบด้วย ดังนั้นเวลาจะออกแบบแผงวงจรควบคุมภาพต้องนำไปพิจารณาด้วยเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ทฤษฎีการแปลงภาพและการปรับปรุงภาพ

บทนี้จะข้อกล่าวถึงวิธีการปรับปรุงภาพและการแปลงภาพ โดยปกติแล้วข้อมูลภาพที่ได้มานั้นอาจไม่ได้เป็นไปตามความต้องการ เช่น อาจจะได้ภาพที่มีความแตกต่างไม่เพียงพอบ้าง ความสว่างไม่เพียงพอบ้าง เป็นต้น ในกรณีนี้ต้องใช้วิธีการหรืออัลกอริทึมเกี่ยวกับการปรับปรุงภาพมาใช้เพื่อที่จะให้ได้ภาพที่มีคุณภาพที่ดีขึ้น ส่วนในกรณีของการแปลงภาพนั้นจะเป็นการแปลงภาพในลักษณะหนึ่งให้เป็นภาพอีกลักษณะหนึ่งเพื่อให้เหมาะสมกับงานที่ใช้ เช่น การแปลงภาพเป็นสองระดับก่อนที่จะนำเข้าสู่กระบวนการจดจำวัตถุของหุ่นยนต์ หรือ การแปลงภาพเป็น เนกกาทีฟ เพื่อใช้ในการถ่ายภาพลงฟิลม์ที่ใช้ในวงการแพทย์ เป็นต้น

สกาล่าร์และเวกเตอร์อิมเมจ

ชนิดของข้อมูลภาพทั่วไปที่ใช้สำหรับการปรับปรุงภาพปกติแล้วมีอยู่สองชนิดคือ ข้อมูลภาพชนิด สกาล่าร์อิมเมจ (Scalar image) ซึ่งแต่ละจุดภาพจะเป็นตัวบ่งบอกค่าของความสว่างหรือระดับสีของภาพด้วยตัวมันเองเพียงค่าเดียว ตัวอย่างเช่นข้อมูลภาพขาวดำ ส่วนข้อมูลภาพชนิดที่สองนั้นเรียกว่า เวกเตอร์อิมเมจ (Vector image) ข้อมูลแต่ละจุดภาพจะเป็นเวกเตอร์ของค่าความสว่างที่เป็นองค์ประกอบของสีทั้งสาม คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ในกรณีที่ต้องการให้ได้สีของจุดภาพนั้น ๆ ก็ต้องนำค่าเวกเตอร์หรือองค์ประกอบทั้งสามสีที่ตำแหน่งนั้นมาประมวลผลเพื่อรวมกัน แต่สำหรับการปรับปรุงภาพทั่วไปแล้วจะทำกับข้อมูลภาพที่เป็น สกาล่าร์ ส่วนในกรณีที่ต้องทำกับข้อมูลภาพที่เป็น เวกเตอร์ ก็จะแยกการประมวลผลเป็นสามสีอย่างอิสระ (สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน) โดยการประมวลผลแต่ละสีจะทำแบบสกาล่าร์

การประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพเพื่อการปรับปรุงภาพที่เป็นข้อมูลภาพทั้งสองชนิดที่ได้กล่าวมาไว้แล้วในหัวข้อเรื่องสกาล่าร์และเวกเตอร์อิมเมจ โดยสามารถทำได้ทั้งทางด้านสปาเซี่ยนโดเมนหรือโดเมนอื่น ๆ เช่น ฟูเรียร์โดเมน เป็นต้น ในสปาเซี่ยนโดเมนค่าของจุดภาพใหม่จะเปลี่ยนแปลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยอาศัยข้อมูลของจุดภาพเดิม เป็นเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นการประมวลผลแบบโลคอล หรือการประมวลผลแบบจุด(Local and point processing) ส่วนอีกวิธีการหนึ่งคือการประมวลผลภาพด้วยจุดข้างเคียง (neighborhood process) หรือการใช้ฟิลเตอร์ที่เป็นหน้ากาก (Mask) สำหรับการทำคอนโวลูชั่นกับภาพต้นแบบเพื่อให้ได้ค่าตามต้องการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าที่กำหนดในหน้ากากนั้น ๆ เช่นการทำเพิ่มความคมของภาพ (Shapening) การทำการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการใช้วิธีการเฉลี่ยค่าของจุดภาพ การหาค่ากลาง (Median Filter) เป็นต้น การประมวลผลสำหรับวิธีการนี้ต้องใช้หน่วยความจำในการประมวลผลมาก เพราะต้องใช้การเก็บค่าของจุดภาพข้างเคียงหลายจุดภาพเพื่อใช้ในการหาค่าจุดภาพใหม่เพียงจุดเดียว ทำให้ต้องอ้างถึงแต่ละจุดภาพหลายครั้ง ซึ่งต้องใช้เวลาในการประมวลผลมาก เพื่อให้ได้ความเร็วในการประมวลผลแล้ว ในทางปฏิบัติคือต้องทำการใช้ชิฟรีจิสเตอร์ และ อาร์เรย์โปรเซสเซอร์ในการประมวลผล ดังนั้น ณ ที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการประมวลผลแบบจุดเท่านั้น สำหรับวิธีการแปลงภาพและปรับภาพแบบการประมวลผลแบบจุดนั้นมีมากมายหลายวิธีแต่ในที่นี้จะอธิบายเพียงบางวิธีที่เหมาะสมและสามารถใช้ฟังก์ชันหน่วยความจำเข้าไปแทนที่ได้

การแปลงภาพ

การแปลงภาพเป็นสองระดับ

การแปลงภาพเป็นสองระดับนั้นเพื่อให้ข้อมูลภาพที่เป็นวัตถุกับพื้นของภาพ แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ทำให้สามารถแยกแยะวัตถุในภาพได้ง่ายยิ่งขึ้น อีกทั้งเมื่อทำภาพเป็นสองระดับแล้วจะช่วยให้สามารถลดข้อมูลภาพลงได้อย่างมาก เพราะข้อมูลภาพสองระดับในหนึ่งจุดภาพสามารถแทนที่บิตข้อมูลเพียงหนึ่งบิตเท่านั้น ช่วยให้สามารถบีบอัดข้อมูลภาพได้สูงและช่วยลดหน่วยความจำที่ใช้ลงได้มาก ข้อมูลภาพสองระดับนี้ โดยมากมักจะนำไปใช้ในการรู้จำวัตถุ หรือสัญญลักษณ์ต่าง ๆ ของภาพ

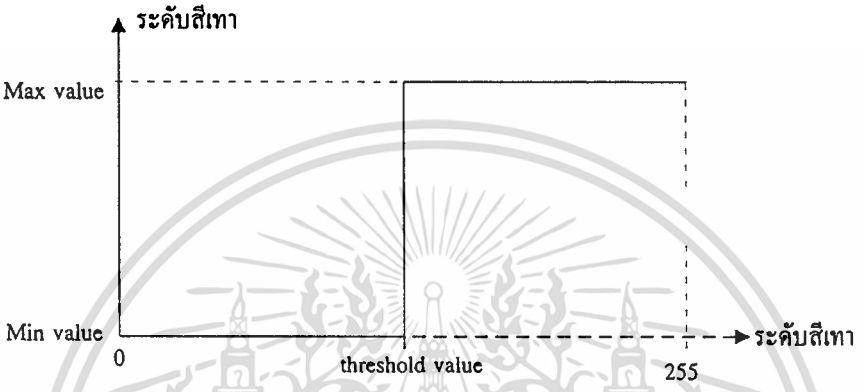
การแปลงภาพด้วยวิธีการนี้สามารถทำได้ด้วยการตั้งค่าตัดสินใจ (Thredhold) เพื่อแยกข้อมูลภาพออกเป็นสองกลุ่ม โดยค่าของจุดภาพที่มากกว่าหรือเท่ากับค่าตัดสินใจก็ให้มีค่าอยู่ที่ระดับสูง ส่วนค่าของจุดภาพที่ต่ำกว่าค่าตัดสินใจนั้นจะถูกจัดให้อยู่ในระดับต่ำ ในการตั้งค่าตัดสินใจนั้นอาจทำได้หลายค่า การตั้งค่าตัดสินใจนั้นไม่มีข้อกำหนดว่าค่าที่ระดับใดที่จะให้ภาพสองระดับที่ดีหรือเหมาะกับงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละภาพนั้น ๆ วิธีการดังกล่าวนี้สามารถเขียนแทนด้วยสมการทางคณิตศาสตร์คือ

$$f(x,y)=\begin{cases} Max & ;f(x,y)\geq threshold \\ Min & ;Otherwise \end{cases} \qquad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยค่า *Max* และค่า *Min* เป็นค่าระดับสูงและต่ำที่ตั้งค่าไว้ตามลำดับ และ *threshold* เป็นค่าตัดสินใจที่ตั้งไว้ แสดงได้ดังภาพที่ 12

ภาพที่ 12



แสดงกราฟของการแปลงภาพเป็นสองระดับแบบค่าตัดสินใจค่าเดียว

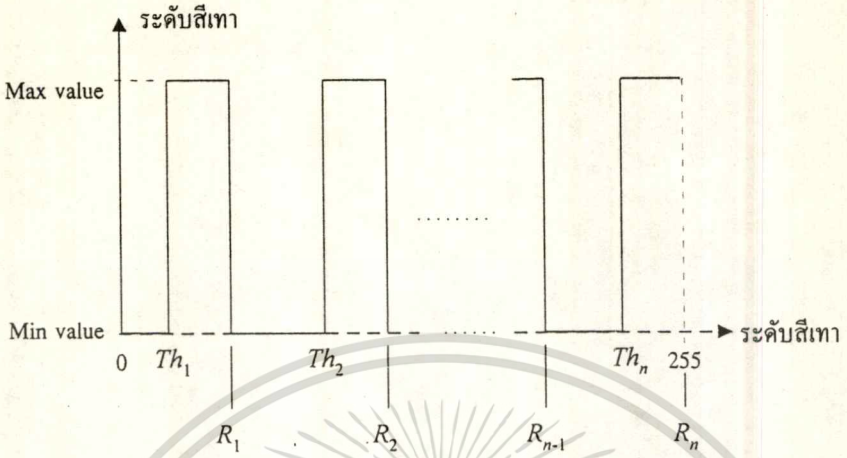
ในการแปลงภาพแบบหลายสองระดับแบบหลายค่าตัดสินใจหลายค่า ซึ่งเป็นการแยกข้อมูลในแต่ละช่วงย่อย ๆ สามารถแทนด้วยสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$f(x,y)=\begin{cases} Max & ,f(x,y)\geq Th_1 \,\&\, 0\leq f(x,y)\leq R_1 \\ Min & ,f(x,y)< Th_1 \,\&\, 0\leq f(x,y)\leq R_1 \\ Max & ,f(x,y)\geq Th_2 \,\&\, R_1< f(x,y)\leq R_2 \\ Min & ,f(x,y)< Th_2 \,\&\, R_1< f(x,y)\leq R_2 \\ & \\ & \\ Max & ,f(x,y)< Th_n \,\&\, R_n< f(x,y)\leq 255 \\ Min & ,f(x,y)< Th_n \,\&\, R_n< f(x,y)\leq 255 \end{cases} \quad (3.2)$$

ในภาพที่ 13 เป็นกราฟแสดงฟังก์ชันการแปลงของข้อมูลภาพเป็นสองระดับแบบค่าตัดสินใจหลายค่าตามลำดับ ส่วนผลของการแปลงภาพเป็นสองระดับทั้งสองแบบแสดงไว้ในภาพที่ 14 (b) และ (c) ตามลำดับ โดยให้รูปแบบของภาพสองระดับที่แตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

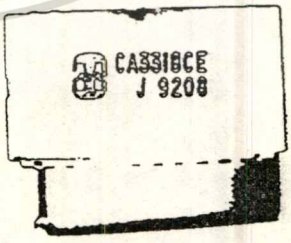
ภาพที่ 13



แสดงกราฟของการแปลงภาพเป็นสองระดับแบบค่าตัดสินใจหลายค่า

(a)

(b)



(c)

ภาพที่ 14 (a) แสดงภาพต้นแบบ

(b) แสดงภาพสองระดับที่มีการตั้งค่าตัดสินใจไว้ที่ 128

(c) แสดงภาพสองระดับที่มีการเลือกช่วง ที่หนึ่งเมื่อค่าระดับสีเทาอยู่ในช่วง 0 ถึง 128 ค่าตัดสินใจที่ 64 และช่วง ที่สองที่ระดับสีเทาอยู่ในช่วง 129 ถึง255 ค่าตัดสินใจที่ 184

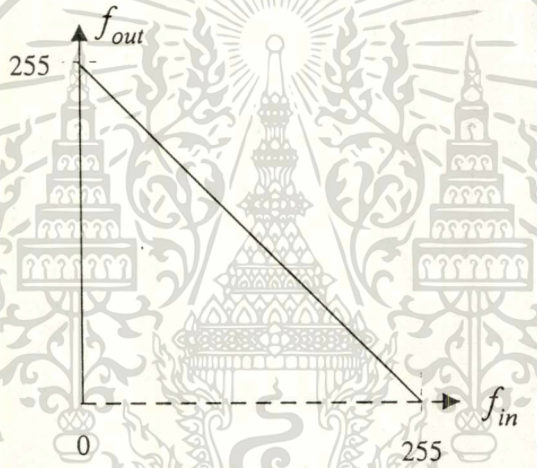
เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปลงภาพเนกกาทีฟ

การแปลงภาพให้เป็นภาพเนกกาทีฟ คือการทำให้ค่าของจุดภาพที่มีระดับสูงกลับเป็นระดับต่ำและให้ค่าของจุดภาพที่มีระดับต่ำกลับให้เป็นระดับสูง การประยุกต์ใช้งานส่วนมากทำเพื่อที่จะนำไปถ่ายลงบนฟิลม์ สามารถแสดงเป็นสมการสำหรับการคำนวณแบบเชิงเส้นดังสมการ (3.3) ส่วนกราฟของการแปลงภาพเป็นเนกกาทีฟแสดงตามภาพที่ 15 และผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 16

$$f_{out}(x,y) = 255 - f_{in}(x,y) \tag{3.3}$$

ภาพที่ 15



แสดงกราฟของการแปลงภาพเป็นเนกกาทีฟ

(a) (b)

ภาพที่ 16 (a) แสดงภาพต้นแบบ

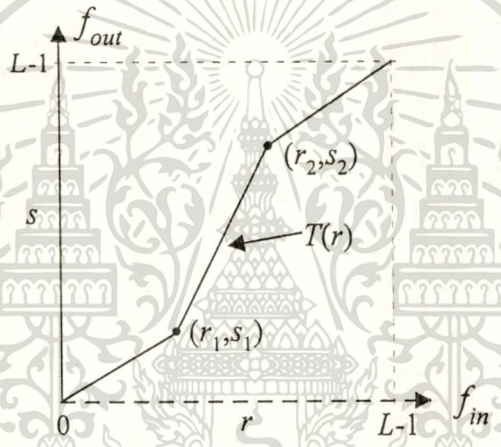
(b) แสดงภาพที่ผ่านการแปลงแบบเนกกาทีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยืดความแตกต่างของภาพ (Contrast stretching)

ข้อมูลภาพที่ได้บางครั้งจะพบว่ามีความแตกต่างต่ำ ทั้งนี้เพราะจุดภาพส่วนใหญ่มีค่าระดับสีเทาใกล้เคียงกันทำให้ไม่สามารถแยกแยะรายละเอียดของข้อมูลภาพ ทั้งนี้อาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น เกิดจากแสงที่ใช้ในการถ่ายภาพไม่สมบรูณ์ ความบกพร่องของอุปกรณ์ตรวจจับภาพ หรือการปรับแต่งของเลนส์ในตอนเก็บภาพ เป็นต้น ดังนั้นจึงมีการประมวลผลภาพเพื่อทำการเพิ่มความแตกต่างของภาพให้สูงขึ้น ซึ่งวิธีการที่ว่านี้คือ การยืดความแตกต่างของภาพ (Contrast stretching) วิธีการแปลงภาพเพื่อให้ได้ความแตกต่างที่สูงขึ้นแสดงได้ดังภาพที่ 17

ภาพที่ 17

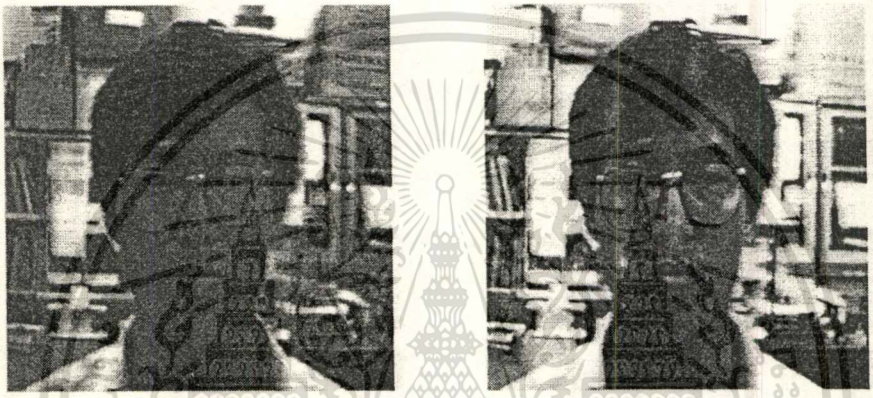


แสดงกราฟของการแปลงภาพเพื่อยืดความแตกต่าง

จากภาพที่ 17 เป็นกราฟของการแปลงข้อมูลภาพ โดย r จะเป็นข้อมูลระดับสีเทาของอินพุต s จะเป็นระดับเทาของเอาต์พุต และ L เป็นระดับเทาสูงสุดของข้อมูลภาพที่เป็นไปได้ โดยตำแหน่งที่จุด (r_1, s_1) และ (r_2, s_2) เป็นตัวกำหนดรูปร่างของฟังก์ชัน $T(r)$ ที่ใช้ในการแปลงข้อมูล ถ้า $r_1 = s_1$ และ $r_2 = s_2$ จะได้ฟังก์ชันการแปลงที่เป็นเชิงเส้นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอินพุต และถ้า $r_1 = r_2, s_1 = 0$ และ $s_2 = L-1$ ก็จะเป็นฟังก์ชันการแปลงภาพเป็นสองระดับดังที่กล่าวมาแล้ว จากการเปลี่ยนแปลงค่าของ (r_1, s_1) และ (r_2, s_2) ให้มีค่าต่าง ๆ กันนั้นทำให้ฟังก์ชันมีการแปลงแปรเปลี่ยนไปส่งผลให้ข้อมูลของเอาต์พุตแตกต่างกันออกไป ข้อมูลภาพที่มีระดับสีเทาอยู่ในช่วง $r_1 \le r \le r_2$ จะถูกแปลงให้มีค่าออกมาในช่วงของ $s_1 \le s \le s_2$ ดังนั้นเมื่อต้องการที่จะขยายช่วงของข้อมูลภาพที่ช่วงใดก็ให้กำหนดค่าของ r_1 และ r_2 ให้ครอบคลุมข้อมูลในช่วงนั้นไว้ และกำหนดค่าของ s_1 และ s_2 ให้ครอบคลุมช่วงที่กว้างขึ้น เพื่อให้ $T(r)$ เกิดความชันสูง ก็จะเป็นการยืดค่าของข้อมูลออกไปได้และให้ข้อมูลภาพที่มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างของระดับสีเทาในภาพสูงขึ้นซึ่งจะเป็นการเพิ่มความแตกต่างของภาพนั้นเอง ส่วนช่วงข้อมูลภาพที่อยู่นอกเหนือจากช่วงนี้อาจทำการแปลงให้มีค่าของย่านที่แคบลงสำหรับข้อมูลที่ไม่สำคัญเท่าใดนักในภาพที่ 18 (b) แสดงภาพที่ผ่านการยืดความแตกต่างของภาพ ด้วยการกำหนดค่า $(r_1, s_1) = (80,60)$ และ $(r_2, s_2) = (150,220)$ จากการกำหนดค่าดังกล่าวทำให้ข้อมูลที่อยู่ในระดับสีเทาช่วง 80 ถึง 150 ถูกขยายให้มีช่วงที่กว้างขึ้นส่งผลให้เกิดเห็นความแตกต่างของภาพมากขึ้น



(a) (b)

ภาพที่ 18 (a) ภาพต้นแบบ
(b) ภาพที่มีการยืดความแตกต่าง

การบีบอัดย่านการไดนามิก (Compression of dynamic range)

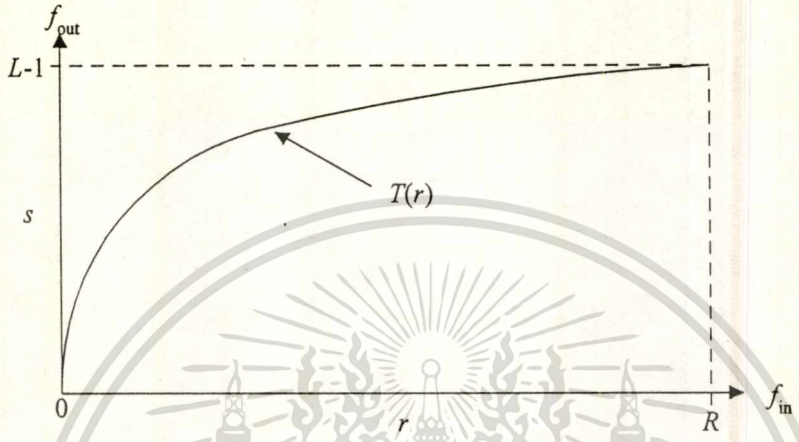
ในบางเวลาย่านของข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลมีค่าเกินกว่าที่อุปกรณ์แสดงผลที่จะรับได้ ซึ่งส่งผลให้เกิดความสว่างจ้าเกินไป และถ้าทำการสเกลย่านของข้อมูลเหล่านี้ลงมาให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 255 ในกรณีของการแสดงผลข้อมูลขนาด 8 บิต ก็จะส่งผลให้ข้อมูลที่อยู่ในระดับต่ำมาก ๆ เมื่อไปแสดงผลก็จะไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดได้ ปัญหาที่พบบ่อยสำหรับข้อมูลของสเปคตรัมฟูเรียร์ (Fourier spectrum) ดังนั้นเพื่อที่จะบีบอัดข้อมูลที่เกินย่านของการแสดงผล และขยายช่วงข้อมูลที่อยู่ระดับต่ำให้มีการกระจายสูงขึ้น ซึ่งฟังก์ชันของการแปลงเป็นไปตามสมการดังนี้

$$s = c\log(1+|r|) \tag{3.4}$$

เมื่อ c เป็นค่าของการสเกล และฟังก์ชันล็อกการิทึมจะเป็นตัวบีบอัดย่านข้อมูลตามที่ต้องการ และ r คือค่าของอินพุตที่เข้า ส่วน s เป็นเอาต์พุตที่อยู่ในช่วง 0 ถึง 255 เพื่อที่สามารถไปแสดงผลได้ กราฟของสมการดังกล่าวแสดงได้ดังภาพที่ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 19

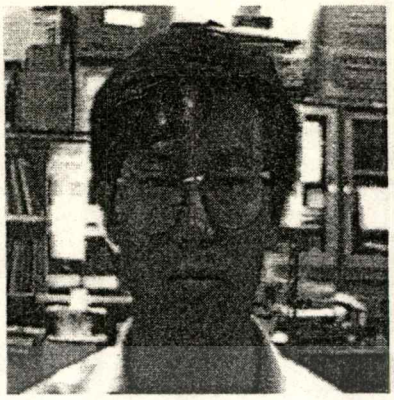


แสดงกราฟของฟังก์ชัน $s = c\log(1+|r|)$

การหาค่าสเกล $c = \dfrac{L-1}{\log(1+|R|)}$ โดย L จะเป็นค่าสูงสุดของเอาต์พุตในกรณีนี้จะเท่ากับ 255 และ R เป็นค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ของอินพุต

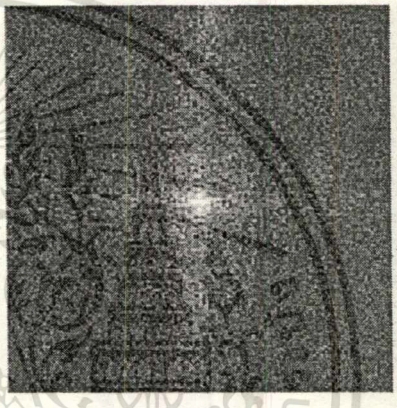
ภาพที่ 20 แสดงภาพที่นำค่าที่ได้จากการแปลงฟูเรียร์มาแสดงดังภาพที่ 20 (b) โดยค่าสูงสุดที่ได้จากการแปลงฟูเรียร์ของภาพที่ 20 (a) เท่ากับ 2.377081×10^{6} และค่าต่ำสุดอยู่ที่ 0.3267 ซึ่งมีช่วงที่กว้างมาก ถ้าหากต้องการแสดงภาพที่มีค่าระดับสีเทาไม่เกิน 256 ระดับ จึงต้องทำการลดอัตราส่วนข้อมูลให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 255 และจากการกระทำดังกล่าวจะส่งผลให้ข้อมูลที่มีค่าต่ำ ๆ ถูกกดให้มืดไปไม่สามารถมองรายละเอียดได้จะเห็นข้อมูลที่มีระดับสูงตรงกลางภาพเพียงจุดเล็ก ๆ เท่านั้น แต่เมื่อทำการแปลงค่าของการแปลงฟูเรียร์ด้วยสมการของฟังก์ชัน log แล้วจะเห็นว่าข้อมูลภาพที่อยู่ในระดับต่ำจะถูกขยายให้สูงขึ้นและในขณะเดียวกันนั้นข้อมูลภาพที่มีค่าสูง ๆ จะถูกบีบอัดให้มีช่วงที่แคบลง ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติของฟังก์ชัน log ส่งผลให้ภาพที่ได้สามารถมองรายละเอียดของข้อมูลได้ชัดเจนขึ้นดังภาพที่ 20 (c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)

(b)



(c)

ภาพที่ 20 (a) แสดงภาพต้นแบบ

(b) แสดงภาพที่แสดงค่าที่ได้จากการแปลงฟูเรียร์

(c) แสดงภาพที่แสดงค่าที่ได้จากการนำข้อมูลที่ได้จากการแปลงฟูเรียร์มาผ่านการแปลงแบบบีบอัดย่าน

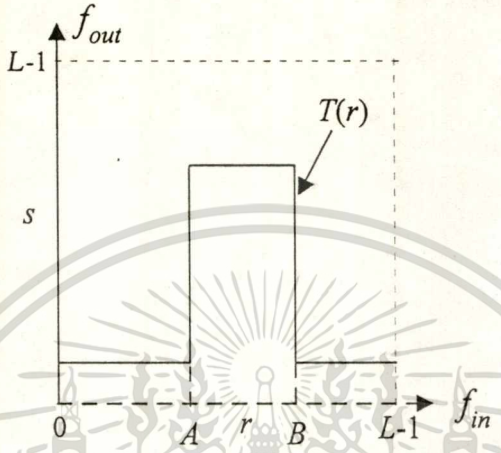
การเฉือนระดับสีเทา (Gray-level slicing)

ในบางกรณีที่ต้องการเน้นช่วงของระดับสีเทาในภาพให้เด่นขึ้นมาเพื่อให้สามารถสังเกตเห็นบางข้อมูลได้ชัด เช่นการหาส่วนที่เป็นพื้นน้ำของภาพถ่ายดาวเทียม และ การหาสิ่งแปลกปลอมที่เกิดขึ้นในภาพเอ็กซ์เรย์ เป็นต้น ซึ่งมีหลายวิธีการที่ทำได้แต่ที่นิยมใช้กันมาก มีอยู่สองวิธีคือ การเน้นย่านข้อมูลภาพให้เด่นขึ้นโดยจัดค่าให้อยู่ในระดับใดระดับหนึ่งที่สูงจากค่าเดิม ส่วนย่านข้อมูลที่มีค่าที่น้อยกว่าหรือมากกว่าย่านที่กำหนดจะถูกแปลงให้ไปรวมอยู่ที่ค่าด้านต่ำค่าใดค่าหนึ่ง ซึ่งจะได้ภาพออกมาเป็นสองระดับเป็นการแยกวัตถุกับพื้นของภาพได้อย่างชัดเจน กราฟของการแปลงแสดงได้ดังภาพที่ 21 และในอีกลักษณะหนึ่งคือการเน้นย่านข้อมูลภาพเช่นเดียวกันกับลักษณะแรก แต่ ข้อมูลที่อยู่นอกเหนือย่านที่กำหนดจะคงค่าเดิมไว้ด้วยฟังก์ชันการแปลงแบบเชิงเส้นแบบที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

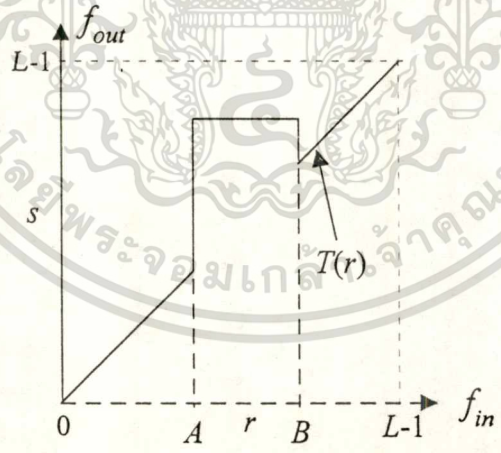
ความชันเท่ากับหนึ่ง เพื่อไม่ให้ข้อมูลที่เป็นพื้นของภาพสูญเสียรายละเอียดไป แสดงกราฟของการแปลงดังภาพที่ 22 โดย A เป็นค่าระดับต่ำของย่าน และ B เป็นค่าระดับสูงของย่านที่สนใจ

ภาพที่ 21



แสดงกราฟของการแปลงภาพเพื่อเน้นภาพในลักษณะภาพสองระดับ

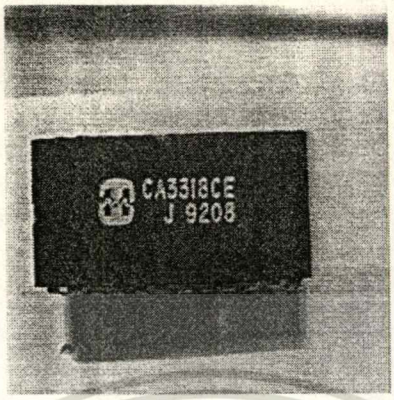
ภาพที่ 22



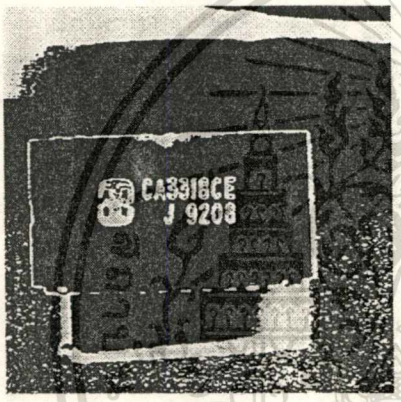
แสดงกราฟของการแปลงภาพเพื่อเน้นภาพวัตถุที่ยังคงข้อมูลที่เป็นพื้นของภาพไว้

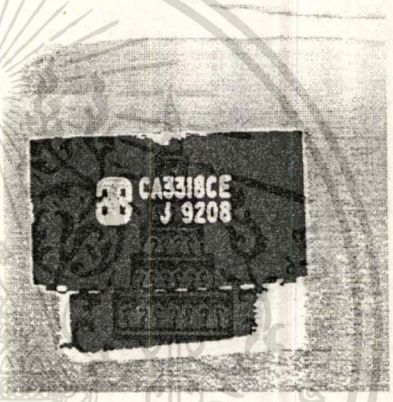
ในภาพที่ 23 แสดงผลของการใช้การแปลงแบบเน้นย่านข้อมูลภาพ โดยทดลองกำหนดย่านของระดับสีเทา A และ B เท่ากับ 128 และ 200 ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลภาพที่อยู่ในย่านระดับสีเทาตามที่กำหนดค่าไว้จะถูกยกระดับสีเทาให้เด่นขึ้น จากผลลัพธ์ของการแปลงตามภาพที่ 23 (b) และ (c) จะเห็นว่าตราและเบอร์ของไอซีจะถูกยกให้เด่นชัดขึ้น

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)





(b) (c)

ภาพที่ 23 (a) แสดงภาพต้นแบบ
(b) แสดงภาพที่ผ่านการแปลงด้วยการเน้นแบบภาพสองระดับ
(c) แสดงภาพที่ผ่านการแปลงแบบเน้นภาพที่รักษาพื้น

การปรับปรุงภาพด้วยการเปลี่ยนแปลงฮีสโตแกรม

ฮีสโตแกรม

ฮีสโตแกรมเป็นกราฟที่แสดงจำนวนจุดภาพที่ค่าต่าง ๆ ของระดับความสว่างในภาพหรือระดับสีเทา โดยฮีสโตแกรมของข้อมูลภาพที่อยู่ในย่านระดับสีเทาช่วง $[0, L-1]$ เป็นฟังก์ชันที่ไม่ต่อเนื่องคือ

$$p(r_k) = \frac{n_k}{n} \tag{3.5}$$

เมื่อ r_k เป็นค่าระดับสีเทาที่ k

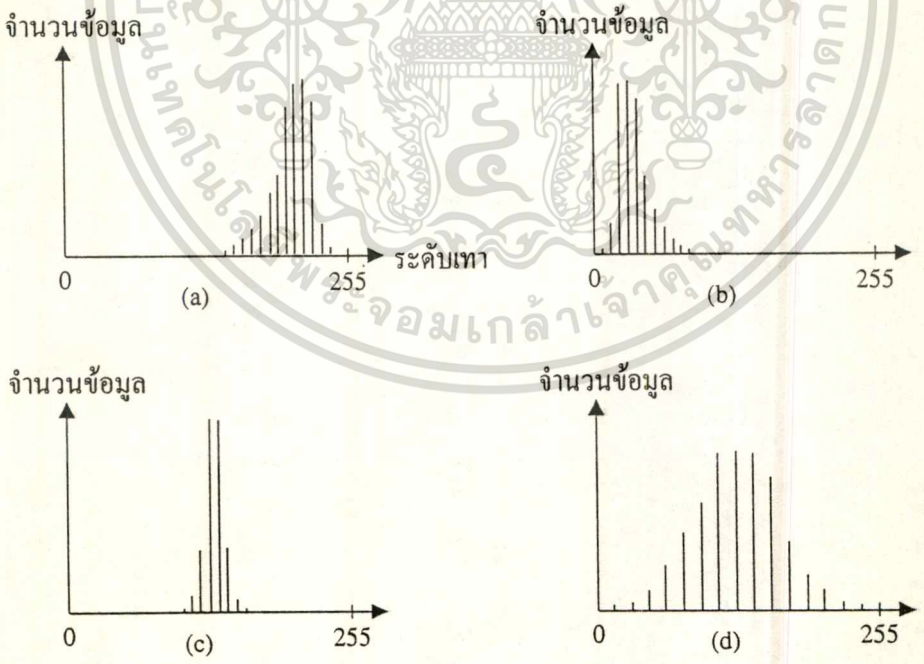
n_k เป็นจำนวนของจุดภาพที่ปรากฏในภาพที่ระดับ k

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ n เป็นจำนวนจุ ดภาพทั้งหมดที่มีอยู่ในภาพ

โดยค่าของ $k = 0,1,2,\ldots,L-1$

ฟังก์ชัน $p(r_k)$ จะเป็นค่าความน่าจะเป็นของการเกิดข้อมูลที่มีระดับสีเทาที่ r_k เมื่อนำฟังก์ชันของ $p(r_k)$ ไปพล๊อตตามค่าของระดับสีเท่าจะได้กราฟของฮีสโตแกรมออกมาในลักษณะต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของภาพซึ่งจุดนี้นี่เองสามารถเป็นตัวบ่งบอกคุณภาพของภาพนั้น ๆ กราฟของฮีสโตแกรมนี้แสดงได้ดังภาพที่ 24 สำหรับฮีสโตแกรมของภาพชนิดพื้นฐานทั่วไป ในภาพที่ 24 (a). เป็นฮีสโตแกรมของภาพที่มีลักษณะค่อนข้างสว่าง เพราะจุดภาพส่วนใหญ่มีค่าระดับสีเทาสูง ในภาพที่ 24 (b). มีการเกิดของฮีสโตแกรมในด้านระดับต่ำของระดับสีเทาของภาพที่ได้จะมีลักษณะที่ค่อนข้างมืด ในภาพที่ 24 (c). แสดงฮีสโตแกรมของภาพที่ให้รายละเอียดของภาพต่ำเนื่องจากการเกิดของฮีสโตแกรมมีการรวมอยู่ในย่านแคบ ๆ และท้ายสุดในภาพที่ 24 (d) เป็นฮีสโตแกรมแกรมที่มีการกระจายของแท่งฮีสโตแกรม (bin or bar) ที่กระจายทั่วย่านของระดับสีเทา โดยปราศจากแท่งฮีสโตแกรมที่มีความสูงกระจุกอยู่ในย่านระดับสีดำหรือขาว ซึ่งภาพที่มีลักษณะฮีสโตแกรมแบบนี้มักจะเป็นภาพที่มีคุณสมบัติที่ดีจะช่วยให้เกิดความแตกต่างของรายละเอียดในภาพสูง



ภาพที่ 24 (a) แสดงฮีสโตแกรมของภาพที่สว่าง

(b) แสดงฮีสโตแกรมของภาพที่มืด

(c) แสดงฮีสโตแกรมของภาพที่คุณภาพต่ำ

(d) แสดงฮีสโตแกรมของภาพที่คุณภาพของภาพที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับแต่งฮีสโตแกรม

การปรับความแตกต่างของภาพด้วยการทำให้ฮีสโตแกรมของภาพมีการกระจายที่ดีและครอบคลุมภายในระดับสีเทาที่กำหนด วิธีการที่ว่านี้คือ การยืดความแตกต่าง (Contrast streching) ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมากในการปรับปรุงภาพ โดยสามารถทำได้ในเทอมของคณิตศาสตร์เพื่อใช้คอมพิวเตอร์ในการคำนวณ และทำการแปลงฮีสโตแกรมด้วยการ Mapping เพื่อให้ได้ฮีสโตแกรมใหม่ ซึ่งขนาดของแท่งฮีสโตแกรมไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่จะได้ตำแหน่งของแท่งฮีสโตแกรมที่ตำแหน่งใหม่ของระดับสีเทา ขั้นตอนการแปลงอธิบายได้ดังนี้

การ Mapping ค่าด้วยการแปลงตามสมการนี้

$$s = T(r) \tag{3.6}$$

โดย s เป็นเอาต์พุตที่ได้จากการแปลง

r เป็นอินพุตของข้อมูลภาพเดิมที่มีการนอร์มอลไลซ์

ส่วน $T(r)$ เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการแปลงข้อมูลภาพนั้นควรอยู่ภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้

(a) $T(r)$ ควรเป็นฟังก์ชันที่ให้ค่าเอาต์พุตออกมาค่าเดียวสำหรับการใส่อินพุตหนึ่งค่า และควรมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องภายในย่าน $0 \le r \le 1$

(b) ค่าเอาต์พุตควรอยู่ในย่าน $0 \le T(r) \le 1$ สำหรับค่าอินพุต $0 \le r \le 1$

ซึ่งเงื่อนไข (a) เป็นการคงเอาไว้ซึ่งผลจากการประมวลผลที่จะเรียงค่าระดับสีเทาจากต่ำไปหาสูง ส่วนเงื่อนไข (b) เป็นการกำหนดไม่ให้ค่าของเอาต์พุตมีค่าเกินย่านของระดับข้อมูลภาพจากอินพุตหรือต้นแบบเดิม

ค่าระดับสีเทาในภาพอาจมองได้ว่าเป็นปริมาณแบบแรดดอม (random) ที่อยู่ในช่วง $[0,1]$ ถ้าหากค่าระดับสีเทาเหล่านั้นเป็นตัวแปรต่อเนื่อง (continuous variables) ระดับสีเทาเดิมและระดับสีเทาหลังการแปลงสามารถเขียนแทนได้ด้วยฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (Probability Density Function ย่อว่า PDF) คือ $p_r(r)$ และ $p_s(s)$ ตามลำดับ โดยความสัมพันธ์ของฟังก์ชันทั้งสองเขียนได้ตามสมการที่ (3.7)

$$p_s(s) = \left[p_r(r) \frac{dr}{ds} \right]_{r=T^{-1}(s)} \tag{3.7}$$

เพื่อที่จะปรับปรุงคุณภาพของภาพสามารถควบคุม PDF ของระดับสีเทาต่าง ๆ ด้วยฟังก์ชันของตัวแปลง $T(r)$ ดังนี้

$$s = T(r) = \int_0^r p(w)dw \qquad 0 \le r \le 1 \tag{3.8}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย w เป็นตัวแปรของการอินติเกรต จากสมการที่ (3.8) จะเป็นฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (Cumulative Distribution Function ย่อเป็น CDF) ของ r จากเงื่อนไขของฟังก์ชันการแปลง จากข้อ (a) และ (b) จะเห็นได้ว่า CDF มีคุณสมบัติตามเงื่อนไข คือมีลักษณะการเพิ่มค่าขึ้นเรื่อย ๆ จาก 0 ถึง 1 ตามฟังก์ชันของ r และเมื่อทำการหาค่าอนุพันธ์ของ s เทียบกับ r จะได้ค่าเป็น PDF ของ r สมการ

$$\frac{ds}{dr} = p_r(r) \tag{3.9}$$

เมื่อทำการแทนค่า ลงในสมการที่ (3.7) จะได้

$$p_s(s) = \left[p_r(r) \frac{1}{p_r(r)} \right]_{r=T^{-1}(s)}$$

$$= [1]_{r=T^{-1}(s)}$$

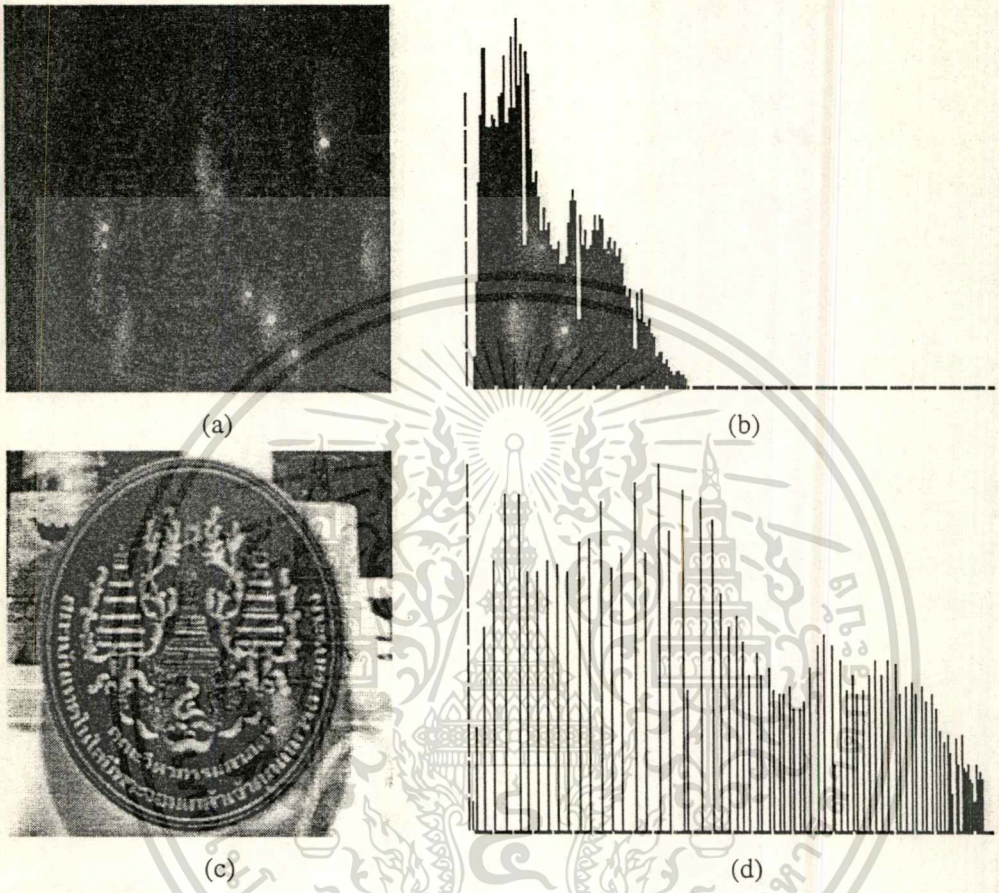
$$= 1 \qquad 0 \le s \le 1$$

ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงจะให้ค่าของ $p_s(s)$ เป็นหนึ่งตลอดย่านของ s ซึ่งเป็นรูปแบบความหนาแน่นสม่ำเสมอ (uniform density) และจะเห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้ไม่ขึ้นอยู่กับค่าของอินพุต $T^{-1}(s)$ ดังนั้นเมื่อใส่อินพุตแบบต่าง ๆ กัน ก็จะได้ผลลัพธ์ของเอาต์พุตที่มีการกระจายของข้อมูลที่สม่ำเสมอ [2,3]

จากที่กล่าวมาแล้วนั้นจะเห็นว่าถ้าใช้ฟังก์ชันการแปลงที่เป็น CDF ของ r และให้ผลของ PDF ของข้อมูลเอาต์พุตเป็นแบบสม่ำเสมอ และมีเพียงรูปแบบเดียว ซึ่งส่งผลให้ข้อมูลภาพเอาต์พุตมีการกระจายทั่วย่านของระดับสีเทา มีการเฉลี่ยของการเกิดจุดภาพให้ใกล้เคียงกันเสมอไม่ว่าข้อมูลภาพที่เป็นอินพุตเข้ามาในลักษณะใดก็ตาม จากคุณสมบัตินี้จะทำให้ข้อมูลรายละเอียดในภาพมีความแตกต่างสูงขึ้นจะส่งผลให้ภาพมีคุณภาพที่ดีขึ้นโดยปริยาย จากภาพที่ 25 แสดงผลที่ได้จากการใช้วิธีการตามที่กล่าวมาข้างต้น โดยการนำภาพต้นแบบ ภาพที่ 25 (a) ที่มีการกระจายของฮีสโตแกรมอยู่ย่านแคบ ๆ ย่านระดับต่ำของสีเทาดังภาพที่ 25 (b) ทำให้ภาพที่ได้มีความมืดและไม่สามารถแยกแยะรายละเอียดได้ด้วยสายตา หลังจากที่ผ่านการประมวลผลแล้วจะได้ผลดังภาพที่ 25 (c) และได้ฮีสโตแกรมที่สอดคล้องดังภาพที่ 25 (d) โดยจะมีการกระจายทั่วย่านของระดับสีเทา ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่าถ้าค่าของแท่งฮีสโตแกรมมีความสูงจะมีช่วงห่างระหว่างแท่งที่กว้าง และที่ฮีสโตแกรมมีระดับที่ต่ำจะมีช่วงห่างที่แคบ ในกรณีที่แท่งฮีสโตแกรมที่ต่ำมาก ๆ ก็จะถูกรวมกับแท่งฮีสโตแกรมที่ใกล้เคียงเป็นฮีสโตแกรมแท่งใหม่ที่มีระดับที่สูงขึ้นจากเดิม ด้วยเหตุนี้เองทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นลักษณะของการเฉลี่ยความสูงของฮีสโตแกรมให้มีความสูงใกล้เคียงกัน และกระจายทั่วย่าน ส่งผลให้ภาพที่ได้มีความแตกต่างของข้อมูลที่เด่นชัดขึ้น



ภาพที่ 25 (a) แสดงภาพต้นแบบ
(b) แสดงฮีสโตแกรมของภาพต้นแบบ
(c) แสดงภาพที่ผ่านการชดเชยฮีสโตแกรม
(d) แสดงฮีสโตแกรมหลังการแปลง

การปรับปรุงภาพแบบการยืดฮีสโตแกรมแบบเชิงเส้น

ในหลักการทั่วไปนั้นฮีสโตแกรมของระดับสีเทาจะบ่งบอกถึงคุณลักษณะของภาพ กรณีที่ข้อมูลภาพที่มีฮีสโตแกรมอยู่รวมกลุ่มชิดกันในช่วงแคบ ๆ นั้น แสดงว่าข้อมูลของภาพมีลักษณะการกระจายและความแตกต่างกันของข้อมูลในภาพต่ำ เมื่อเป็นเช่นนี้ภาพจะเป็นภาพที่มีคุณภาพต่ำ ความแตกต่างน้อย ในทางตรงกันข้ามถ้าฮีสโตแกรมของภาพนั้นมีการกระจายฮีสโตแกรมที่กว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแสดงถึงภาพที่มีคุณภาพ ตัวอย่างทั่วไปของฮีสโตแกรมแสดงดังภาพที่ 24 เป็นการแสดงฮีสโต-แกรมของภาพที่สว่าง ภาพที่มืด ภาพที่มีคุณภาพที่ต่ำ และภาพที่มีคุณภาพสูง

สำหรับวิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงคุณของภาพให้มีการกระจายของฮีสโตแกรมที่กว้างขึ้น เพื่อทำให้เกิดความห่างของแท่งฮีสโตแกรม หรือความแตกต่างของข้อมูลสูง ทำให้สามารถตีความหมายของภาพได้ดียิ่งขึ้นนั้น วิธีการยืดฮีสโตแกรมแบบเชิงเส้นก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถทำได้ด้วยการนำคุณสมบัติของสมการเชิงเส้นมาใช้ในการขยายย่านของฮีสโตแกรม โดยอาศัยคุณสมบัติของสมการเชิงเส้น

จากสมการเชิงเส้น

$$y = ax + b \tag{3.10}$$

คุณสมบัติของสมการเชิงเส้นถ้าความชัน a มีค่ามากกว่าหนึ่งแล้วจะทำให้ได้เอาต์พุตที่ได้มีอัตราการขยายในย่านที่กว้างขึ้นจากย่านของอินพุต และถ้า a มีค่าน้อยกว่าหนึ่งจะได้เอาต์พุตที่มีย่านแคบลงจากเดิม ดังนั้นเมื่อต้องการยืดฮีสโตแกรมให้มีการขยายย่านออกไปก็ทำได้ด้วยการกำหนดค่าของ a ให้มีค่ามากกว่าหนึ่งเสมอ

สำหรับการใช้งานจริงในการปฏิบัติแล้วสามารถเขียนสมการให้ง่ายต่อการใช้ตามนี้

$$g(x,y) = \left\{ \frac{(f(x,y) - x_{\min})(y_{\max} - y_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} \right\} + y_{\min} \tag{3.11}$$

โดย

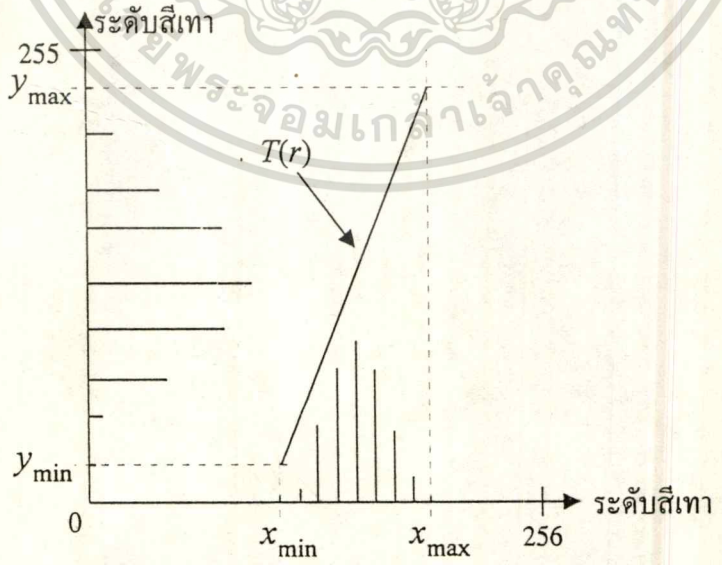
$g(x,y)$	คือค่าระดับสีเทาของเอาต์พุต
$f(x,y)$	คือค่าระดับสีเทาของอินพุต
$x_{\min}$	คือค่าระดับสีเทาต่ำสุดของฮีสโตแกรมเดิม
$x_{\max}$	คือค่าระดับสีเทาสูงสุดของฮีสโตแกรมเดิม
$y_{\min}$	คือค่าระดับสีเทาต่ำสุดของฮีสโตแกรมใหม่
$y_{\max}$	คือค่าระดับสีเทาสูงสุดของฮีสโตแกรมใหม่

โดย $x_{\min}$ และ $x_{\max}$ เป็นค่าระดับสีเทาต่ำและสูงที่กำหนดย่านของข้อมูลจากฮีสโต-แกรมเดิม ซึ่งสามารถกำหนดได้ตามความเหมาะสม แต่เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบและไม่ผิดเพี้ยนควรกำหนดค่าให้ครอบคลุมข้อมูลเดิมทั้งหมด ส่วนค่า $y_{\min}$ และ $y_{\max}$ เป็นค่าของระดับสีเทาต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ เพื่อให้ได้ฮีสโตแกรมใหม่ ปกติแล้วในการกระจายของ ฮีสโตแกรมที่ดีควรกำหนดค่าของ $y_{\min}$ ให้มีค่าน้อยกว่า $x_{\min}$ และ $y_{\max}$ ให้มีค่ามากกว่า $x_{\max}$ ซึ่งอัตราส่วนของ $\frac{y_{\max} - y_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$ จะมีค่ามากกว่าหนึ่ง ค่านี้ก็คือความชันสมการนั่นเอง ลักษณะการยืดของฮีสโต-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

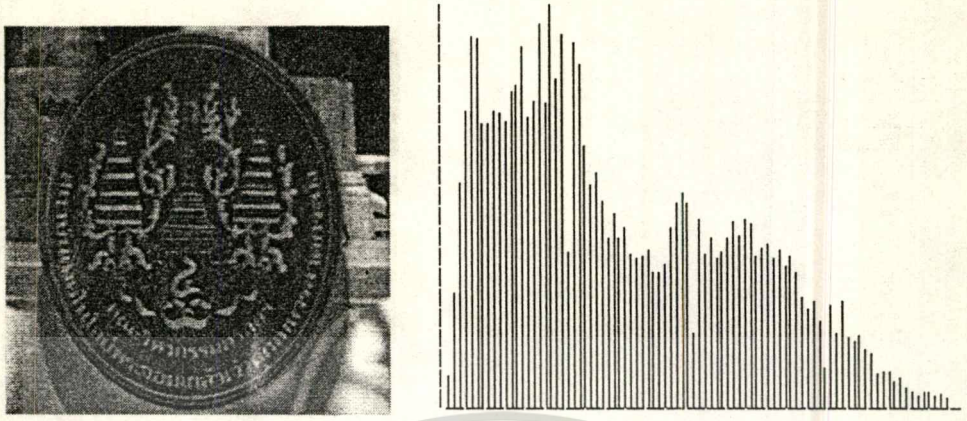
แกรมด้วยสมการเชิงเส้นแสดงได้ดังภาพที่ 26 จากฮีสโตแกรมของภาพเอาต์พุตที่ผ่านการแปลงแล้วนั้นจะเห็นว่าความห่างของแท่งฮีสโตแกรมมีความห่างมากขึ้น โดยช่องห่างของแท่งฮีสโต-แกรมใหม่จะมีความห่างในลักษณะเป็นเชิงเส้น จากวิธีการนี้ที่มีการกำหนดค่าของความชันด้วย $x_{\min}, x_{\max}$ และ $y_{\min}, y_{\max}$ นั้นทำให้สามารถกำหนดขอบเขตของย่านระดับสีเทาในด้านอินพุตและเอาต์พุตตามต้องการ จากตัวอย่างดังภาพที่ 27 (a) แสดงถึงภาพที่ได้จากการผ่านกระบวนการยืดฮีสโตแกรมแบบเชิงเส้น ด้วยการกำหนดค่าของ $x_{\min}, x_{\max}$ และ $y_{\min}, y_{\max}$ ด้วยค่า 0,90 และ 0,255 ตามลำดับ เหตุผลที่กำหนดค่า $x_{\min}, x_{\max}$ เช่นนี้เพราะว่าภาพต้นแบบมีการกระจายของฮีสโตแกรมอยู่ในช่วง 0 ถึง 90 ของระดับสีเทา และเพื่อให้มีการกระจายของฮีสโต-แกรมในย่านที่สูงสุดจึงกำหนดค่าของ $y_{\min}, y_{\max}$ ที่ครอบคลุมย่านสูงสุดของระดับสีเทาที่สามารถจะเป็นไปได้คือ 0 ถึง 255 และ ภาพที่ 27 (b) แสดงฮีสโตแกรมที่ได้หลังผ่านการประมวลผลแล้ว จากฮีสโตแกรมของภาพที่ได้จะเห็นได้ว่าย่านมีการกระจายของฮีสโตแกรมเป็นไปตามความประสงค์ที่กำหนดค่าไว้ และความห่างของแท่งฮีสโตแกรมมีความห่างที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งต่างจากฮีสโตแกรมที่ผ่านกระบวนการปรับเท่าฮีสโตแกรม จากคุณลักษณะการกระจายแบบเชิงเส้นนี้เองทำให้ภาพเอาต์พุตที่ได้มีความต่อเนื่องของระดับสีเทา และไม่สว่างจ้ามากเกินไป แต่ความแตกต่างจะด้อยกว่าแบบการปรับเท่าฮีสโตแกรม

ภาพที่ 26



แสดงการยืดฮีสโตแกรมด้วยสมการเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) (b)

ภาพที่ 27 (a) แสดงภาพผ่านการยืดฮีสโตแกรมแบบเชิงเส้นจากรูปต้นแบบภาพที่ 25 (a) (b) แสดงฮีสโตแกรมที่ได้จากภาพ

สรุป

กระบวนการแปลงภาพและปรับปรุงภาพเป็นกระบวนการที่จะนำมาปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพให้เหมาะสมกับการใช้งานซึ่งมีด้วยกันหลายวิธี และสามารถทำได้ทั้งทางด้านโดเมนความถี่ และทางโดเมนสปาเชี่ยน ซึ่งบทนี้ได้กล่าวเน้นถึงการประมวลผลภาพแบบโดเมนสปาเชี่ยนโดยการประมวลผลแบบจุด การประมวลผลแบบจุดเป็นการประมวลที่ผลที่นำข้อมูลภาพเดิมเพียงจุดเดียวมาทำการประมวลผลเท่านั้น ซึ่งสามารถนำหน่วยความจำแบบฟังก์ชันมาทำงานแทนได้ดังจะกล่าวในบทที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การเพิ่มรายละเอียดให้กับข้อมูลภาพ

การแปลงสัญญาณภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอหรือเครื่องเล่นวิดีโอต่าง ๆ ให้เป็นข้อมูลภาพที่เป็นดิจิตอลสำหรับนำไปประมวลผลต่อด้วยคอมพิวเตอร์นั้น มีกระบวนการแปลงที่เรียกว่าการสุ่มและการเข้ารหัส กระบวนการเหล่านี้จะรวมเป็นอุปกรณ์ที่เรียกว่าตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ซึ่งข้อมูลภาพที่ได้นั้นจะบอกรายละเอียดของภาพเป็นจำนวนจุดต่อภาพและระดับค่าของจุดภาพที่มีได้ ดังนั้นถ้าทำการเพิ่มจำนวนจุดภาพและระดับค่าของจุดภาพจะทำให้สามารถเก็บจำนวนข้อมูลจากภาพได้มากขึ้น และแต่ละจุดภาพสามารถให้รายละเอียดสูงขึ้น ในการเพิ่มจำนวนจุดภาพนั้นในที่นี้คือการเพิ่มอัตราการสุ่มต่อหนึ่งหน่วยเวลา และการเพิ่มระดับของจุดภาพจะเป็นการเพิ่มจำนวนบิตของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล

การเพิ่มจำนวนจุดของภาพ

การเพิ่มจำนวนจุดภาพที่จะเก็บมักทำด้วยวิธีการเพิ่มความถี่ในการสุ่มให้กับตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถทำได้ง่ายและไม่สูญเสียค่าใช้จ่ายมากนัก แต่ในบางกรณีที่ต้องการเพิ่มจำนวนจุดภาพให้สูงมาก ๆ เช่น ภาพขนาด 512X512 หรือ 1024 X1024 จุดต่อหนึ่งภาพ นั้นต้องใช้ความถี่ในการสุ่มที่สูงมากตั้งแต่ 10-12 MHz ขึ้นไป จากความถี่ที่สูงขนาดนี้ทำให้เกิดข้อจำกัดของอุปกรณ์จำพวกตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล และหน่วยความจำที่ความเร็วต่ำไม่สามารถนำมาใช้ได้ อีกทั้งอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้ที่ความถี่สูง ๆ นั้นมีราคาค่อนข้างแพงพอสมควรทำให้ต้องใช้งบประมาณที่สูงขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงได้มีวิธีการที่มาจัดการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้คือสามารถเพิ่มจำนวนจุดภาพที่สูงขึ้นได้โดยไม่ต้องเพิ่มความถี่ในการสุ่มให้กับตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลเลย ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

การคำนวณความถี่ที่ใช้ในการสุ่มสัญญาณภาพ

ในมาตรฐานของระบบโทรทัศน์ทั่วไปนั้นจะกำหนดคุณลักษณะของสัญญาณภาพรวม ซึ่งจะมีพิจารณาถึงเวลาในการสแกนทางแนวนอนหนึ่งเส้นว่าใช้เวลาเท่าไร จากนั้นก็นำเวลาดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

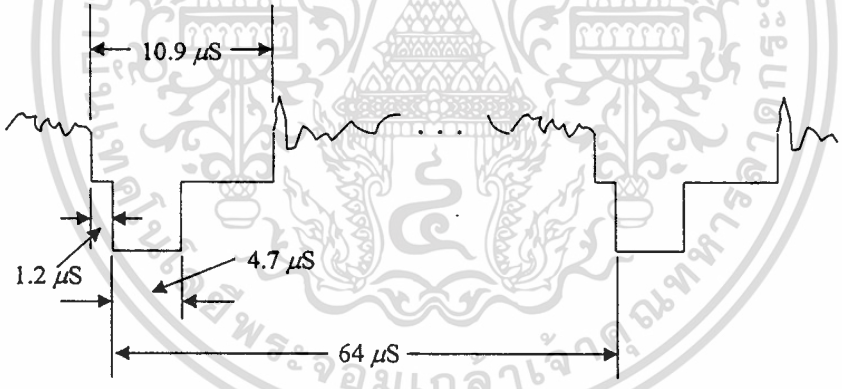
มาทำการหารด้วยจำนวนจุดภาพตามต้องการเพื่อที่จะได้เวลาในการสุ่มแต่ละจุด ในระบบโทรทัศน์ของประเทศไทยจะเป็นระบบ PAL มีพารามิเตอร์ของการสแกนตามตารางที่ 1 และภาพที่ 28 [4]

ตารางที่ 1

Scaning	NTSC	PAL	SECAM
Lines/frame.	525	625	625
Frames/second	30	25	25
Interlace ratio	2:1	2:1	2:1
Aspect ratio	4:3	4:3	4:3
Color subcar. (Hz)	3579545	4433619	4.406250

แสดงพารามิเตอร์ของระบบโทรทัศน์สามระบบคือ NTSC, PAL และ SECAM

ภาพที่ 28



แสดงรายละเอียดของสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าความถี่ในการสแกนทางแนวนอนของระบบ PAL เท่ากับ 15,625 Hz (625*25) หรือเท่ากับ 64 μs ต่อหนึ่งเส้นสแกนไลน์ แต่มีช่วงเวลาของการเกิดสัญญาณภาพจริงเพียง 53.1 μs จากเวลาที่ได้นี้นำไปคำนวณหาความถี่ของการสุ่มด้วยสมการตามนี้

$$T_s = \frac{T_{hor}}{N} = \frac{53.1\ \mu S}{256} = 0.207 \times 10^{-7}\ S \qquad (4.1)$$

T_s คือเวลาในการสุ่มสัญญาณภาพแต่ละจุด

T_{hor} คือเวลาในการสแกนหนึ่งเส้นทางแนวนอนของโทรทัศน์

N คือจำนวนจุดภาพที่ต้องการในหนึ่งเส้นสแกนไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นความถี่ในการสุ่มแต่ละจุดภาพจะเท่ากับ

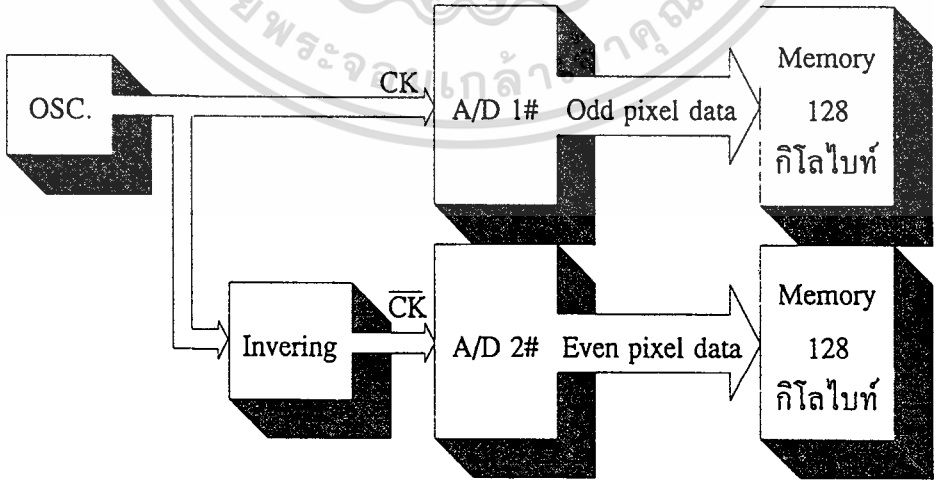
$$f_s = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{0.207 \times 10^{-7}} = 4.82\ MHz \qquad (4.2)$$

จากความถี่ที่คำนวณได้ในการสุ่มขนาด 256 จุดภาพต่อหนึ่งเส้นสแกนไลน์นี้ จะเห็นเป็นการยากที่จะสร้างวงจรเพื่อกำเนิดสัญญาณให้มีความถี่เท่านี้ จึงเลือกความถี่ที่สามารถกำเนิดได้ง่าย คือ 5 MHz หรือ 6 MHz

การเพิ่มจุดภาพด้วยการใช้ A/D 2 ตัวร่วมกันทำงาน

จากหัวข้อที่ผ่านมาได้กล่าวถึงการคำนวณความถี่ของการสุ่ม ที่จะนำไปควบคุม ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ในที่นี้จะคำนวณเวลาของความถี่ในการสุ่มที่จะใช้ในการเก็บภาพขนาด 512X512 จุดต่อภาพ จากสมการที่ (4.1) และ (4.2) จะต้องใช้ความถี่ในการสุ่มเท่ากับ 10 MHz แต่เพื่อความเหมาะสมจะใช้ความถี่ที่สูงกว่าที่คำนวณเป็นความถี่ 12 MHz ทำให้ต้องใช้หน่วยความจำที่มีการเข้าถึงข้อมูลที่เร็วพอที่จะเก็บข้อมูลภาพในแต่ละจุดคือประมาณ 83.33 ns ขึ้นไป โดยปกติแล้วหน่วยความจำที่มีความเร็วขนาดนี้จะมีราคาแพง ในการแก้ปัญหานี้จึงได้เสนอให้นำตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลจำนวนสองชุดมาทำงานร่วมกันซึ่งแสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมตามภาพที่ 29 [5,6]

ภาพที่ 29

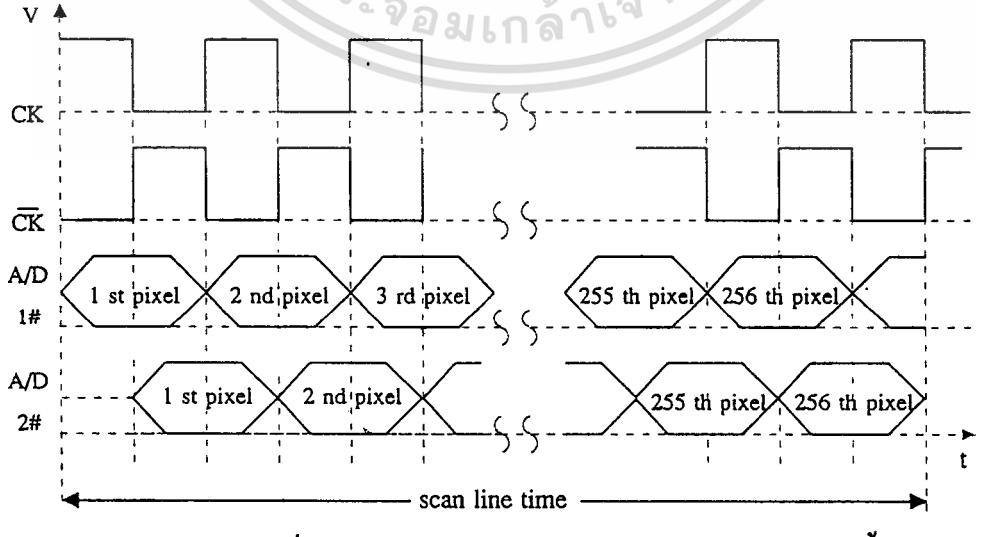


แสดงบล็อกไดอะแกรมของการใช้ ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุด ร่วมกันทำงานทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากบล็อกไดอะแกรมตามภาพที่ 29 แสดงให้เห็นถึงตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุดที่ร่วมกันทำงาน จากส่วนของการกำเนิดสัญญาณการสุ่มหรือสัญญาณนาฬิกา (clock signal CK) ส่งไปควบคุมการทำงานของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล โดยสัญญาณการสุ่มนี้จะถูกนำไปผ่านตัวอินเวอร์เตอร์เพื่อให้ได้สัญญาณสุ่มที่กลับเฟสกัน สัญญาณการสุ่มที่ไม่ผ่านการกลับเฟสก็จะถูกส่งไปควบคุมการทำงานของ ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ชุดที่ 1 และสัญญาณการสุ่มที่ผ่านการกลับเฟส จะส่งไปควบคุมการทำงานของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลชุดที่ 2 จากการทำงานลักษณะนี้จะสังเกตพบว่าตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลชุดที่ 1 นั้นทำงานที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณสุ่ม และในทางกลับกันตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ชุดที่ 2 จะทำงานที่ขอบขาลงของสัญญาณเดียวกัน ดังนั้นในสัญญาณสุ่มหนึ่งคาบสามารถได้ข้อมูลออกจากตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ทั้งสองชุดในเวลาที่ถัดกันเพียงช่วงครึ่งหนึ่งของสัญญาณสุ่มหนึ่งคาบ ถ้าใช้ความถี่ในการสุ่ม 12 MHz ในหนึ่งเส้นสแกนของสัญญาณโทรทัศน์จะสามารถทำการสุ่มได้ประมาณ 512 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะได้ข้อมูลภาพออกมาสองจุดภาพ ซึ่งเมื่อคำนวณแล้วจะได้จำนวนข้อมูลขนาด 1,024 จุด ต่อหนึ่งเส้นสแกน ในกรณีที่ต้องการภาพขนาด 512 จุดในแต่ละเส้นสแกน ทำให้สามารถลดความถี่ในการสุ่มลงได้ครึ่งหนึ่งคือ 6 MHz นั่นเอง ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ทั้งสองชุดนี้จะทำงานสลับกันไปเช่นนี้จนหมดช่วงของการสแกนในแต่ละเส้นสแกนไลน์ ดังแสดงในภาพที่ 30 แสดงผังเวลาของสัญญาณนาฬิกาและข้อมูลที่ได้จาก ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ทั้งสองตัว (รายละเอียดของวงจรของส่วนนี้แสดงไว้ในภาพที่ 56 ในภาคผนวก ข)

ภาพที่ 30



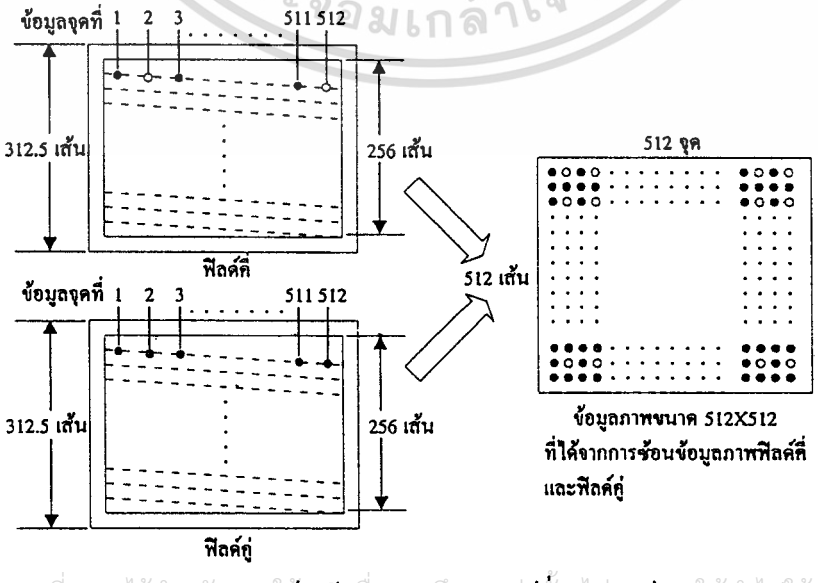
แสดงผังเวลาของข้อมูลที่ออกจาก ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ทั้งสองชุดเทียบกับสัญญาณสุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บภาพลงหน่วยความจำ

ขั้นตอนต่อไปจะขอกล่าวถึงวิธีการเก็บข้อมูลภาพที่ได้จากตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลทั้งสองชุด จะเห็นว่าข้อมูลที่ออกจากตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลนั้น แบ่งออกเป็นสองชุดคือข้อมูลภาพที่เป็นจุดคี่และจุดคู่ เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะเวลานำข้อมูลภาพนั้นมาทำการเรียงซ้อนกันตามลำดับเวลาเพื่อให้ได้ขนาดจุดภาพที่มากขึ้นนั้น ข้อมูลภาพแต่ละชุดจะเป็นตัวแทนของจุดภาพในตำแหน่งคู่และคี่ของภาพใหม่ที่ได้ จากบล็อกไดอะแกรมในภาพที่ 29 นั้นจะเป็นข้อมูลขนาด 256 จุด เมื่อนำข้อมูลได้ทั้งสองชุดนั้นมาทำการเรียงสลับกันตามตำแหน่งคู่และคี่ ทำให้ได้ข้อมูลภาพขนาด 512 จุดในหนึ่งเส้นสแกนไลน์โทรทัศน์ ส่วนข้อมูลทางแนวตั้งของภาพที่ต้องการคือ 512 จุดเช่นกัน ฉะนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลภาพทางแนวตั้งขนาด 512 จุด ต้องทำการสุ่มสัญญาณภาพทางแนวนอนเป็นจำนวน 512 เส้น ซึ่งไม่สามารถกระทำได้ตามนี้ เหตุเพราะว่าในระบบโทรทัศน์ของประเทศไทยนั้นเป็นระบบการส่งภาพแบบซ้อนภาพกัน โดยแยกส่งเป็นสองฟิลด์ คือฟิลด์คี่และฟิลด์คู่ ในแต่ละฟิลด์ที่ว่านี้จะส่งภาพเป็นจำนวน 318.5 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ ซึ่งจำนวนเส้นไม่เพียงพอสำหรับการเก็บภาพขนาด 512X512 ส่วนทางออกสำหรับกรณีคือทำการเก็บข้อมูลภาพออกเป็นสองฟิลด์ตามระบบโทรทัศน์ทั่วไป โดยเพียงเก็บข้อมูลภาพทางแนวตั้งเพียงแค่ 256 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ เมื่อได้ข้อมูลภาพจากทั้งสองฟิลด์ที่ว่านี้แล้ว จึงมาทำการซ้อนสลับเส้นฟิลด์คู่และคี่ในลักษณะคล้ายกันกับการเรียงสลับข้อมูลภาพจุดคู่และคี่ของการสแกนทางแนวนอน ซึ่งในการทำเช่นนี้นั้นจะช่วยให้ได้ข้อมูลภาพขนาด 512X512 จุดต่อภาพที่สมบูรณ์ตามความต้องการ ภาพที่ 31 แสดงการแยกเก็บข้อมูลภาพจากฟิลด์คี่และฟิลด์คู่

ภาพที่ 31

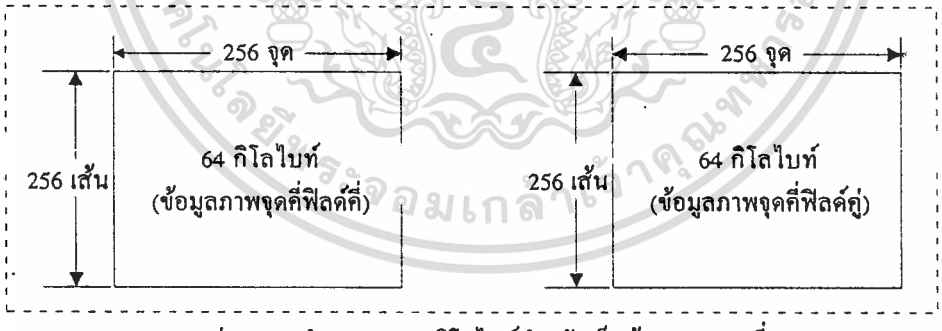


แสดงการเก็บข้อมูลภาพจากฟิลด์คี่และฟิลด์คู่

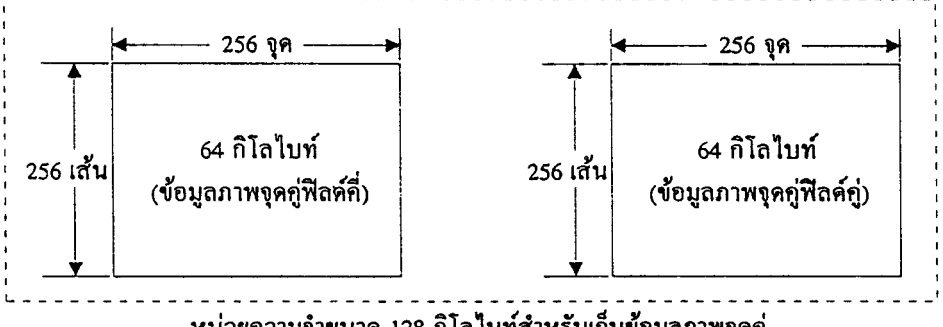
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเก็บภาพขนาด 512X512 จุดต่อภาพ ต้องใช้หน่วยความจำขนาด 256 กิโลไบต์ แต่เนื่องจากการใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลสองชุดร่วมกันทำงานนั้น จะเห็นว่าข้อมูลภาพที่ได้จากตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลทั้งสองชุดมีช่วงเวลาของการเกิดข้อมูลที่ซ้อนทับกันของข้อมูลจุดคู่และคี่ตามที่แสดงในภาพที่ 30 ถ้าใช้บัสข้อมูลร่วมกันก็จะเกิดการชนกันของข้อมูลทั้งสองชุด ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวจะทำการแยกข้อมูลออกเป็นสองชุดที่มีการแยกใช้บัสข้อมูลออกจากกันโดยสิ้นเชิง โดยหน่วยความจำในแต่ละส่วนนั้นจะทำการเก็บข้อมูลภาพขนาด 128 กิโลไบต์ ซึ่งภายในหน่วยความจำขนาด 128 กิโลไบต์จะถูกแยกออกเป็นสองส่วนส่วนละ 64 กิโลไบต์สำหรับเก็บภาพที่เป็นฟิลด์คู่และฟิลด์คี่ ดังนั้นในระบบเก็บข้อมูลภาพนี้จะพบว่าหน่วยความจำจะถูกแบ่งแยกออกเป็นสี่ส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่เก็บข้อมูลภาพจุดคี่ฟิลด์คู่ ส่วนที่เก็บข้อมูลภาพจุดคู่ฟิลด์คี่ ส่วนที่เก็บข้อมูลภาพจุดคี่ฟิลด์คู่ และส่วนที่เก็บข้อมูลภาพจุดคี่ฟิลด์คู่ ดังแสดงในภาพที่ 32 สำหรับการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะทำได้สองลักษณะ ลักษณะแรกเป็นการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพเพื่อใช้เก็บข้อมูลภาพที่ได้จากตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลในช่วงเวลาของการเก็บภาพ และอีกลักษณะหนึ่งคือการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำบนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการอ่านหรือเขียนข้อมูลภาพซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

ภาพที่ 32



หน่วยความจำขนาด 128 กิโลไบท์สำหรับเก็บข้อมูลภาพจุดคี่



หน่วยความจำขนาด 128 กิโลไบท์สำหรับเก็บข้อมูลภาพจุดคู่

แสดงการจัดหน่วยความจำสำหรับเก็บภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการออกแบบ

จากวิธีการที่กล่าวผ่านมาแล้วนั้นก็จะถึงขั้นตอนของการออกแบบวงจรเพื่อให้มีการทำงานตามจุดประสงค์ ในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงการออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุดร่วมกันทำงาน ส่วนบล็อกไดอะแกรมร่วมของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ แสดงได้ตามภาพที่ 33 และรายละเอียดของวงจรแสดงไว้ในภาพที่ 56 ที่ภาคผนวก ข โดยรายละเอียดในการออกแบบและการทำงานของแต่ละบล็อกนั้นจะได้กล่าวต่อไปในหัวข้อย่อยต่อไปตามนี้

ส่วนของอินพุตบัฟเฟอร์

หน้าที่ของส่วนนี้คือการปรับระดับแรงดันของสัญญาณภาพเพื่อส่งต่อให้ส่วนของการแยกสัญญาณซิงค์ และส่วนของ ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล

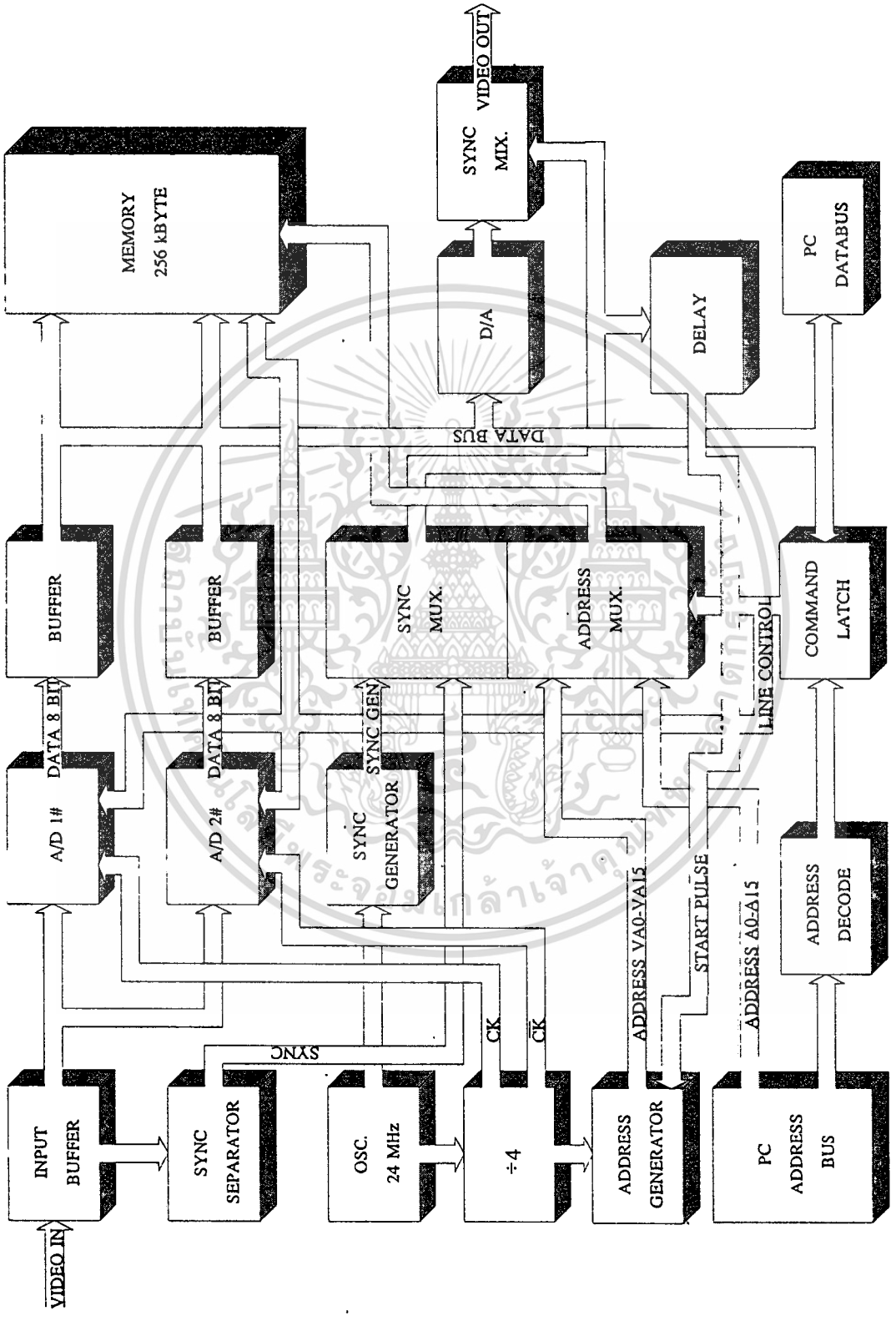
ส่วนของการแยกซิงค์

ส่วนของการแยกซิงค์เป็นตัวแยกสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน ซิงค์ทางแนวตั้ง และสัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่หรือฟิลด์คู่จากสัญญาณภาพรวม โดยเอาต์พุตที่ได้จะเป็นพัลซ์ซึ่งเป็นระดับแรงดันที่ใช้กับไอซีจำพวก TTL ซึ่งสัญญาณต่าง ๆ เช่นสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนกับสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งจะถูกส่งต่อไปยังส่วนของการมัลติเพล็กซ์เพื่อรวมกับสัญญาณภาพที่ได้จากส่วนของเอาต์พุตสำหรับแสดงผลออกทางจอมอนิเตอร์ ขณะเดียวกันสัญญาณซิงค์ทั้งสองจะถูกนำไปเป็นตัวควบคุมการนับของตัวกำเนิดสัญญาณแอดเดรสเพื่อให้การอ้างตำแหน่งของการจัดเก็บหรือการอ่านข้อมูลทำได้อย่างถูกต้อง สัญญาณซิงค์นี้จะถูกหน่วงเวลาสำหรับการเก็บจุดภาพทั้งนี้เพราะความถี่ที่ใช้ในการสุ่มเป็น 6 MHz แทนที่จะเป็น 5 MHz จึงต้องหน่วงเวลาให้เลยช่วงแบลงค์กิ้งไประยะหนึ่งก่อนที่จะทำการสุ่มให้ได้จำนวนจุดภาพที่กำหนด สำหรับตัวหน่วงนั้นจะทำหน้าที่ในการส่งพัลซ์ไปกระตุ้นให้ตัวกำเนิดสัญญาณแอดเดรสทางแนวนอนและแนวตั้งตามลำดับ จากที่ได้กล่าวมานี้จะให้บล็อกไดอะแกรมดังแสดงในภาพที่ 34 ส่วนผังเวลาของการหน่วงทางแนวนอนแสดงได้ดังภาพที่ 35

ส่วนสัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่และฟิลด์คู่นั้นใช้อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำว่าจะเป็นส่วนที่เป็นฟิลด์คู่หรือฟิลด์คี่ดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ การเก็บภาพลงหน่วยความจำ ในกรณีที่สัญญาณนี้มีค่าเป็น “0” จะเป็นการเก็บภาพที่เป็นข้อมูลฟิลด์คู่ ขนาด 64 กิโลไบต์ และในกรณีกลับกันถ้าสัญญาณนี้มีค่าเป็น “1” จะเป็นการอ้างถึงหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลภาพฟิลด์คี่ ขนาด 64 กิโลไบต์เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

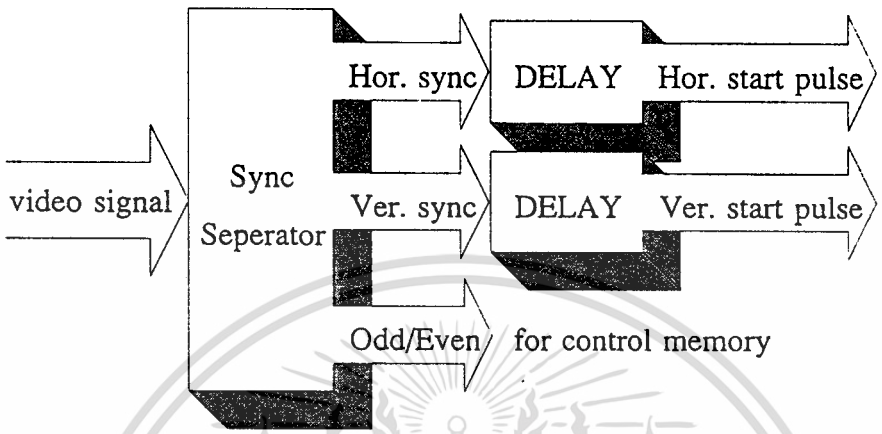
ภาพที่ 33



แสดงบล็อกไดอะแกรมของแผงวงจรควบคุมการเก็บภาพแบบใช้ ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลสองชุดร่วมกันทำงาน

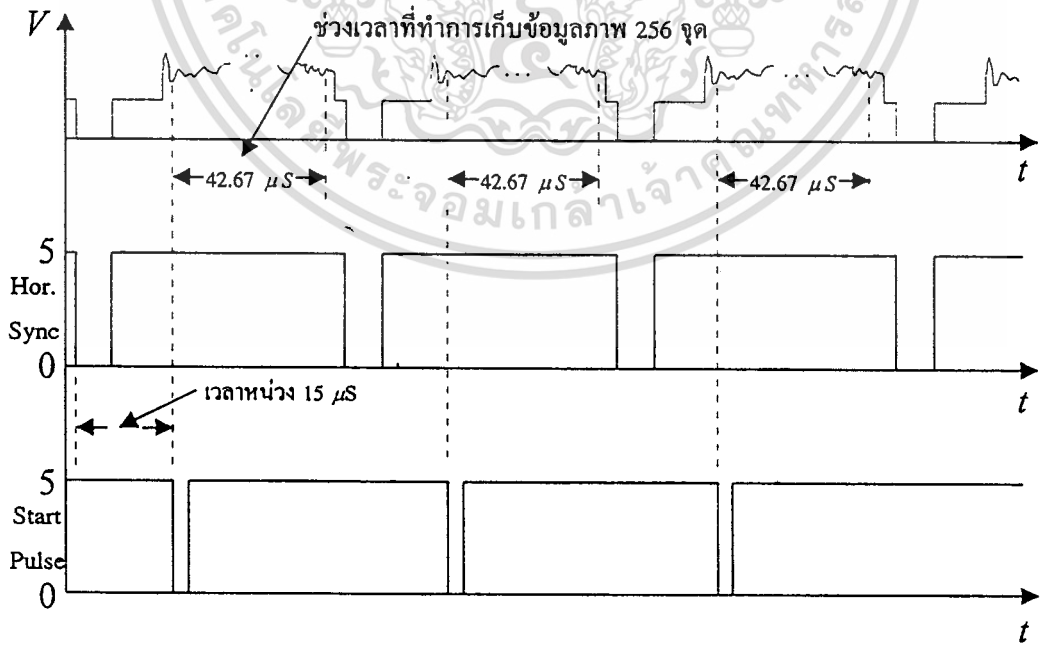
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 34



แสดงส่วนของการแยกสัญญาณซิงค์

ภาพที่ 35



แสดงผังเวลาของการหน่วงเวลาทางแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

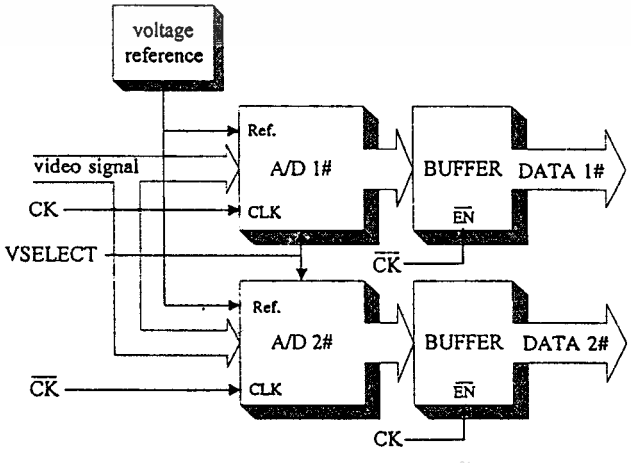
ส่วนของการกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการสุ่มนั้นจะใช้คริสตอล 24 MHz ต่อร่วมกับอินเวอร์ติ้งเกต โดยสัญญาณนาฬิกา 24 MHz นี้จะถูกนำไปใช้สองด้านด้วยกัน ทางที่หนึ่งจะใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาสำหรับตัวนับเพื่อสร้างสัญญาณแอดเดรส และสัญญาณซิงค์ ส่วนการใช้งานอีกด้านหนึ่งจะนำไปหารความถี่ลงสี่เท่าด้วยตัว D flip-flop 2 ชุด ให้เหลือความถี่ 6 MHz เพื่อนำไปใช้เป็นความถี่ในการสุ่มของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลทั้งสองชุด

ส่วนของการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล

ในส่วนนี้ประกอบไปด้วย ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุด ร่วมกันทำงานเพื่อให้ได้ผลตามที่กล่าวมาแล้วนั้น จะใช้สัญญาณการสุ่มที่ได้จากส่วนของการกำเนิดสัญญาณสุ่มมาทำการควบคุมการทำงานของวงจรแปลงข้อมูล สัญญาณความถี่ที่ออกจากเอาต์พุต Q ของ D flip-flop คือสัญญาณ CK จะถูกนำไปควบคุมการแปลงสัญญาณของ ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลชุดที่หนึ่ง และสัญญาณความถี่ที่ออกจากเอาต์พุต $\overline{Q}$ ของ D flip-flop คือสัญญาณ $\overline{CK}$ จะถูกนำไปควบคุมการแปลงสัญญาณของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลชุดที่สอง ข้อมูลที่ออกจากตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลทั้งสองชุดนั้น จะถูกส่งผ่านเข้าสู่หน่วยความจำทางบัฟเฟอร์ โดยมีสัญญาณควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณ VSELECT ที่มาจากส่วนควบคุม สำหรับควบคุมจังหวะการติดต่อกับหน่วยความจำ และส่วนประกอบอีกส่วนหนึ่งคือส่วนของแรงดันอ้างอิงที่จ่ายให้กับ ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล นั้นสามารถปรับให้เหมาะสมกับสัญญาณภาพที่เข้ามาได้ สำหรับภาพที่ 36 เป็นบล็อกไดอะแกรมของ ส่วนตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล

ภาพที่ 36



แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของการมัลติเพล็กซ์

วงจรมัลติเพล็กซ์จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังนี้

— ส่วนของการมัลติเพล็กซ์สัญญาณซิงค์

ทำหน้าที่เลือกระหว่างสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน ซิงค์ทางแนวตั้ง และสัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่และฟิลด์คู่ โดยสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนจะถูกนำไปกำหนดการเริ่มนับของตัวนับทางแนวนอน สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งนั้นก็จะเป็นตัวกำหนดการเริ่มนับของตัวนับทางแนวตั้ง สัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่และฟิลด์คู่นั้นจะใช้เป็นตัวอ้างถึงตำแหน่งของหน่วยความจำในส่วนของฟิลด์คี่และฟิลด์คู่

— ส่วนของการมัลติเพล็กซ์แอดเดรส

หน้าที่ของส่วนนี้คือการเลือกระหว่างแอดเดรสสองชุด ชุดแรกเป็นแอดเดรสจากตัวนับ ส่วนชุดหลังเป็นแอดเดรสจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ในกรณีที่มีการเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำหรืออ่านข้อมูลภาพจากหน่วยความจำเพื่อนำไปแสดงออกทางจอมอนิเตอร์ จะมีการอ้างถึงตำแหน่งของหน่วยความจำ ในกรณีนี้ต้องสัมพันธ์กับสัญญาณซิงค์ของภาพ เพื่อให้มีการเก็บภาพที่ถูกต้องหรือแสดงข้อมูลภาพออกมาได้ถูกต้อง ดังนั้นจึงใช้แอดเดรสที่สร้างจากตัวนับทั้งสองชุดที่มีการควบคุมการนับจากสัญญาณซิงค์ สำหรับกรณีที่ต้องการนำข้อมูลภาพจากหน่วยความจำบนแผงวงจรควบคุมหรือการนำข้อมูลจากดิสเก็ตลงสู่หน่วยความจำบนแผงวงจรควบคุม จะต้องใช้แอดเดรสจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรงซึ่งการควบคุมแอดเดรสในการอ่านหรือเขียนข้อมูลนั้นจะขึ้นอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นตัวควบคุม

— ส่วนของการมัลติเพล็กซ์สัญญาณควบคุม

การมัลติเพล็กซ์สัญญาณควบคุมในส่วนนี้จะเป็นการเลือกสัญญาณที่จะนำไปควบคุมการทำงานของแผงวงจร

ส่วนการกำเนิดสัญญาณแอดเดรส

ในการสร้างสัญญาณแอดเดรสเพื่อใช้ในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำบนแผงวงจรควบคุมการเก็บภาพ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนของวงจรสร้างสัญญาณแอดเดรสสำหรับการอ้างตำแหน่งในการเก็บภาพทางแนวนอน และส่วนของวงจรสร้างสัญญาณแอดเดรสสำหรับการอ้างตำแหน่งในแนวตั้ง ซึ่งการสร้างแอดเดรสทั้งสองส่วนสามารถทำได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

— ตัวนับทางแนวนอน

จากการที่ต้องทำการเก็บภาพทางแนวนอนขนาด 256 จุดต่อหนึ่งเส้นสแกนไลน์ ด้วยความถี่ 6 MHz ทำให้ต้องมีการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำ 256 ตำแหน่ง ดังนั้นต้องใช้สายแอดเดรสที่มีขนาด 8 เส้น สำหรับตัวนับขนาด 8 บิต ทำการป้อนอินพุตด้วยสัญญาณนาฬิกาขนาด 6 MHz ที่สำคัญคือการเริ่มต้นนับต้องให้สัมพันธ์กับสัญญาณภาพทางแนวนอนจึงต้องใช้พัลซ์ที่มาจากตัวหน่วงเพื่อช่วยในการกำหนดการเริ่มเก็บข้อมูลภาพทางแนวนอนตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในส่วนของการแยกซิงค์ หัวข้อ ส่วนของการแยกซิงค์ หลังจากทำการนับครบ 256 ตำแหน่งแล้วตัวนับก็จะทำการส่งพัลซ์ออกมาหยุดการนับพร้อมกับรีเซ็ตให้แอดเดรสทั้งหมดมีค่าเป็นศูนย์เพื่อรอการกระตุ้นจากสัญญาณพัลซ์ที่มีจากตัวหน่วงใหม่แล้วจึงจะเริ่มนับใหม่

— ตัวนับทางแนวตั้ง

ในการกำเนิดสัญญาณแอดเดรสเพื่อใช้เก็บภาพจำนวน 256 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ภาพ ก็มีลักษณะการออกแบบเช่นเดียวกับการสร้างสัญญาณแอดเดรสทางทางแนวนอน โดยจะใช้ตัวนับขนาด 8 บิต แต่สัญญาณที่จะเข้ามาเป็นอินพุตจะแตกต่างออกไป เพราะการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของแอดเดรสทางแนวตั้งนั้นจะใช้เวลาเท่ากับหนึ่งเส้นสแกนไลน์ ดังนั้นจึงใช้สัญญาณพัลซ์ที่เกิดจากตัวนับทางแนวนอนมาเป็นอินพุตของตัวนับทางแนวตั้งแทน ซึ่งเมื่อนับครบ 256 เส้นแล้วก็จะทำการหยุดและรีเซ็ตตัวเอง ซึ่งจะมีการทำงานในลักษณะเดียวกับการสร้างสัญญาณแอดเดรสทางแนวนอนนั้นเอง

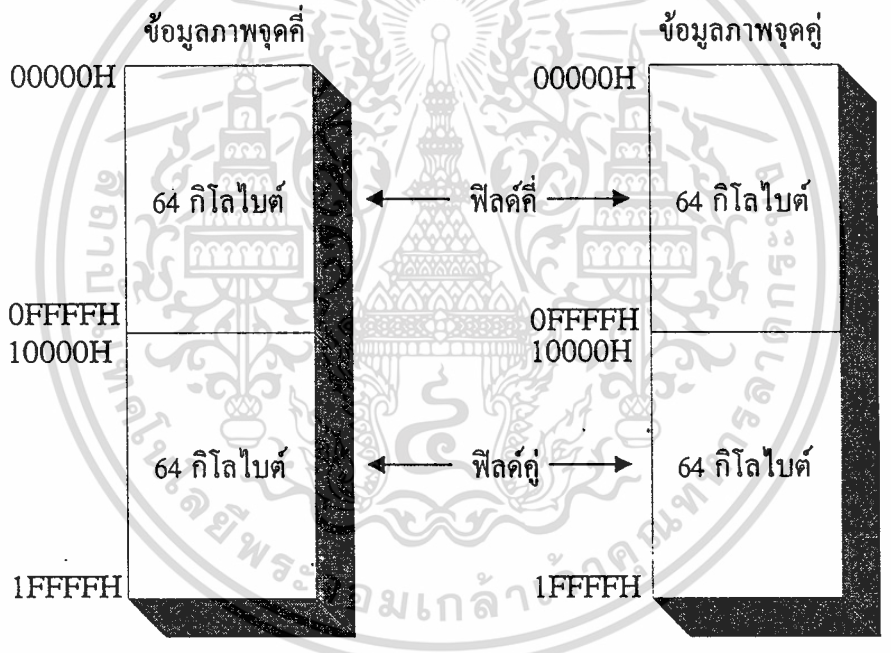
เมื่อนำแอดเดรสที่ได้จากตัวนับทั้งสองชุดนี้มารวมกันจะได้แอดเดรสขนาด 16 บิต สำหรับใช้อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำได้ขนาด 64 กิโลไบต์ จะสามารถเก็บข้อมูลภาพได้ขนาด 256 X256 จุดภาพ แต่เนื่องจากที่ต้องการเก็บข้อมูลภาพทั้งฟิลด์คี่และฟิลด์คู่จึงต้องมีสัญญาณแอดเดรสอีกเส้นหนึ่งเพื่อแยกแยะในการเก็บภาพของทั้งสองฟิลด์ จากการนำสัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่และคู่มาใช้ในการอ้างตำแหน่งอีกบิตหนึ่ง รวมแล้วจะมีขนาดแอดเดรสเป็น 17 บิต ซึ่งสามารถอ้างหน่วยความจำที่จะเก็บข้อมูลได้ถึง 128 กิโลไบต์ จากการใช้งานของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลสองชุดร่วมกันทำงาน จึงทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้เป็นสองเท่านั้นคือสามารถเก็บข้อมูลภาพที่เป็นจุดคู่ 128 กิโลไบต์ และข้อมูลภาพที่เป็นจุดคี่อีก 128 กิโลไบต์รวมทั้งสิ้นเป็น 256 กิโลไบต์สำหรับการเก็บภาพที่มีขนาด 512X512 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของหน่วยความจำ

ตำแหน่งของหน่วยความจำในส่วนนี้แบ่งออกได้เป็นสองลักษณะ ลักษณะแรกเป็นตำแหน่งที่แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ใช้อ้างเวลาเก็บข้อมูลภาพหรือแสดงข้อมูลภาพบนจอมอนิเตอร์ แอดเดรสที่ใช้อ้างตำแหน่งนี้จะได้จากส่วนของตัวนับ โดยมีตำแหน่งสำหรับการเก็บภาพฟิลด์คี่เริ่มจาก 00000H-0FFFFH มีขนาด 64 กิโลไบต์ และตำแหน่งสำหรับการเก็บภาพฟิลด์คู่ เริ่มจาก 10000H-1FFFFH อีก 64 กิโลไบต์ ร่วมเป็น 128 กิโลไบต์ ซึ่งบิตนัยสำคัญสูงสุดเป็นตัวบ่งชี้ถึงฟิลด์คู่หรือฟิลด์คี่ ถ้าบิตดังกล่าวเป็น "0" จะใช้เก็บข้อมูลภาพฟิลด์คู่ ในทางตรงข้ามถ้าเป็น "1" จะเก็บข้อมูลภาพฟิลด์คี่ ดังแสดงในภาพที่ 37

ภาพที่ 37

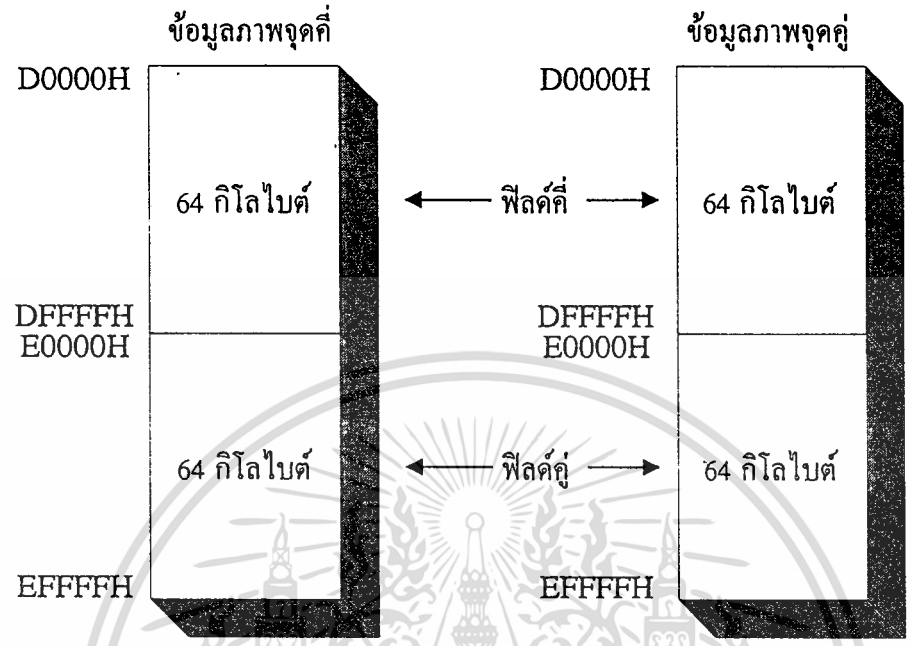


แสดงการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ

ลักษณะที่สองคือการอ้างตำแหน่งของเครื่องคอมพิวเตอร์ ลักษณะการอ้างตำแหน่งในกรณีนี้ต้องขึ้นอยู่กับตำแหน่งของหน่วยความจำที่ระบบจัดเตรียมไว้ให้ หน่วยความจำที่ว่างไว้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่กำหนดไว้ให้สำหรับอุปกรณ์ที่จะนำมาเชื่อมต่อด้วยนั้นมีขนาดสูงสุดเพียงแค่ 128 กิโลไบต์ มีตำแหน่งอยู่ในช่วง D0000H-EFFFFH [7,8] การอ้างตำแหน่งของเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพที่ 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 38



แสดงการอ้างตำแหน่งของเครื่องคอมพิวเตอร์

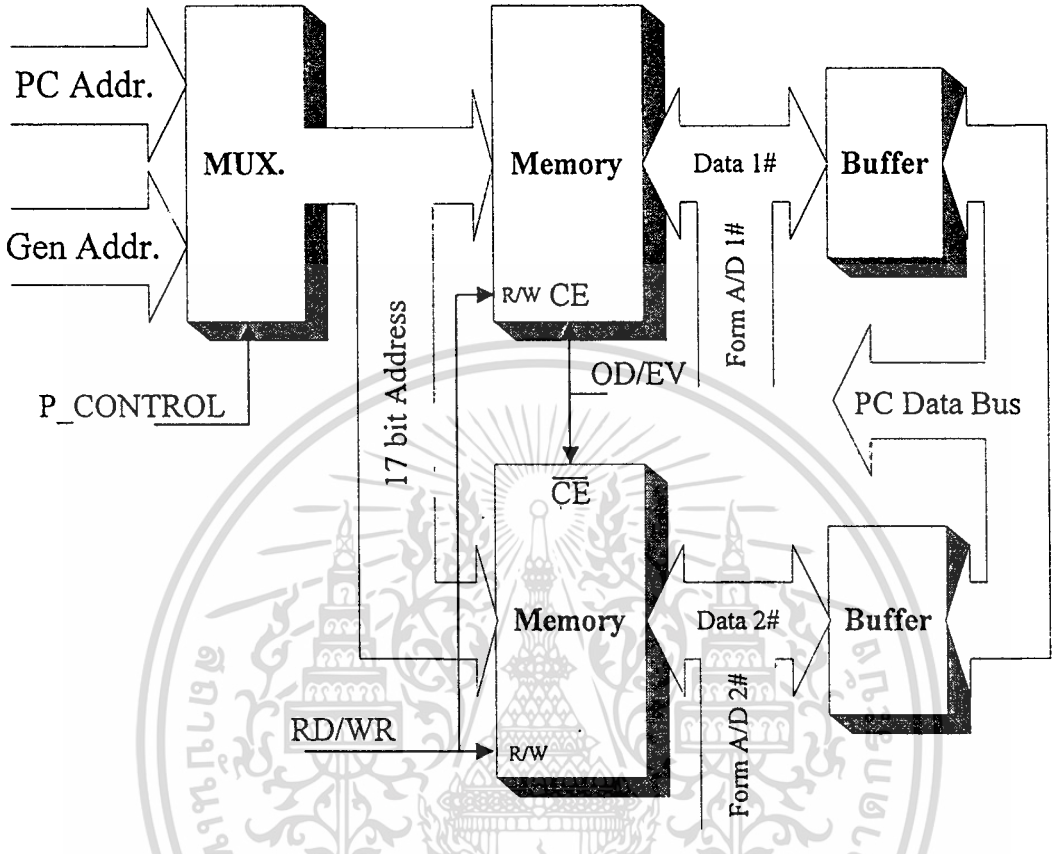
เนื่องจากขนาดของข้อมูลที่อยู่บนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ นั้นมีถึง 256 กิโลไบต์ ประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลภาพจุดคี่และคู่ แต่ละกลุ่มมีขนาด 128 กิโลไบต์ ทำให้ต้องส่งสัญญาณควบคุมเพื่อเลือกการติดต่อกับหน่วยความจำบนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ว่าจะอ่านจากหน่วยความจำส่วนใด โดยมี P_CONTROL ร่วมกับ OD/EV เป็นสัญญาณที่ใช้ในการควบคุม สัญญาณ P_CONTROL จะใช้เป็นตัวเลือกว่าจะให้หน่วยความจำติดต่อกับแอดเดรสที่มาจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือติดต่อกับแอดเดรสที่มาจากส่วนของการกำเนิดสัญญาณแอดเดรส ส่วนสัญญาณ OD/EV จะเป็นตัวเลือกว่าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลภาพจุดคี่หรือจุดคู่ ในกรณีที่ส่งค่าของ OD/EV เป็น "0" จะเป็นการติดต่อกับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลภาพจุดคี่ และในทางกลับกันจะเป็นการติดต่อหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลภาพจุดคู่ ดังบล็อกไดอะแกรมที่แสดงในภาพที่ 39

ส่วนของการสร้างสัญญาณซิงค์

ในส่วนของการสร้างสัญญาณซิงค์นี้ จะถูกนำไปใช้ในกรณีของการที่ต้องแสดงข้อมูลภาพที่เก็บไว้ในหน่วยความจำออกทางจอทีวี ซึ่งการที่แสดงออกทางทีวีนั้นจะต้องใช้สัญญาณซิงค์มารวมกับสัญญาณแอนะล็อกที่แปลงจากข้อมูลภาพจึงต้องใช้ส่วนกำเนิดสัญญาณซิงค์ ช่วยในการสร้างสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน ซิงค์ทางแนวตั้ง และสัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่และฟิลด์คู่ ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 39



แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนหน่วยความจำ

สร้างสัญญาณเหล่านี้จะได้จากการนำความถี่ 24 Mhz จากส่วนของตัวกำเนิดสัญญาณมาทำการหารจนได้ความถี่ที่ต้องการของแต่ละสัญญาณ สำหรับตัวหารที่ใช้ในการกำหนดความถี่สัญญาณต่าง ๆ มีดังนี้

$$\text{ค่าของตัวหารเพื่อสร้างสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน} = \frac{24 \times 10^6}{15{,}625} = 1{,}536$$

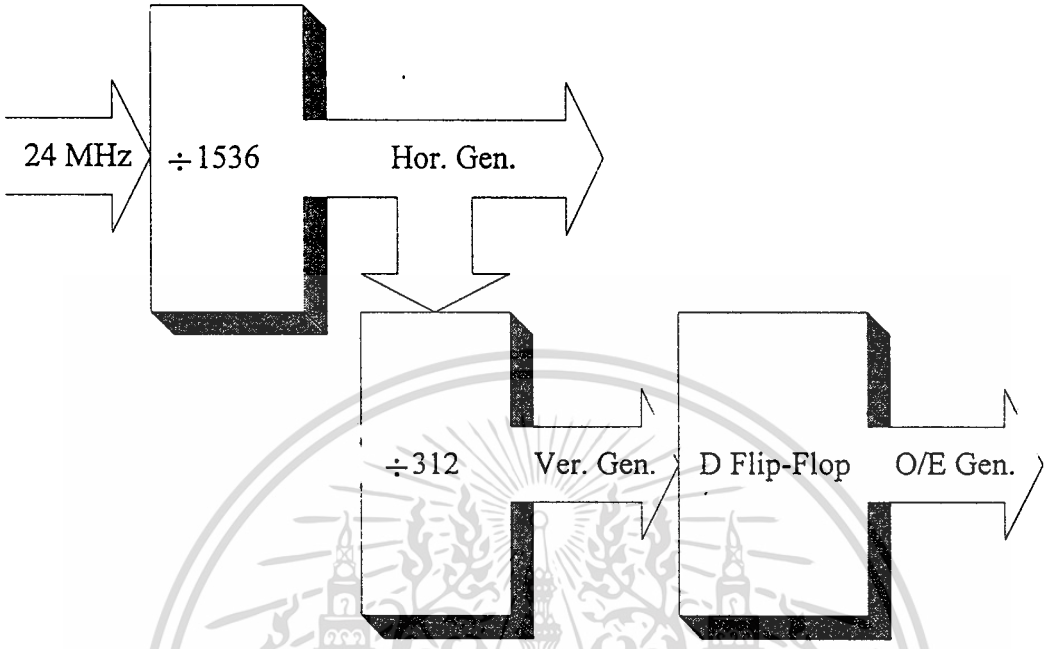
เพื่อความสะดวกและประหยัดตัวนับที่จะนำมาทำเป็นตัวหารสำหรับการหาค่าของสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง สามารถใช้ความถี่ของซิงค์ทางแนวนอนมาหารต่อให้ได้ความถี่เท่ากับ 50 Hz

$$\text{ค่าของตัวหารเพื่อสร้างสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง} = \frac{15{,}625}{50} = 3125 \approx 312$$

ส่วนสัญญาณบ่งชี้ฟิลด์คู่และคี่สามารถสร้างได้โดยง่ายด้วยการนำสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งไปทำการทริกที่ขาคล็อกของตัว D flip-flop ก็จะได้สัญญาณตามต้องการ กระบวนการสร้างสัญญาณต่าง ๆ แสดงเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังภาพที่ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 40



แสดงบล็อกไดอะแกรมของการสร้างสัญญาณซิงค์

ส่วนของภาคเอาต์พุต

ส่วนของภาคเอาต์พุตเป็นส่วนที่นำข้อมูลภาพที่เก็บไว้ในหน่วยความจำบนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ออกมาแสดงผลออกทางจอทีวี จุดประสงค์ก็เพื่อที่จะแสดงภาพที่เก็บไว้ว่ามีลักษณะอย่างไร ภาพที่ได้เป็นไปตามต้องการหรือไม่ จะได้ไม่ต้องเสียเวลาในการอ่านข้อมูลภาพขึ้นจากหน่วยความจำมาแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนการทำงานของส่วนนี้คือการนำข้อมูลภาพที่อ่านออกมาจากหน่วยความจำมาทำการแปลงกลับเป็นสัญญาณแอนะล็อกด้วยตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะล็อก สัญญาณภาพที่แปลงกลับนี้จะถูกนำไปรวมกับสัญญาณซิงค์รวม เพื่อให้ได้เป็นสัญญาณภาพที่สมบูรณ์สามารถนำไปแสดงออกทางจอมอนิเตอร์ของระบบโทรทัศน์ทั่วไปได้

ส่วนของการควบคุม

ส่วนนี้จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ทั้งหมด โดยคำสั่งต่าง ๆ จะถูกส่งออกมาจากซอฟต์แวร์ ด้วยการส่งค่าออกมาที่พอร์ตเอาต์พุต ตำแหน่งของพอร์ตที่จะส่งค่าออกมานั้นจะเลือกใช้ตำแหน่งช่วง 310H ถึง 31FH ซึ่งเป็นตำแหน่งพอร์ตที่เครื่องคอมพิวเตอร์เผื่อไว้สำหรับอุปกรณ์อินเตอร์เฟสทั่วไป [7,8] แต่การเลือกตำแหน่งพอร์ตต้องคำนึงถึงว่ามีอุปกรณ์อินเตอร์เฟสใดที่ใช้ซ้ำกันบ้าง สำหรับคำสั่งหลัก ๆ ที่ใช้คือ คำสั่งการเริ่มต้นเก็บภาพ คำสั่งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงภาพออกทางจอมอนิเตอร์ คำสั่งเพื่อการอ่านข้อมูลภาพจากหน่วยความจำโดยแยกเป็นการอ่านฟิลด์คู่หรือฟิลด์คี่ เป็นต้น ส่วนค่าที่ส่งออกมาควบคุมแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2

สัญญาณควบคุม			ค่าที่ส่งออกพอร์ต	การทำงาน
OD/EV	SELECT	P_CONTROL		
X	0	0	40H หรือ 00H	ทำการเก็บข้อมูลภาพ
X	1	0	60H หรือ 20H	แสดงภาพจากหน่วยความจำ
0	1	1	03H	อ่านข้อมูลภาพจุดคู่
1	1	1	07H	อ่านข้อมูลภาพจุดคี่

แสดงค่าและการทำงานของคำสั่งที่ใช้ควบคุมแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ

ผลการทดลอง

ภาพที่ 41 (a) และ (b) แสดงผลของข้อมูลภาพที่เก็บด้วยแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ใช้วิธีการของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลสองชุดร่วมกันทำงาน ซึ่งจะเห็นได้ว่าสามารถเก็บรายละเอียดของข้อมูลภาพได้อย่างสมบูรณ์

ภาพที่ 41

(a) (b)

แสดงภาพตัวอย่างทั้งสองที่ได้จากแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ โดยแต่ละภาพมีขนาด 512X512 จุดภาพ และแต่ละจุดภาพมีระดับสีเทาที่เป็นไปได้ 256 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพ

ในการบอกรายละเอียดของจุดภาพว่ามีกี่ระดับนั้น พิจารณาที่จำนวนบิตของจุดภาพ จุดภาพที่มีจำนวนบิตสูงจะมีความสามารถแยกแยะระดับสีเทาได้หลายระดับ ทำให้ได้คุณภาพที่ดีกว่าจุดภาพที่มีจำนวนบิตที่ต่ำ ปกติแล้วจำนวนบิตของจุดภาพที่ได้มานั้นขึ้นอยู่กับจำนวนบิตของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลที่ถูกนำมาใช้งาน โดยทั่วไปแล้วจะใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลที่มีจำนวนบิตตั้งแต่ 6 บิตขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของงาน ถ้าเป็นการใช้งานทางด้านเครื่องมือวัดที่ต้องการความละเอียดสูงจะใช้จำนวนบิตตั้งแต่ 12 บิตขึ้นไป สำหรับการใช้งานทางด้านการประมวลผลภาพนั้น ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิต เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป และสิ่งที่ต้องพิจารณาถึงอีกอย่างหนึ่งคือความเร็วของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ว่าสามารถทำงานได้ทันตามต้องการหรือไม่ เหมาะสมเพียงใด ซึ่งจำนวนบิตและความเร็วของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล จะมีผลต่องบประมาณในการสร้างแผงวงจรควบคุมภาพ เพราะราคาของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลที่มีจำนวนบิตสูง และความเร็วสูงมีราคาแพงมาก เพื่อเป็นการเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากนัก จึงได้มีการนำเสนอวิธีการของการเพิ่มจำนวนบิตของข้อมูลภาพ ด้วยการต่อคาสเคดของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลที่มีจำนวนบิตต่ำ โดยใช้วิธีการอัลกอริธมิคตัวของแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล (Algorithmic A/D converter) ร่วมกับวิธีการของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบแฟลท (Flash A/D converter) [9,10] ดังจะกล่าวต่อไป

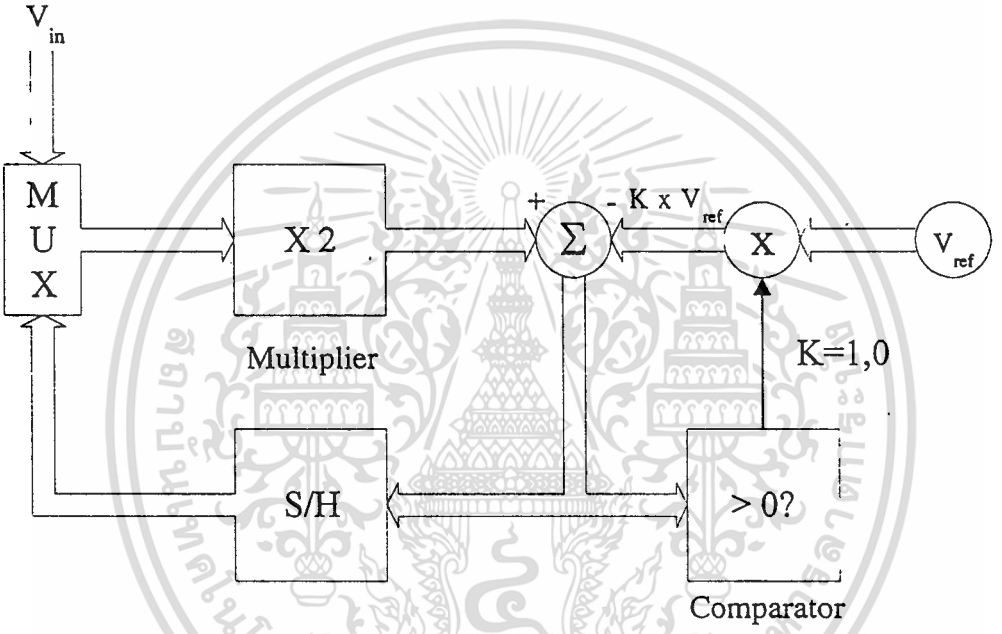
อัลกอริธมิคของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล (Algorithmic A/D converter)

อัลกอริธมิคของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล เป็นหลักการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ในลักษณะที่เป็นวัฏจักรของการแปลงเพื่อให้ได้ข้อมูลดิจิตอลออกมาในลักษณะต่อเนื่องกัน ดังแสดงได้ในภาพที่ 42 ซึ่งเป็นระบบของการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลที่มีขนาดเล็กทำให้ใช้งบประมาณในการออกแบบต่ำแต่ข้อเสียของวิธีการนี้ก็คือต้องเวลาที่ใช้ในการแปลงที่ค่อนข้างมาก ซึ่งจะแปรตามจำนวนบิตของข้อมูลที่ต้องการ โดยระบบจะประกอบด้วยตัวขยายความแตกต่าง วงจรลบ ตัวเปรียบเทียบ แหล่งจ่ายแรงดันอ้างอิง และส่วนแซมปลิ้งแอนด์โฮล์ การทำงานเริ่มจากตัวมัลติเพล็กซ์เป็นตัวเลือกแรงดันระหว่างแรงดันอินพุตกับแรงกับแรงดันที่มาจากส่วนแซมปลิ้งแอนด์โฮล ในการแปลงเริ่มด้วยการสุ่มสัญญาณอินพุต V_{in} แล้วทำการคูณสัญญาณเป็นสองเท่า ถ้าค่าของแรงดันที่ออกมาจากตัวคูณมีค่าเกินแรงดันอ้างอิงแล้วจะทำให้เอาต์พุตของตัวเปรียบเทียบมีค่าเป็น “1” ซึ่งจะทำให้เกิดการลบค่าของแรงดันที่มาจากตัวคูณกับค่าของแรงดันอ้างอิงที่กำหนดไว้ แต่ถ้าแรงดันที่มีค่าตัวคูณมีค่าไม่เกินแรงดันอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาต์พุตของตัวเปรียบเทียบจะมีค่าเป็น "0" และไม่มีการลบค่าของแรงดันที่มาจากตัวคูณกับค่าแรงดันอ้างอิง จากนั้นค่าแรงดันผลต่างที่ได้จะถูกส่งกลับผ่านมายังตัวแซมปลิ้งแอนด์โฮล และตัวมัลติเพล็กซ์ซึ่งจะทำการสวิทช์มาที่เอาต์พุตของตัวแซมปลิ้งแอนด์โฮล เพื่อนำสัญญาณผลต่างที่ได้จากการแปลงครั้งแรกมาทำการคูณด้วยสองแล้วทำการแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลอีกครั้ง ซึ่งจำนวนรอบของการทำงานที่ว่านี้จะขึ้นอยู่กับจำนวนบิตต่อข้อมูลที่ต้องการ

ภาพที่ 42



แสดงระบบอัลกอริธมิคของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

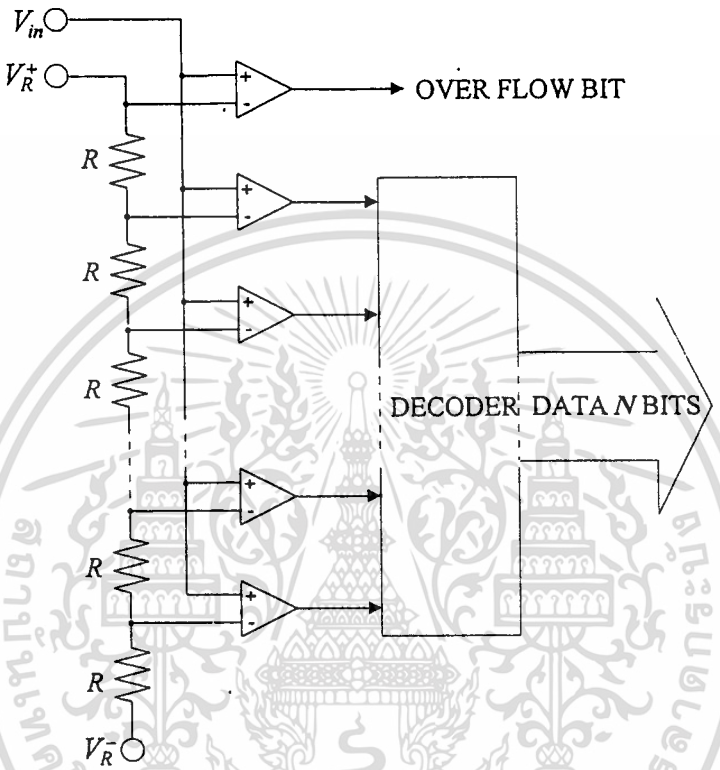
ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล แบบแฟลท

ในตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบแฟลท ขนาด N บิต จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือส่วนของตัวกำเนิดแรงดันอ้างอิง ส่วนของตัวเปรียบเทียบ และส่วนของลอจิก ในส่วนของตัวกำเนิดของแรงดันอ้างอิงจะเป็นชุดของตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมกันจำนวน $2^N + 1$ ตัว โดยปลายแต่ละด้านของชุดความต้านทานจะต่อกับแรงดันอ้างอิง V_R^+ และ V_R^- ซึ่งจะเป็นการแบ่งระดับแรงดันอ้างอิงออกเป็นจำนวน $2^N + 1$ ระดับ ระดับแรงดันต่าง ๆ จากส่วนนี้จะนำไปใช้เป็นแรงดันอ้างอิงสำหรับส่วนของการเปรียบเทียบในส่วนที่สอง ส่วนของการเปรียบเทียบและส่วนของตัวกำเนิดแรงดันจะเป็นตัวกำเนิด รหัสเทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer code) [9] ที่แปรผันตามค่าของแรงดันอินพุต จากรหัสเทอร์โมมิเตอร์ที่ได้จากส่วนของตัวเปรียบเทียบจะนำไปแปลงเป็นรหัสไบนารีหรือข้อมูลภาพที่เป็นดิจิตอล ส่วนที่สามนี้เรียกว่าส่วนของลอจิก ส่วนประกอบทั้ง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามส่วนของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล แบบแฟลทแสดงได้ดังภาพที่ 43 และตารางที่ 3 แสดงการแปลงรหัสเทอร์โมมิเตอร์ไปเป็นรหัสไบนารี

ภาพที่ 43



แสดงโครงสร้างของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบแฟลท

ตารางที่ 3

THERMOMETER CODE							BINARY CODE							
อินพุตค่า 0-255							เอาต์พุตค่า 0-255							
0	0	..	..	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	..	..	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0				1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	..	..	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	1	..	..	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	..	..	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

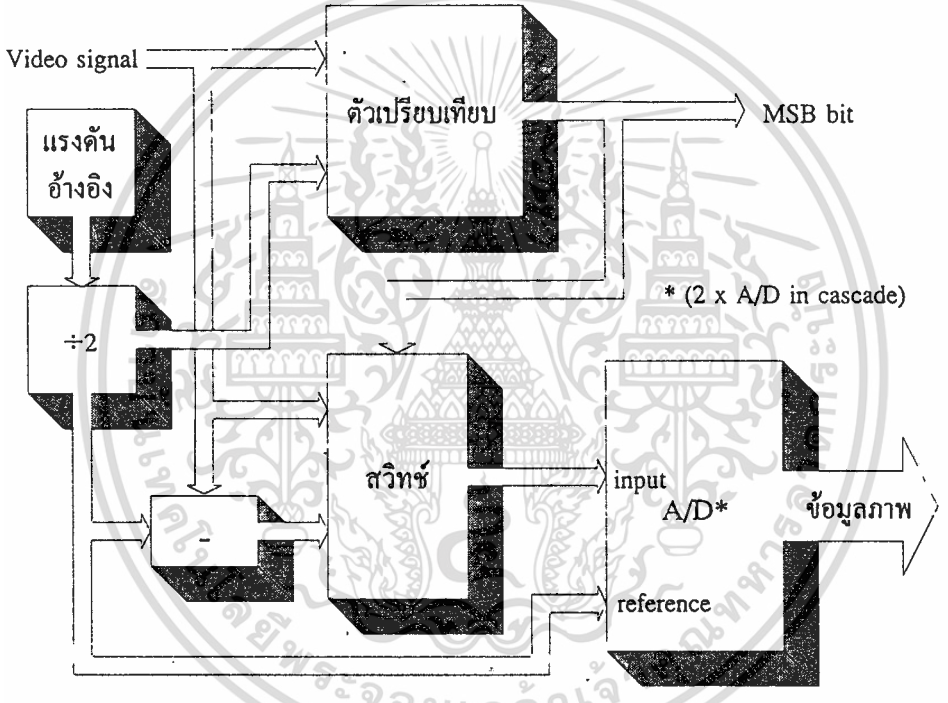
แสดงการแปลงรหัสเทอร์โมมิเตอร์เป็นรหัสไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพด้วยการต่อคาสเคดของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

วิธีนี้จะเป็นการเพิ่มจำนวนบิตของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลที่มีจำนวนบิตต่ำ โดยอาศัยหลักการอัลกอริธมิคของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล และการต่อคาสเคดของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบแฟลทที่มีจำนวนบิตที่ต่ำ วิธีการดังกล่าวแสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมดังภาพที่ 44 [11] (รายละเอียดของวงจรแสดงไว้ในภาพที่ 57 ที่ภาคผนวก ข)

ภาพที่ 44



แสดงบล็อกไดอะแกรมของขั้นตอนการเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพ

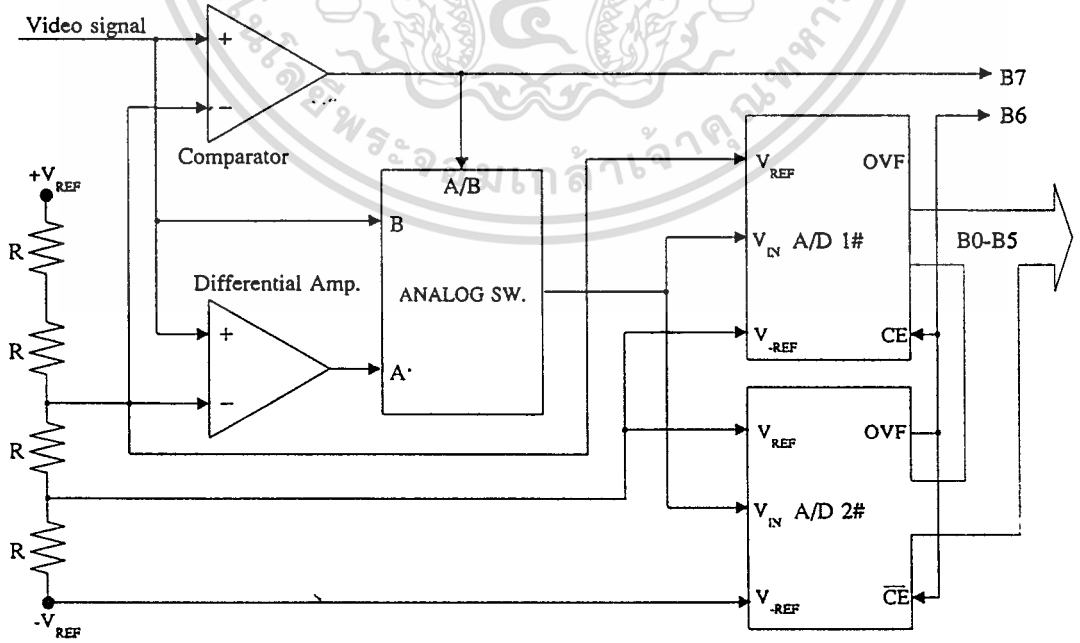
จากบล็อกไดอะแกรมของการเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพ มีการทำงานดังนี้เริ่มด้วยขั้นตอนการหาค่าของบิตนัยสำคัญสูงสุด (MSB bit) ของข้อมูล โดยใช้หลักการของอัลกอริธมิคที่มีการใช้ตัวเปรียบเทียบมาทำการเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณภาพกับแรงดันอ้างอิงที่กำหนดไว้ (ครึ่งหนึ่งของแรงดันอ้างอิง) ตัวเปรียบเทียบจะทำการเปรียบเทียบค่าทั้งสองแล้วส่งผลออกมาเป็นข้อมูลดิจิตอลหนึ่งบิต คือบิตนัยสำคัญสูงสุดของข้อมูลภาพ กรณีถ้าสัญญาณภาพที่เข้ามามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับแรงดันอ้างอิง จะส่งผลให้บิตนัยสำคัญสูงสุดมีค่าเป็น “1” ส่วนในกรณีกลับกันถ้าค่าของสัญญาณภาพมีค่าน้อยกว่า จะส่งผลให้บิตนัยสำคัญสูงสุดมีค่าเป็น “0” บิตนัยสำคัญที่ว่านี้จะนำไปเป็นตัวควบคุมการทำงานของแอนะลอกสวิทช์ กรณีที่บิตนัยสำคัญมีค่าเป็น “1” จะส่งผลให้สวิทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเลือกแรงดันอินพุตของภาพที่ถูกทำการลบด้วยค่าของแรงดันอ้างอิง แต่ถ้าบิตนัยสำคัญมีค่าเป็น "0" สวิทช์จะทำการเลือกสัญญาณภาพเข้ามาโดยตรง แรงดันที่ออกจากส่วนของสวิทช์จะส่งต่อไปยังส่วนของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ซึ่งใช้แรงดันครึ่งหนึ่งของแรงดันอ้างอิงทำการแปลงเพื่อให้ได้ข้อมูลภาพออกมารวมกับบิตนัยสำคัญเพื่อเป็นข้อมูลภาพที่สมบรูณ์ จากวิธีการที่ว่าจะเห็นว่าเราสามารถเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพเป็นสองเท่าจากเดิมที่ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลสามารถทำได้ เช่น ถ้าใช้ ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ที่มีจำนวนบิต n บิต และเมื่อนำไปรวมกับบิตนัยสำคัญแล้ว จะได้ข้อมูลเป็นจำนวน $n+1$ บิต รายละเอียดของจุดภาพจากเดิมเท่ากับ 2^nระดับ เป็น 2^{n+1} เป็นต้น

ในทางปฏิบัติแล้ว เมื่อเราต้องการข้อมูลภาพขนาด 8 บิต นั้นทำให้ต้องใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ขนาด 7 บิต มาทำการแปลงสัญญาณตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ขนาด 7 บิตนั้นหาได้ยากมาก เราจึงใช้ ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลขนาด 6 บิตมาใช้แทนซึ่งหาได้ซื้อได้ง่ายและมีราคาถูก ในการสร้างตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล 7 บิต ทำได้ด้วยการนำตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลขนาด 6 บิตสองชุดมาต่อกันนั้น โดยให้ต่อกันในลักษณะคาสเคด วิธีการและขั้นตอนแสดงได้ดังภาพที่ 45 การทำงานขั้นตอนแรกเริ่มจากเมื่อมีสัญญาณภาพเข้ามาที่ตัวเปรียบเทียบและตัว

ภาพที่ 45

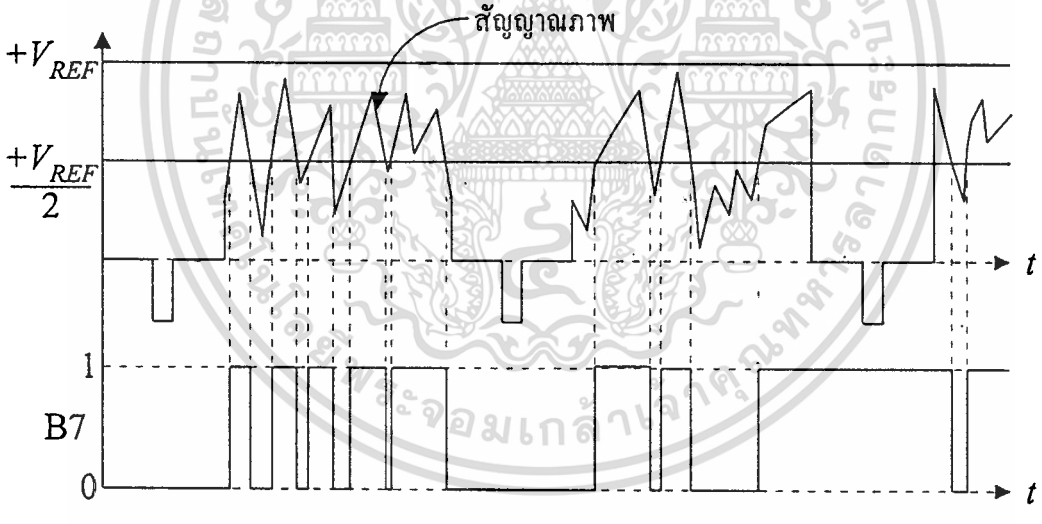


แสดงวิธีการทำ ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล 8 บิตจากตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล 6 บิต สองตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Differential ข้อมูลภาพที่เข้ามานั้นถูกทำการเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง $\frac{+V_{REF}}{2}$ ที่ตัวเปรียบเทียบ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงออกมาที่บิต B7 (MSB bit) และบิต B7 นี้จะทำการควบคุมการทำงานของตัวมัลติเพล็กซ์ เพื่อเลือกแรงดันภาพที่สัมพันธ์กันส่งไปยังส่วนของการแปลงสัญญาณสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลขนาด 7 บิต ถ้าแรงดันของสัญญาณภาพมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ $\frac{+V_{REF}}{2}$ แล้ว B7 จะมีค่าเป็น "1" ส่งผลให้ตัวมัลติเพล็กซ์เลือกสัญญาณภาพที่ผ่านการลบค่าของแรงดัน $\frac{+V_{REF}}{2}$ ส่งไปแปลงในขั้นต่อไป ถ้าแรงดันภาพเข้ามาน้อยกว่าแรงดัน $\frac{+V_{REF}}{2}$ แล้วบิต B7 มีค่าเป็น "0" ตัวมัลติเพล็กซ์เลือกสัญญาณภาพโดยตรง ไม่ต้องผ่านการลบค่าของแรงดัน $\frac{+V_{REF}}{2}$ ก่อนส่งให้ส่วนของการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลขนาด 7 บิตต่อไป ในภาพที่ 46 แสดงการเปลี่ยนแปลงของบิต B7 ที่ออกจากตัวเปรียบเทียบ

ภาพที่ 46



แสดงผังเวลาของบิต B7 ที่ออกจากเอาต์พุตของตัวเปรียบเทียบ

ขั้นตอนที่สองเป็นการทำงานของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ขนาด 7 บิต เริ่มด้วยนำ ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ขนาด 6 บิตมาต่อร่วมกันในลักษณะคาสเคดกัน ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลตัวที่หนึ่ง (A/D 1#) จะได้รับแรงดันอ้างอิงช่วงแรงดัน $\frac{+V_{REF}}{4}$ ถึง $\frac{+V_{REF}}{2}$ ส่วน ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ตัวที่สอง ได้รับแรงดันอ้างอิงช่วงแรงดัน $-V_{REF}$ ถึง $\frac{+V_{REF}}{4}$ เมื่อแรงดันที่เข้ามาที่อินพุตมีค่าไม่เกินแรงดัน $\frac{+V_{REF}}{4}$ แล้ว

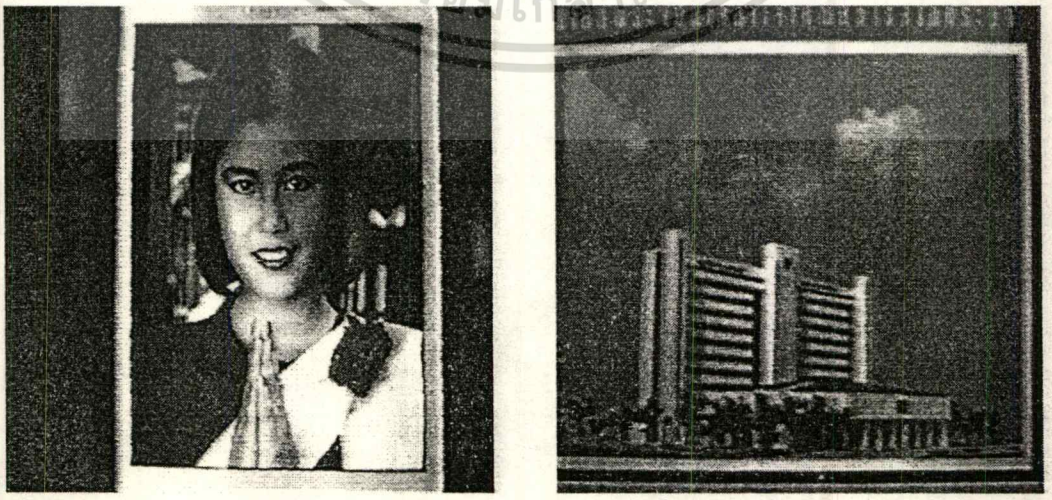
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาโอเวอร์โฟลว์ (OVF) ของ ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลตัวที่สอง (A/D 2#) มีค่าเป็น "0" ซึ่งขาโอเวอร์โฟลว์ที่ว่านี้จะป้อนกลับเข้ามาที่ขา CE ของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลตัวที่หนึ่ง และเข้าที่ขา $\overline{CE}$ ของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลตัวที่สอง ด้วยเหตุนี้ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลตัวที่สองจะทำงาน และตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลตัวที่หนึ่งจะหยุดทำงาน ค่าของข้อมูลที่ออกมาจะอยู่ในย่าน 0000000-0111111 แต่ถ้าแรงดันจากตัวมัลติเพล็กซ์มีค่าเกินแรงดัน $\frac{+V_{REF}}{4}$ แล้วทำให้บิตโอเวอร์โฟลว์ของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลตัวที่สองมีค่าเป็น "1" ส่งผลให้ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลตัวที่สองหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ และปล่อยให้เป็นหน้าที่ของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลตัวที่หนึ่งทำงานแทน ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในย่าน 1000000-1111111 จากข้อมูลขนาด 7 บิต ไปรวมกับบิต B7 ทำให้ได้ข้อมูลภาพขนาด 8 บิต (B7-B0) สามารถให้รายละเอียดของภาพได้สูงสุด 256 ระดับสีเทา จะเป็นการเพิ่มรายละเอียดขึ้นจากเดิมที่ใช้ ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลขนาด 6 บิตได้ถึงสี่เท่า

ผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงได้ดังภาพที่ 47 (a) และ (b) เป็นข้อมูลภาพที่ทดลองเก็บจากแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลขนาด 6 บิต จำนวนสองตัวต่อคาดเคดกันเพื่อให้ได้ข้อมูลภาพขนาด 8 บิต ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นภาพที่มีรายละเอียดไม่แตกต่างจากข้อมูลภาพที่เก็บจากตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิต

ภาพที่ 47



(a) (b)

แสดงภาพที่ได้จากแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

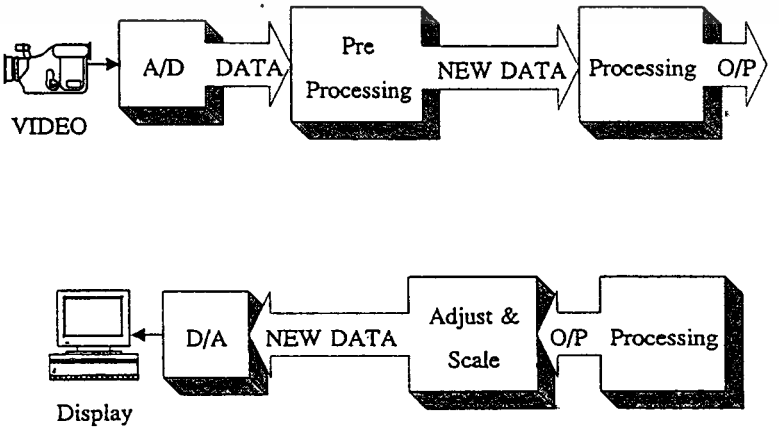
การเพิ่มรายละเอียดให้ข้อมูลภาพสามารถกระทำได้ด้วยการปรับแฟคเตอร์ 2 ตัวด้วยกันคือ จำนวนจุดของภาพ และจำนวนระดับของข้อมูลภาพ การเพิ่มจำนวนจุดภาพนั้นสามารถทำได้ด้วยการเพิ่มความถี่ในการสุ่ม ซึ่งวิธีการนี้ถ้ามีข้อจำกัดทางด้านความเร็วของอุปกรณ์แต่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบสองชุดร่วมกันทำงานดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ การเพิ่มจำนวนจุดภาพ ส่วนการเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพนั้นถ้าต้องการที่จะลดค่าใช้จ่ายจากใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ที่มีจำนวนบิตสูง ๆ เราก็สามารถใช้วิธีการของการต่อคาสเคดของตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลขนาดบิตต่ำสองชุดร่วมกันทำงาน โดยวิธีการได้กล่าวอย่างละเอียดไว้แล้วในหัวข้อ การเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
หน่วยความจำแบบฟังก์ชัน

จากบทที่ 4 นั้นได้กล่าวถึงการเพิ่มรายละเอียดให้กับข้อมูลภาพ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพให้ดียิ่งขึ้น แต่เนื่องจากข้อมูลภาพที่ได้จากการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล บางครั้งอาจจะยังไม่ดีพอหรือยังไม่เหมาะสมที่จะนำไปประมวลผลกับงานในด้านต่าง ๆ อาทิเช่น การตรวจสอบวัตถุในโรงงานอุตสาหกรรม รถเคลื่อนที่อัตโนมัติ การตรวจสอบลายนิ้วมือ การผลิตบัตรที่มีรูปภาพ และการจับวางวัตถุโดยอัตโนมัติ เป็นต้น ซึ่งในแต่ละงานที่กล่าวมานั้นต้องการข้อมูลภาพในลักษณะที่แตกต่างกันไป ดังนั้นจึงมีกระบวนการประมวลผลขั้นต้น (preprocessing) ก่อนนำข้อมูลภาพที่ได้นั้นไปประมวลผลต่อไป ในบางกรณีอย่างเช่น การนำข้อมูลออกแสดงผล โดยในบางครั้งผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลนั้นเป็นข้อมูลที่เกินความสามารถที่อุปกรณ์แสดงผลจะแสดงได้จึงต้องปรับแต่งข้อมูลภาพให้เหมาะสมก่อนส่งข้อมูลภาพออกสู่การแสดงภาพซึ่งกระบวนการดังกล่าวแสดงได้ดังภาพที่ 4.8 และจากความต้องการในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภาพที่ได้จากแผงวงจรเก็บภาพ เพื่อให้มีรูปแบบที่แตกต่างกันไป ทำให้ต้องมีการเพิ่มส่วนของการประมวลผลเบื้องต้นเข้ามารวมอยู่ในแผงวงจรเก็บภาพ ซึ่งจะทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการใช้งานกับงานประมวลผลภาพในหลาย ๆ ด้าน ในหัวข้อนี้จึงเป็นการกล่าวถึงการนำ

ภาพที่ 48



แสดงกระบวนวิธีการประมวลผลภาพทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันหน่วยความจำ เข้ามาเพิ่มประสิทธิภาพให้กับแผงวงจรควบคุมการเก็บภาพให้สามารถใช้งานได้ดีขึ้นต่อไป

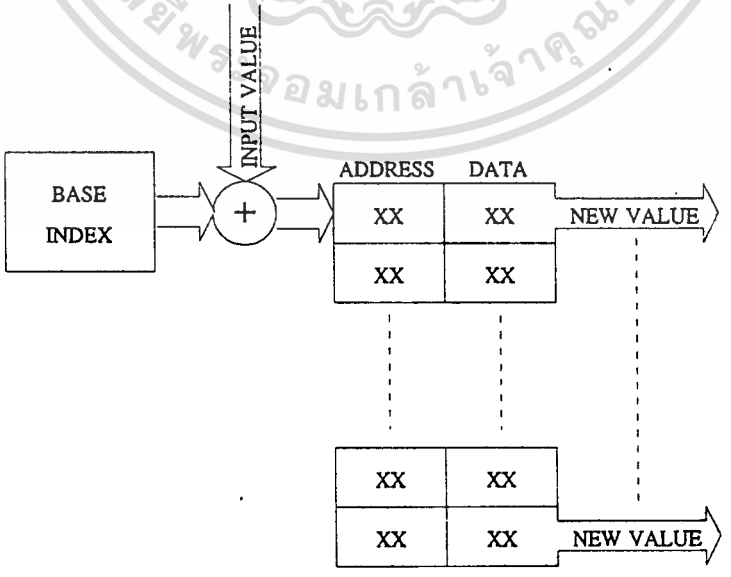
โดยทั่วไปแล้วการแปลงข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลตามต้องการนั้นต้องทำการใส่ค่าของข้อมูลอินพุตเข้าสู่ฟังก์ชันที่กำหนดไว้เพื่อทำการคำนวณ ซึ่งในบางกรณีต้องใช้เวลาในการคำนวณสูงกว่าจะได้เอาต์พุตออกมาแต่ละครั้ง ด้วยเหตุนี้จึงต้องหาวิธีการเพื่อที่จะช่วยให้การคำนวณที่เร็วขึ้น รายละเอียดของวิธีการต่าง ๆ จะได้กล่าวในย่อหน้าถัดไป

วิธีการเปิดตารางดู (LUT, Look-up Table)

วิธีการนี้มีการคำนวณค่าของเอาต์พุตเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเก็บอยู่ในลักษณะของตาราง สำหรับการใช้งานจะเป็นการนำค่าของอินพุตมาเป็นออฟเซต ใช้รวมกับค่าของแอดเดรสตั้งต้นที่เป็นดัชนีของตาราง เพื่อนำค่าที่เก็บอยู่ในตำแหน่งดังกล่าวออกไปใช้งานแสดงตามภาพที่ 49

จากวิธีการแบบเปิดตารางทำให้สามารถลดเวลาในการคำนวณเหลือเพียงแค่การคำนวณหาค่าของตำแหน่งบนหน่วยความจำ และการอ่านข้อมูลเพื่อให้ได้ค่าของเอาต์พุตออกมาเท่านั้น แทนที่จะต้องเสียเวลาในการคำนวณฟังก์ชันเมื่อมีค่าอินพุตเข้ามาในแต่ละค่า ซึ่งบางฟังก์ชันนั้นต้องใช้รอบคำสั่งของเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนมาก กว่าจะได้ค่าของเอาต์พุตออกมา

ภาพที่ 49



แสดงการอ้างตำแหน่งของวิธีการเปิดตารางดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้หน่วยความจำแบบฟังก์ชัน

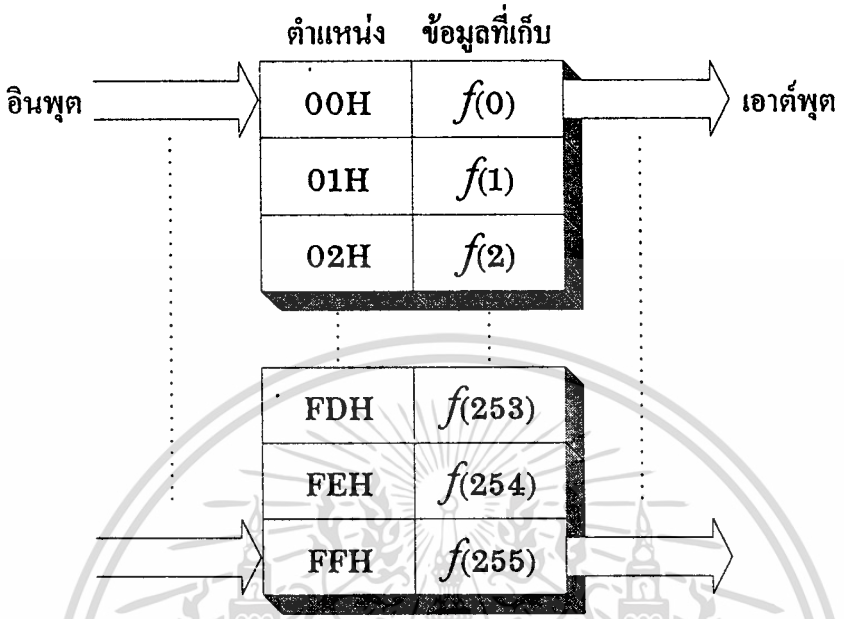
จากวิธีการของการเปิดตารางดูนั้นเป็นวิธีการทางซอฟต์แวร์มีการเข้าถึงข้อมูลด้วยการใช้คำสั่งที่เขียนด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ วิธีการที่ใช้ในลักษณะนี้ยังมีความเร็วไม่สูงพอสำหรับงานที่ต้องการประมวลผลแบบเวลาจริง ดังนั้นจึงประยุกต์วิธีการดังกล่าวให้มีความเร็วที่สูงขึ้น ด้วยการพัฒนาจากที่ใช้ซอฟต์แวร์ในการทำงานให้เป็นฮาร์ดแวร์ ซึ่งจากวิธีการทางฮาร์ดแวร์นี้จะช่วยให้สามารถทำงานได้แบบเวลาจริง แต่ในทางปฏิบัตินั้นการออกแบบวงจรทางฮาร์ดแวร์เพื่อให้มีการทำงานตามฟังก์ชันที่ต้องการจะทำให้ได้ยากมากและไม่ยืดหยุ่นในทางปฏิบัติเพราะความต้องการให้ข้อมูลภาพออกมาแตกต่างกันออกไป อีกทั้งยังต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มมากขึ้นทำให้เสียงบประมาณไปในส่วนนี้ ดังนั้นจึงมีวิธีการที่นิยมใช้กันอีกวิธีหนึ่งเพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว ทำให้มีการทำงานแบบเวลาจริงและมีการใช้งานได้สะดวกไม่เสียงบประมาณมากนัก นั้นคือวิธีการนำหน่วยความจำแบบฟังก์ชันเข้ามาทำงานแทนในส่วนนี้

หน่วยความจำแบบฟังก์ชันที่มาทำหน้าที่แทนการประมวลผลเบื้องต้นก็คือหน่วยความจำที่ใช้กันทั่วไปในระบบคอมพิวเตอร์นั้นเอง สามารถเป็นหน่วยจำพวก RAM, ROM, EPROM หรือ EEPROM มาทำเป็นหน่วยความจำแบบฟังก์ชันก็ได้ โดยมากแล้วเพื่อความยืดหยุ่นในการใช้งานจะใช้หน่วยความจำพวก RAM มาทำเป็นหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน ทั้งนี้เพราะสามารถเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันหรือข้อมูลที่อยู่ในตัวของ RAM ได้ตลอดเวลาเพียงแค่เขียนซอฟต์แวร์ในการควบคุมเท่านั้น โดยหน่วยความจำแบบฟังก์ชันถูกใช้เป็นตัวเก็บค่าของเอาต์พุตที่ได้จากการคำนวณจากฟังก์ชันที่กำหนดไว้ ปกติแล้วย่านของข้อมูลเอาต์พุตจะอยู่ในย่านเดียวกันกับข้อมูลอินพุตซึ่งโดยมากจะเป็นเลขจำนวนเต็ม สำหรับข้อมูลภาพขนาด 8 บิต มีย่านของข้อมูลภาพตั้งแต่ค่า 0-255 ทำให้ขนาดของหน่วยความจำแบบฟังก์ชันที่นำมาใช้มีขนาดเท่ากับ 256 ไบต์ตามย่านของข้อมูลภาพอินพุต

วิธีการใช้งานหน่วยความจำแบบฟังก์ชันทำได้ด้วยการใส่ข้อมูลที่ผ่านการแปลงด้วยฟังก์ชันที่กำหนด ข้อมูลที่ผ่านการแปลงเหล่านี้จะได้จากการนำค่าอินพุตที่ประมาณไว้จากค่าต่ำไปหาค่าสูงไปใส่ในสูตรที่ใช้คำนวณ หลังจากการคำนวณแล้วให้นำข้อมูลเอาต์พุตมาใส่ในตำแหน่งของ ฟังก์ชันหน่วยความจำ ตามตำแหน่งต่าง ๆ ขึ้นกับค่าของอินพุตซึ่งหมายความว่าถ้าใส่อินพุตที่ระดับไหนก็ให้นำเอาต์พุตใส่ให้กับ ฟังก์ชันหน่วยความจำที่ตำแหน่งนั้น เช่น ถ้าทำการคำนวณโดยใช้ค่าอินพุตที่ระดับ 10 ก็ให้ใส่ค่าเอาต์พุต $f(10)$ ลงที่ตำแหน่งของฟังก์ชันหน่วยความจำ ที่ตำแหน่ง 10 เป็นต้น ที่ทำเช่นนี้เพราะเวลาที่นำข้อมูลภาพมาเปิดข้อมูลจาก ฟังก์ชันหน่วยความจำนั้นก็เหมือนกับการคำนวณค่าเอาต์พุตจากฟังก์ชันโดยใส่ค่าอินพุตตามข้อมูลภาพที่เข้ามานั่นเอง ภาพที่ 50 เป็นการแสดงการใช้งานและค่าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 50



การเก็บค่าเพื่อใช้งานของหน่วยความจำ

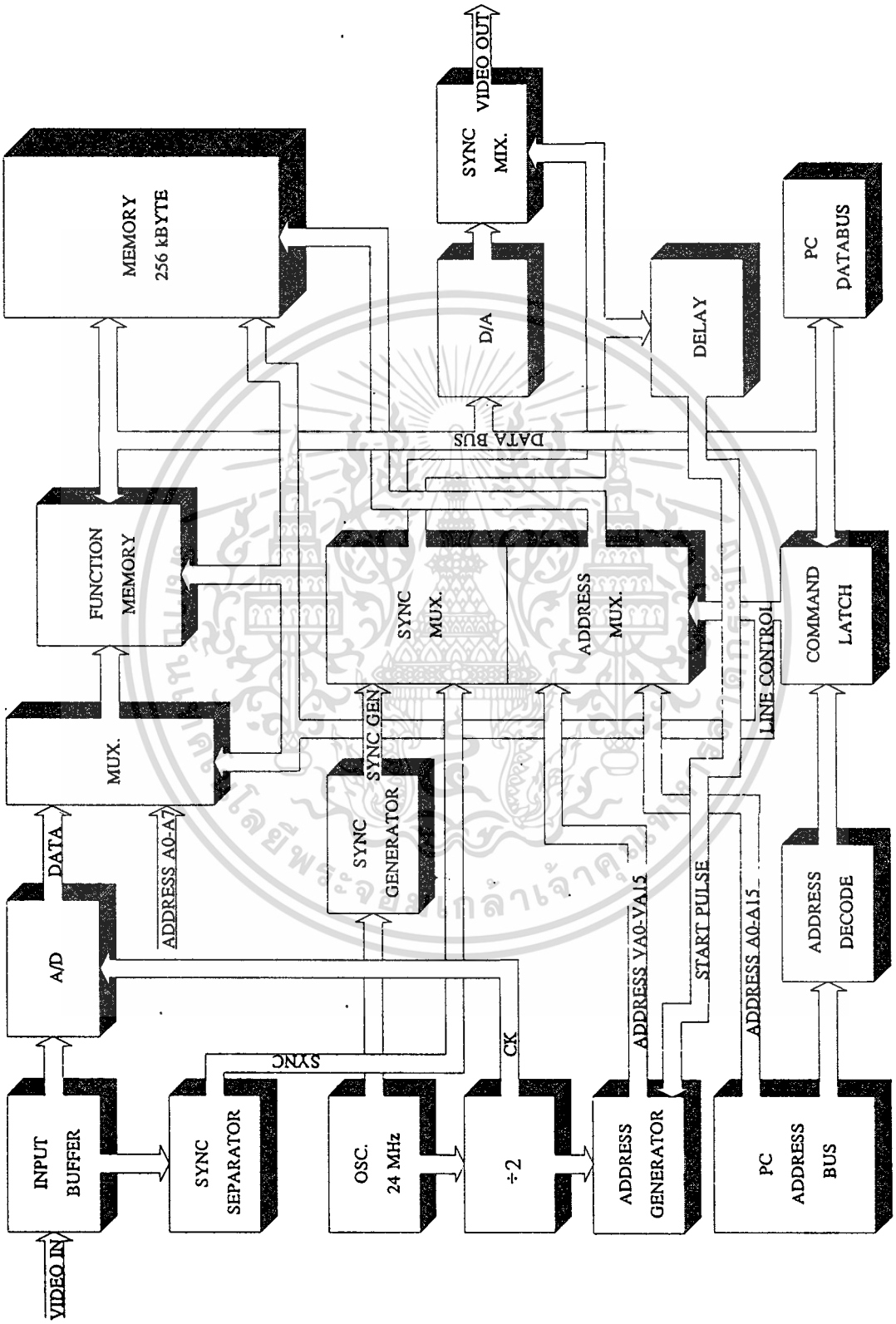
ฟังก์ชันที่ใช้กับหน่วยความจำแบบฟังกชันนั้นมีได้หลายแบบ เช่น ฟังก์ชันแบบเชิงเส้น เอ็กโปเนนเชียล ล็อกการิทึม โพลิโนเมียล เป็นต้น แต่การใช้งานต้องคำนึงถึงค่าของอินพุตและเอาต์พุตว่าอยู่ในย่านที่สามารถอ้างหรือเก็บไว้ในหน่วยความจำแบบฟังก์ชันที่ใช้ด้วย ในที่นี้จะทดลองใช้ฟังก์ชันที่ใช้กันมากทางด้านการประมวลผลภาพ ดังที่เคยกล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 เช่นการทำภาพเนกกาทีฟ การทำภาพสองระดับ และการปรับปรุงภาพด้วยวิธีการยืดฮีสโตแกรม เป็นต้น

การออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน

การออกแบบแผงวงจรควบคุมภาพที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน จะมีแนวทางเดียวกันกับการออกแผงวงจรควบคุมภาพในบทที่ 4 จะมีส่วนที่แตกต่างกันที่มีหน่วยความจำแบบฟังก์ชันที่เพิ่มเข้ามาที่ภาคเอาต์พุตของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล และรูปแบบของการเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำ แสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมดังภาพที่ 51 [12] (รายละเอียดของวงจรรวมแสดงไว้ในภาพที่ 58 ในภาคผนวก ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 51



แสดงบล็อกไดอะแกรมของแผงวงจรควบคุมการเก็บภาพแบบที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน

ในส่วนของหน่วยความจำแบบฟังก์ชันที่จะเป็นส่วนในการทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงข้อมูลภาพจากส่วนของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นไปตามฟังก์ชันที่อยู่ในหน่วยความจำ ในการออกแบบนั้นจะใช้หน่วยความจำแบบ RAM ขนาด 256 ไบต์ มาทำเป็นฟังก์ชันหน่วยความจำ การอ้างหน่วยความจำในส่วนนี้จะมีสองส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่มาจากข้อมูลภาพของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล และอีกส่วนหนึ่งคือแอดเดรสที่มาจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จึงทำให้ต้องมีการเพิ่มส่วนของการมัลติเพล็กซ์มาเป็นตัวเลือกสัญญาณสำหรับไปอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน โดยในการเขียนข้อมูลภาพลงหน่วยความจำนั้นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะทำการควบคุมให้ตัวมัลติเพล็กซ์เลือกติดต่อกับแอดเดรส (A0-A7) ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จากนั้นจึงทำการเขียนข้อมูลที่ได้คำนวณไว้ตามฟังก์ชันที่กำหนดไว้ ลงในหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน สำหรับตำแหน่งที่ใช้ในการอ้างถึงหน่วยความจำแบบฟังก์ชันนี้จะใช้หน่วยความจำตำแหน่งเดียวกับหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลภาพของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพคือที่ตำแหน่ง D0000H-D00FFH และ E0000H-E00FFH โดยมีตัวควบคุมในการเลือกติดต่อระหว่างหน่วยความจำทั้งสองส่วนนี้

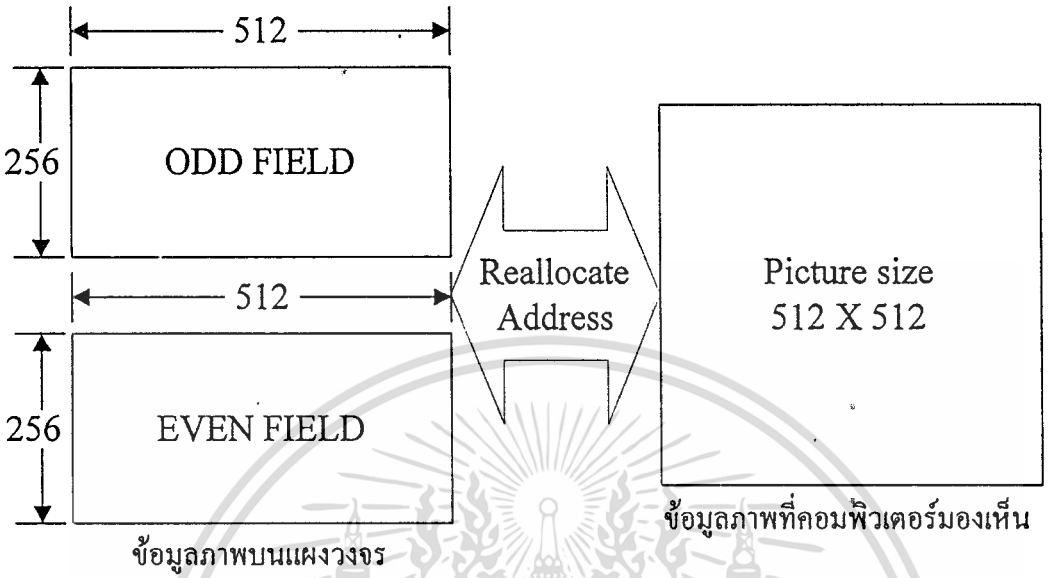
สำหรับการอ่านข้อมูลภาพจากหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน หรือการใช้หน่วยความจำแบบฟังก์ชันในการทำหน้าที่แปลงข้อมูลภาพจากตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ตัวมัลติเพล็กซ์จะทำการเลือกข้อมูลภาพไปเป็นสัญญาณอ้างอิงตำแหน่งของหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน และในจังหวะนี้หน่วยความจำแบบฟังก์ชันจะถูกควบคุมให้ทำงานในโมดของการอ่านข้อมูล ข้อมูลที่ได้จากหน่วยความจำแบบฟังก์ชันจะถูกส่งผ่านไปยังหน่วยความจำบนแผงวงจรควบคุมภาพ

การเก็บภาพลงหน่วยความจำ

จากวิธีการเก็บภาพในหัวข้อ 4.1.3 มีการแยกเก็บข้อมูลภาพออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของข้อมูลภาพที่เป็นฟิลด์คู่และส่วนของข้อมูลภาพฟิลด์คี่ แต่ละฟิลด์จะมีจำนวนจุดภาพขนาด 512 X256 ในการเก็บข้อมูลภาพจากหน่วยความจำในส่วนนี้ลงสู่ดิสเก็ตจะต้องทำการเขียนซอฟต์แวร์ในการเรียงสลับข้อมูลภาพฟิลด์คู่และฟิลด์คี่ ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน ดังนั้นในการแก้ปัญหานี้จะใช้วิธีการจัดเรียงการอ้างตำแหน่งใหม่ให้สามารถมองหน่วยความจำบนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพเป็นหน่วยความจำผืนเดียวตลอด ดังแสดงได้ดังภาพที่ 52 [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 52



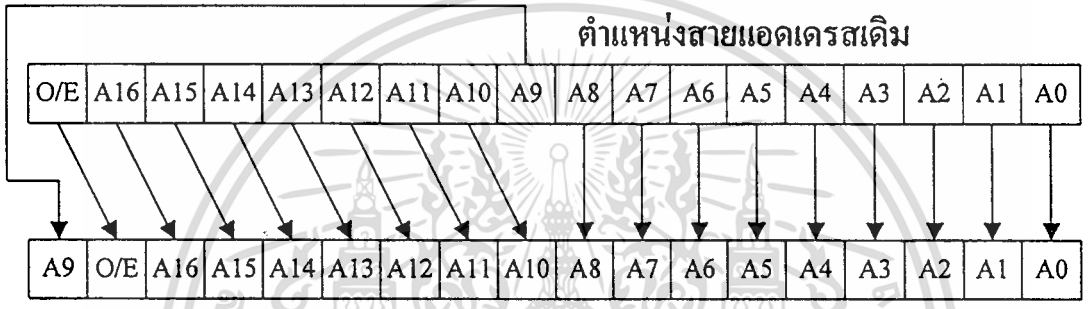
แสดงการเรียงสลับข้อมูลภาพฟิลด์คี่และฟิลด์คู่ด้วยวิธีการจัดเรียงแอดเดรสใหม่

วิธีการเรียงสลับแอดเดรสสำหรับอ้างหน่วยความจำบนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพในรูปแบบใหม่นี้ จะช่วยลดกระบวนการในการเรียงซ้อนสลับเส้นของข้อมูลภาพฟิลด์คู่และฟิลด์คี่ อีกทั้งยังช่วยให้การเขียนโปรแกรมในการอ่านข้อมูลภาพจากแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพทำได้ง่าย วิธีการดังกล่าวสามารถทำได้ง่ายและไม่ต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมจากเดิมเลย การอ่านข้อมูลภาพแบบเดิมที่มองข้อมูลภาพออกเป็นสองส่วน คือส่วนของข้อมูลภาพฟิลด์คู่ที่มีขนาด 128 กิโลไบต์ มีตำแหน่งที่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ใช้ในย่าน D0000H-E0000H และอีกส่วนหนึ่งเป็นข้อมูลภาพฟิลด์คี่อีก 128 กิโลไบต์ มีตำแหน่งเช่นเดียวกันกับส่วนแรก จากการอ่านข้อมูลภาพแบบเดิมที่ต้องทำการส่งค่าออกมาที่พอร์ตเพื่อควบคุมการติดต่อกับหน่วยความจำในแต่ละส่วน โดยจะอ่านข้อมูลที่ละเส้นขนาด 512 ไบต์จากข้อมูลภาพฟิลด์คู่ และจึงทำการอ่านข้อมูลภาพอีก 512 ไบต์ของข้อมูลภาพฟิลด์คี่ ซึ่งจะต้องทำการอ่านสลับกันไปจนครบหนึ่งภาพ จะเห็นว่าต้องทำการส่งค่าออกมาควบคุมในการอ่านข้อมูลเป็นจำนวน 512 ครั้งต่อการอ่านข้อมูลภาพหนึ่งภาพ ด้วยเหตุนี้เองการอ่านข้อมูลภาพแบบเดิมจึงใช้เวลาค่อนข้างมากและไม่สะดวกในการใช้งาน ดังนั้นจึงคิดวิธีการที่จะช่วยลดจำนวนครั้งในการส่งค่าออกควบคุมการอ่านแบบสลับเส้นกัน โดยสามารถทำได้ด้วยการนำสัญญาณส่วนอื่นที่มาทำหน้าที่ในการควบคุมการอ่านข้อมูลภาพแทน โดยสัญญาณที่จะมาใช้ในการอ่านสลับข้อมูลที่ละ 512 ไบต์ของแต่ละฟิลด์ต้องมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะทุก ๆ ครั้ง ของการอ่านข้อมูลภาพแต่ละ 512 ไบต์ ซึ่งจะพบว่าสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะดังกล่าวก็คือสัญญาณการอ้างตำแหน่ง A9 ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์นั่นเอง การที่นำสายสัญญาณแอดเดรส A9 ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นตัวควบคุมการอ่านข้อมูลภาพทำให้สายแอดเดรสที่ใช้ในการอ้างตำแหน่งขาดไปหนึ่งเส้น จึงต้องมีการจัดเรียงสายแอดเดรสกันใหม่ จากเดิมที่ต้องมีการใช้แอดเดรส A0-A16 เป็นจำนวน 17 เส้น (สำหรับอ่านข้อมูลขนาด 128 กิโลไบต์) ในการอ่านข้อมูลภาพนั้น ต้องใช้สัญญาณ ควบคุมเดิม (O/E) มาทดแทนเพื่อให้ได้สายแอดเดรสครบทั้ง 17 เส้น สัญญาณควบคุมของเดิมนี้จะถูกกำหนดให้เป็นสายแอดเดรสที่มีนัยสำคัญสูงสุดคือเข้ามาแทนสายแอดเดรส A16 การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของสายแอดเดรสแสดงได้ดังภาพที่ 53

ภาพที่ 53



แสดงการเรียงสลับตำแหน่งสายแอดเดรสใหม่

จากวิธีการเรียงสลับตำแหน่งของสายแอดเดรสที่แสดงดังภาพที่ 53 จะเห็นว่าสัญญาณควบคุม O/E ที่ใช้ในการควบคุมการอ่านข้อมูลฟิลด์คู่และฟิลด์คี่ ได้ถูกเปลี่ยนลงมาแทนตำแหน่งของแอดเดรส A16 ที่เป็นบิต MSB ของแอดเดรส ทำให้การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณควบคุม O/E มีการเปลี่ยนแปลงเพียงครั้งเดียวเท่านั้นในการอ่านข้อมูลขนาด 512 กิโลไบต์ สำหรับการเปลี่ยนสัญญาณแอดเดรส A9 ที่ใช้ทำหน้าที่แทนสัญญาณควบคุมจะไม่เป็นการสูญเสียเวลาในการเปลี่ยนแปลงค่าเหมือนกับสัญญาณควบคุม O/E ที่ต้องมีการส่งค่าออกมาที่พอร์ตเอาต์พุต โดยสัญญาณแอดเดรส A9 นั้นการเปลี่ยนแปลงตามค่าของแอดเดรสที่อ้างออกมาซึ่งขึ้นอยู่กับการควบคุมของคอมพิวเตอร์โดยตรงทำให้ไม่เสียเวลาในการควบคุมสัญญาณแอดเดรส A9 นี้เลย

ผลการทดลอง

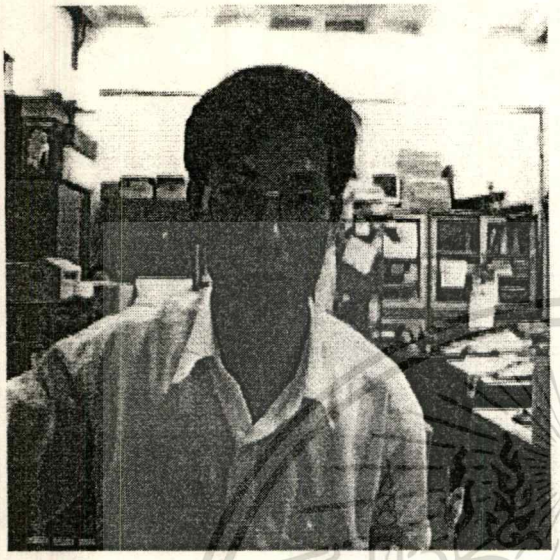
จากการทดลองได้ทำการเขียนโปรแกรมที่คำนวณค่าของฟังก์ชันของการแปลงหรือปรับแต่งภาพ เช่น การทำภาพเป็นเนกกาทีฟ การทำภาพไบนารี การปรับปรุงภาพ เป็นต้น หลังจากนั้นทำการโหลดค่าที่คำนวณได้ลงสู่หน่วยความจำแบบฟังก์ชัน ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังภาพที่ 54 และภาพที่ 55 ในภาพที่ 54 (a), (b) แสดงภาพที่ผ่านการโหลดค่าที่คำนวณด้วยฟังก์ชันแบบปกติแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชันเท่ากับหนึ่ง และกราฟของฟังก์ชัน ภาพที่ 54 (c), (d) เป็นภาพที่ได้จากการโหลดค่าเอาต์พุตที่ได้จากฟังก์ชันการทำภาพเป็นเนกกาทีฟ ภาพที่ 55 (a), (b) ทำการโหลดค่าเอาต์พุตที่ได้จากฟังก์ชันการทำภาพเป็นไบนารี และภาพที่ 55 (c), (d) ทำการโหลดค่าเอาต์พุตที่ได้จากฟังก์ชันการปรับปรุงภาพแบบการยืดฮีสโตแกรมแบบเชิงเส้น

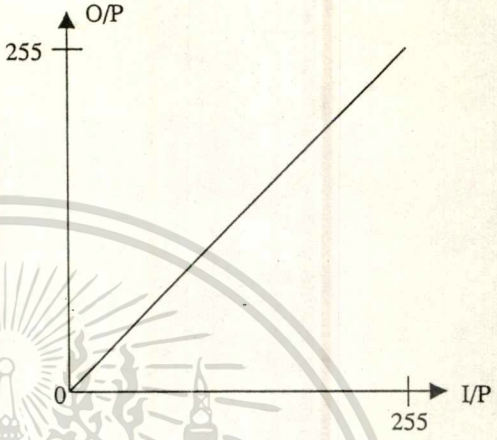
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 54 a



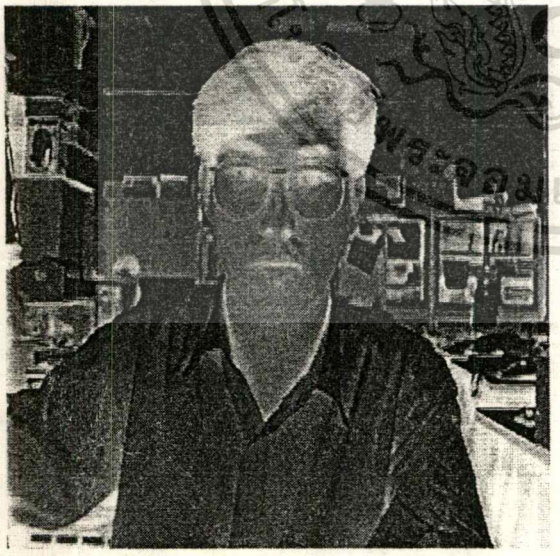
แสดงภาพปกติ

ภาพที่ 54 b



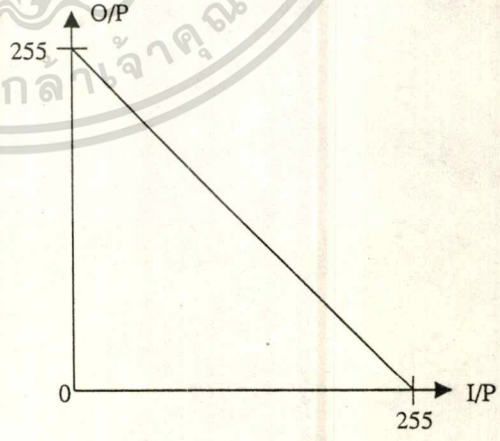
แสดงกราฟฟังก์ชันปกติ

ภาพที่ 54 c



แสดงภาพเนกกาทีฟ

ภาพที่ 54 d



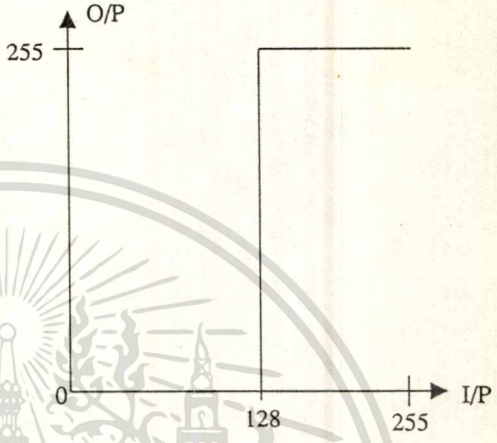
แสดงกราฟฟังก์ชันเนกกาทีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 55 a

แสดงภาพสองระดับ

ภาพที่ 55 b

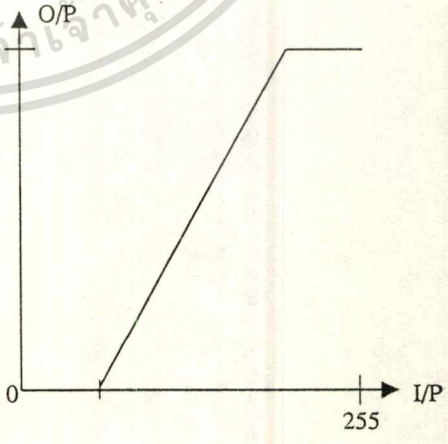


แสดงกราฟฟังก์ชันของภาพสองระดับ

ภาพที่ 55 c

แสดงภาพที่ผ่านการปรับปรุง

ภาพที่ 55 d



แสดงกราฟฟังก์ชันยืดฮีสโตแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การลดเวลาในการประมวลผลเบื้องต้นของระบบประมวลผลภาพ ทำได้ด้วยการเพิ่มฟังก์ชันหน่วยความจำให้กับแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ โดยแทรกหน่วยความจำแบบฟังก์ชันหน่วยความจำระหว่างภาคของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล กับ ส่วนของหน่วยความจำบนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ หน่วยความจำแบบฟังก์ชันนี้จะทำหน้าที่เสมือนตัวประมวลผลเบื้องต้น ซึ่งสามารถทำการคำนวนค่าของเอาต์พุตด้วยฟังก์ชันที่กำหนดแล้วทำการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำในส่วนนี้ จากการที่สามารถเขียนลงหน่วยความจำแบบฟังก์ชันได้ตลอดเวลา ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงค่าในตัวมันตามฟังก์ชันต่าง ๆ ได้ ซึ่งทำให้ยืดหยุ่นต่อการใช้งานมาก จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลและแนวทางการพัฒนา

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่ทำมาทั้งหมดนั้นเป็นการนำเสนอแนวทางการออกแบบและสร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ซึ่งได้มีการออกแบบด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อมุ่งเน้นพัฒนาและแก้ปัญหาที่พบทั่วไป โดยสามารถแบ่งเนื้อหาออกได้เป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

6.1.1 ออกแบบแผงวงจรควบคุมการเก็บภาพโดยใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุดร่วมกันทำงาน วัตถุประสงค์ของการออกแบบด้วยวิธีนี้คือการเพิ่มจำนวนจุดของข้อมูลภาพที่ต้องการด้วยการใช้ความถี่ในการสุ่มที่ต่ำลงจากความถี่ในการสุ่มปกติที่ใช้กันทั่วไป การออกแบบได้อาศัยช่วงเวลาการทำงานของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุดที่เลื่อมล้ำกัน โดยตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลชุดแรก ทำงานที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกา ส่วนตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลชุดที่สองจะทำงานที่ขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกาในคาบเดียวกัน ทำให้สัญญาณนาฬิกาหนึ่งลูกสามารถสุ่มข้อมูลภาพออกมาได้สองชุดด้วยกัน ซึ่งข้อดีจากการออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพด้วยวิธีการนี้คือ เราสามารถนำอุปกรณ์หน่วยความจำและตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลที่มีความเร็วต่ำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยลดงบประมาณในการสร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ และไม่ทำให้เกิดปัญหาการรบกวนของสัญญาณที่ความถี่สูงจากสัญญาณนาฬิกาด้วย

6.1.2 การออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพโดยการใช้เทคนิคการต่อคาสเคดของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล จากการออกแบบแผงวงจรเก็บภาพด้วยวิธีการนี้จะเป็นการเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพ วิธีการดังกล่าวทำได้ด้วยการใช้ ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ที่มีจำนวนบิตต่ำสองชุดมาต่อคาสเคดกันเพื่อให้ได้จำนวนบิตของข้อมูลภาพที่สูงขึ้น ในที่นี้ใช้หลักการอัลกอริธมิคของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ร่วมกับการใช้เทคนิคการต่อคาดเคสของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลแบบแฟลตขนาด 6 บิต โดยในขั้นต้นจะใช้หลักการอัลกอริธมิคของการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลมาช่วยในการตรวจจับบิตนัยสำคัญสูงสุดของข้อมูลภาพ จากนั้นจึงใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลขนาด 6 บิตสองตัวมาต่อคาสเคด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันเพื่อให้ได้ข้อมูลภาพขนาด 7 บิต เมื่อนำข้อมูลจากบิตนัยสำคัญสูงสุดที่ได้รวมกับข้อมูลภาพขนาด 7 บิต เราก็จะได้ข้อมูลภาพขนาด 8 บิตมาใช้งาน จากวิธีการดังกล่าวนี้จะช่วยให้ประหยัดต้นทุนของราคาอุปกรณ์ลงได้มากเพราะราคาของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลแบบแฟลตขนาด 8 บิตสูงกว่าราคาของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลขนาด 6 บิต ประมาณ 10 เท่า ทำให้ได้แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพรายละเอียดสูงในราคาต่ำ

6.1.3 การออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน การออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพด้วยวิธีการนี้จะเป็นการนำ RAM ขนาด 256 ไบต์มาทำเป็นหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน โดยหน้าที่ของหน่วยความจำในส่วนนี้คือตัวแปลงข้อมูลภาพที่แปลงได้จากตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ให้เป็นข้อมูลภาพแบบใหม่ตามข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน ซึ่งข้อมูลเอาต์พุตที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำแบบฟังก์ชันนั้นได้มาจากการคำนวณฟังก์ชันต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ เช่น การแปลงภาพเป็นไบนารี การปรับปรุงภาพด้วยวิธีการยืดฮีสโตแกรม และการทำภาพเนกกาทีฟ เป็นต้น และเนื่องจากการใช้ RAM มาทำเป็นหน่วยความจำแบบฟังก์ชันทำให้สามารถถ่ายข้อมูลลงหน่วยความจำในส่วนนี้ได้ตลอดเวลาขึ้นกับงานที่จะประยุกต์ใช้จึงทำให้มีความยืดหยุ่นในการใช้ โดยสามารถทำได้ด้วยวิธีการทางซอฟต์แวร์ที่โหลดลงมายังหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน จากการนำหน่วยความจำแบบฟังก์ชันมาใช้ประกอบร่วมกับแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพจะเป็นตัวช่วยลดเวลาในการประมวลผลภาพเบื้องต้นก่อนที่จะนำข้อมูลที่ภาพการประมวลผลเบื้องต้นนี้ไปใช้งานต่อไป

จากการออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพทั้ง 3 วิธีดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น สองวิธีการแรกจะเป็นการเพิ่มขนาดของข้อมูลภาพและการเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพ ซึ่งแนวทางการออกแบบนั้นได้กล่าวไว้อย่างละเอียดในบทที่ 4 ของหนังสือเล่มนี้ ส่วนวิธีการที่สามจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของแผงวงจรควบคุมการเก็บภาพให้มีความสามารถในการประมวลผลเบื้องต้นที่เป็นลักษณะเวลาจริง ซึ่งในการประมวลผลภาพในด้านต่าง ๆ เกือบทุกงานจะต้องมีส่วนของการประมวลผลภาพเบื้องต้นอยู่ด้วยเสมอไป ส่วนเทคนิคอีกอย่างหนึ่งที่ได้กล่าวไว้ในการออกแบบด้วยวิธีการที่นี้คือวิธีการจัดเรียงสายแอดเดรสที่ใช้อ้างอิงถึงหน่วยความจำบนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพใหม่ ทำให้สามารถมองหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลภาพจากภาพฟิลด์คู่และคี่เป็นข้อมูลภาพที่เป็นภาพเดียวกันโดยไม่ต้องเสียเวลามาทำการสลับเส้นของข้อมูลเลย สำหรับรายละเอียดของการออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชันได้กล่าวไว้ในบทที่ 5

จากการวิจัยที่ได้ศึกษามานั้นทำให้สามารถสร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่มีราคาไม่สูงมากนัก เหมาะสำหรับนำไปใช้ในงานประมวลผลภาพต่าง ๆ ได้จริง รวมทั้งนำไปใช้ในงานวิจัยทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านการประมวลผลภาพที่มีงบประมาณที่จำกัด ซึ่งเป็นการช่วยลดปัญหาในเรื่องค่าใช้จ่ายลงได้อย่างมาก สำหรับประโยชน์ในด้านอื่น ๆ จะเป็นการเพิ่มทักษะและเทคนิคต่าง ๆ ให้เกิดความชำนาญมากขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่น ๆ ได้ และเป็นแนวทางริเริ่มให้มีการสนใจที่จะสร้างอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ขึ้นมาใช้เองด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่หาได้ภายในประเทศ

ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการออกแบบและสร้างแผงวงจรควบคุมภาพได้มีการใช้อุปกรณ์พวกไอซีพื้นฐานทั่วไปทำให้ต้องใช้อุปกรณ์พวกไอซีเป็นจำนวนมาก ปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาทำการทดลองด้วยการเดินสายตามโฟโต้บอร์ด คือจะเกิดปัญหาพวกสัญญาณรบกวน โฟโต้บอร์ดไม่แน่น และอุปกรณ์พวกเพาเวอร์ซัพพลายไม่สามารถจ่ายกระแสได้พอ เป็นต้น ปัญหาอีกประการหนึ่งคืออุปกรณ์ไอซีบางเบอร์ไม่มีขายในท้องตลาดภายในประเทศ ทำให้ต้องสั่งซื้อหรือไม่ก็เลือกอุปกรณ์ตัวใหม่มาแทนที่ สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงของการสร้างประกอบขึ้นใช้งานจริง คือปัญหาของการออกแบบลายวงจร เนื่องจากมีการใช้ซอฟต์แวร์สำหรับการออกแบบลายวงจรแต่บางครั้งความสามารถของซอฟต์แวร์ยังไม่ดีพอทำให้ต้องทำการเดินลายวงจรเองในบางส่วน ซึ่งอาจทำให้เกิดการผิดพลาดขึ้นได้ ถ้าไม่ตรวจสอบให้ดีก่อนนำไปทำปรินซ์จะทำให้สูญเสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายมาก สำหรับแนวทางออกของการแก้ปัญหาข้างต้นที่ประสบมาในช่วงวิจัยสามารถแก้ไขได้ด้วยการนำอุปกรณ์จำพวก PLDs (Programable Logic Devices) เช่น PAL หรือ GAL เป็นต้น ซึ่งช่วยลดจำนวนของตัวอุปกรณ์ลงได้มาก ส่วนการแก้ปัญหาในด้านการออกแบบลายวงจรนั้น สามารถหาซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า มาทำการออกแบบได้

สำหรับแนวทางการพัฒนาต่อไปที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพในด้านความเร็วของการจัดการหน่วยความจำ เช่นการนำวิธีการของ DMA (Direct Memory Access) มาช่วยในการส่งผ่านข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือการเพิ่มส่วนของการประมวลผลภาพที่ซับซ้อน เช่น การแปลงฟาสฟูเรียร์ (FFT; Fast Furier Transfrom) การหาขอบภาพ (Edge detection) การแปลง DCT (Discrette Cosine Transfrom) เป็นต้น ซึ่งการทำงานด้วยฟังก์ชันเหล่านี้โดยมากปกติต้องอาศัยชิฟการประมวลผลภาพ (DSP; Digital Signal Processing) ในการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1 A. Sid-Ahmed, "Image Processing: Two-Dimensional Systems," McGraw-Hill, Inc., 1995.

2 R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Porcessing: Digital image fundamentals," Addison-wesley Publishing Company, 1992.

3 J. C. Russ. "The Image Processing Handbook (Second Edition) : Image Enhancement," CRC Press., 1994.

4 A. C. Luther, "Digital Video in the PC Environment : WorldWide Television Standards," New York : Intertext Publications, McGraw-Hill Book Company, 1976.

5 บัณฑิต สุมนวัฒเดช คเชนทร์ แจ่มกมล และ ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์, "แผงวงจรควบคุมการเก็บภาพขนาด 512X512 จุดภาพ โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุดร่วมกันทำงาน", เอกสารการประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2536 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, หน้า 630 ถึง 641, 27-30 พฤศจิกายน, 2536.

6 F. Cheevasuvit, K. Dejhan, S. Mitatha and B. Sumonwattanadej, "Resolution Increasing of Image Acquisition System Using Two Flash A/D Converters," ACCV' 95, 2nd Asian Conference on Computer Vision, Concorde Hotel, Singapore, Volume 2 of 3, pp II-767 - II-771, 5-8 December, 1995.

7 J. P. Royer, "Handbook of software & Interfacing of IBM PCs," New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1987.

8 A. S. and W. A. Triebel, "16-Bit and 32-Bit Microprocessors : Software architecture of the 80386 microprocessor," Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1991.

9 R. van de Plassche, "Integrated Analog-to-Digital and Digital-to-Analog Converters : High-accuracy A/D converters," Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 1994.

10 วันชัย ริ้วรุจา วัลลภ สุระกำพลธร และ ธนิศา เครือไวศยวรรณ, "การออกแบบวงจรอัลกอ-ริธมิค A/D โดยใช้วงจรชนิดไม่เป็นเชิงเส้น", วิศวสาร ลาดกระบัง, ฉบับที่ 1 หน้า 34 ถึง 40, มิถุนายน 1994.

11 ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ และบัณฑิต สุมนวัฒนเดช; "การเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพ โดยใช้เทคนิคการต่อคาสเคดของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล", เอกสารการประชุมใหญ่วิชาการทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิศวกรรม ประจำปี 2537 สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2537.

12 ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ และบัณฑิต สุมนวัฒนเดช, "แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 18 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, หน้า 884 ถึง 889, 2538.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

1 บัณฑิต สุมนวัฒเดช คเชนทร์ แจ่มกมล และ ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์, "แผงวงจรควบคุมการเก็บภาพขนาด 512X512 จุดภาพ โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุดร่วมกันทำงาน", เอกสารการประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2536 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, หน้า 630 ถึง 641, 27-30 พฤศจิกายน, 2536.

2 ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ และบัณฑิต สุมนวัฒนเดช, "การเพิ่มรายละเอียดให้จุดภาพ โดยใช้เทคนิคการต่อคาสเคดของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล", เอกสารการประชุมใหญ่วิชาการทางวิศวกรรม ประจำปี 2537 สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2537.

3 ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ และบัณฑิต สุมนวัฒนเดช, "แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 18 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, หน้า 884 ถึง 889, 2538.

4 F. Cheevasuvit, K. Dejhan, S. Mitatha and B. Sumonwattanadej, "Resolution Increasing of Image Acquisition System Using Two Flash A/D Converters," ACCV' 95, 2nd Asian Conference on Computer Vision, Concorde Hotel, Singapore, Volume 2 of 3, pp II-767 - II-771, 5-8 December, 1995.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วงจรรวมแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ

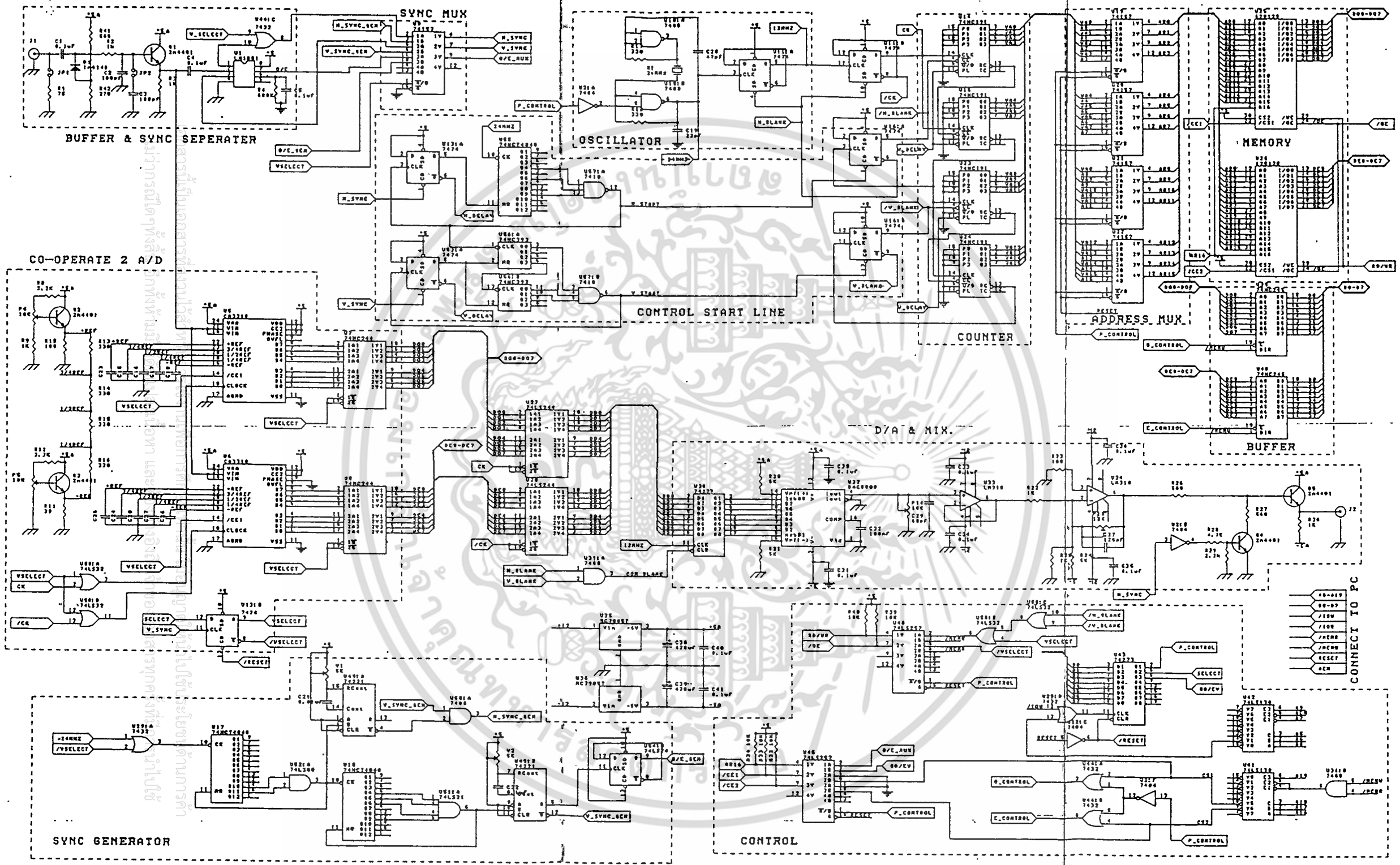
รูปที่ ข-1 แสดงวงจรรวมของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล 2 ชุดร่วมกันทำงาน

รูปที่ ข-2 แสดงวงจรรวมของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ โดยใช้การต่อคาสเคดของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

รูปที่ ข-3 แสดงวงจรวมของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน

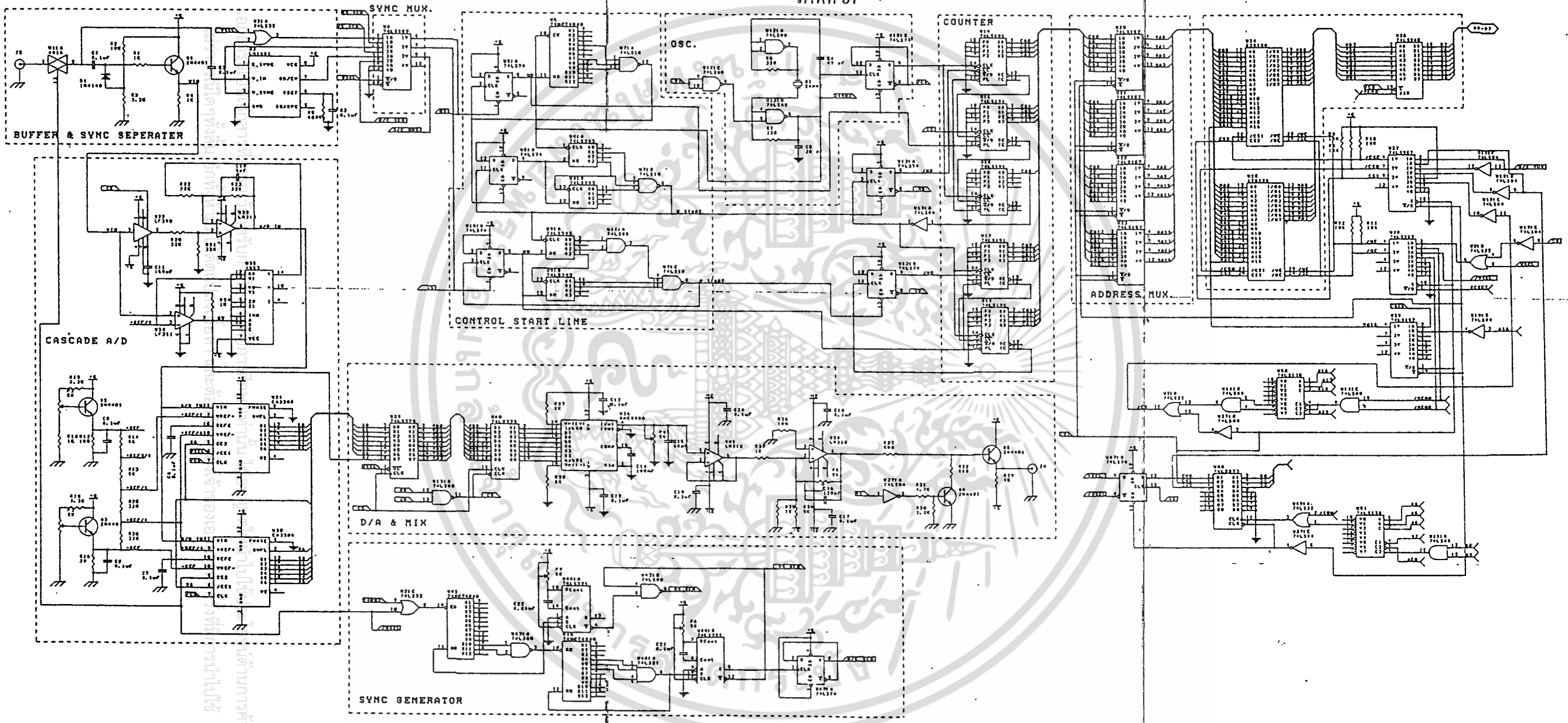
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 56



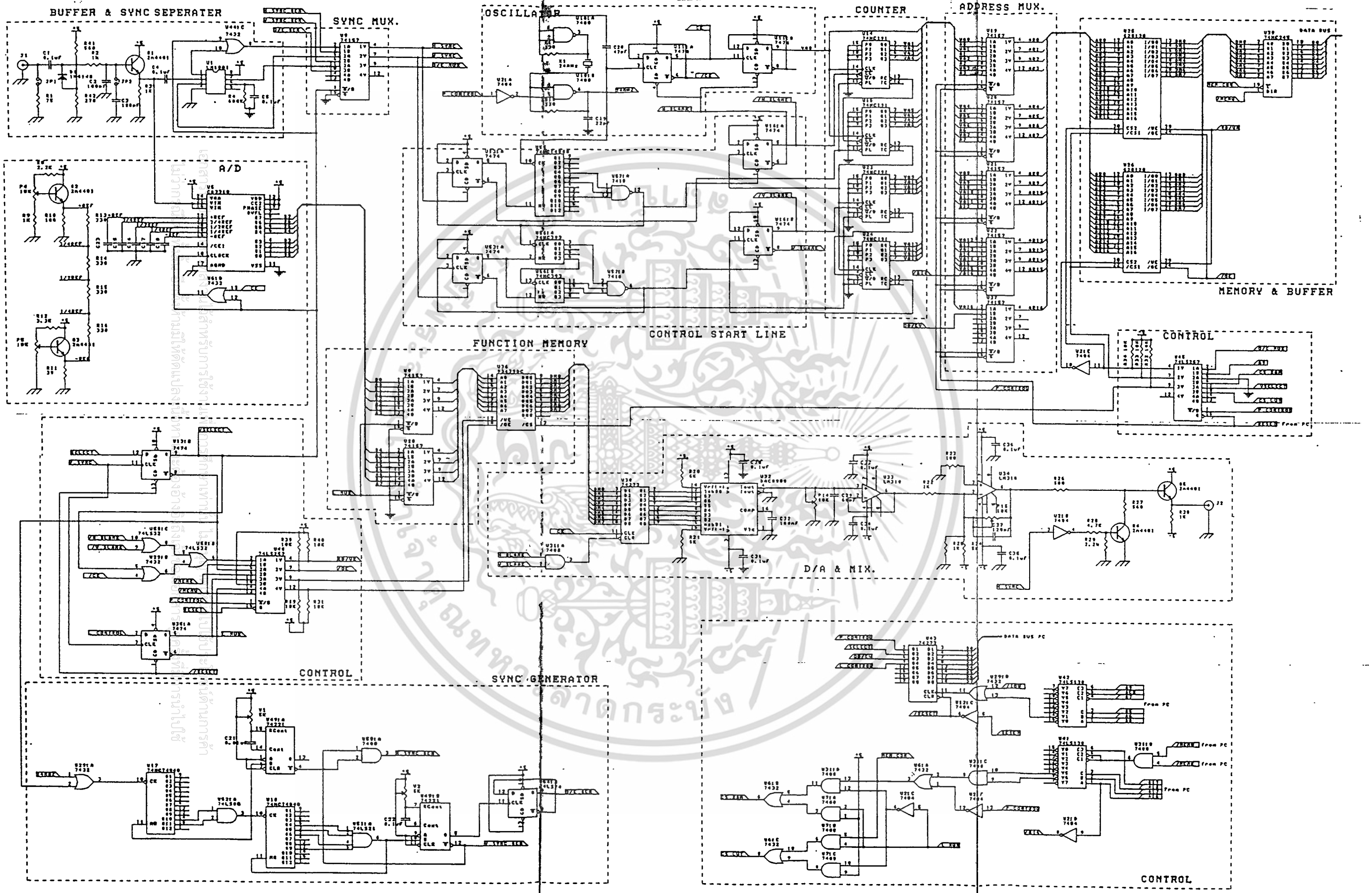
แสดงวงจรรวมของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุดร่วมกันทำงาน

ภาพที่ 57



แสดงวงจรรวมของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ โดยใช้การต่อคาสเคดของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล

ภาพที่ 58



แสดงวงจรรวมของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายบัณฑิต สุมนวัฒนเดช
เกิดวันที่	28 พฤษภาคม 2511 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร
การศึกษา	ปีการศึกษา 2518-2524 ระดับประถม โรงเรียนวัดมหาพฤฒาราม กทม. ปีการศึกษา 2524-2527 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวัดปากน้ำวิทยาคม กทม. ปีการศึกษา 2529-2531 ระดับ ปวช. สาขา อิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีสยาม กทม. ปีการศึกษา 2531-2532 ระดับ ปวส. สาขาคอมพิวเตอร์เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ กทม. ปีการศึกษา 2532-2534 สาขา ระดับปริญญาตรีอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม.
ปัจจุบัน	ทำงานที่บริษัท กรุงไทยคอมพิวเตอร์ เซอร์วิสเซส จำกัด (KCS) ในตำแหน่ง Program Analist

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้