การเพิ่มความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลสำหรับแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ

Improve Speed of Data Transfer

of

Image Data Acquisition Card

โดย

นาย บุญเลิศ วงศ์ใหญ่

นาย ภาวิน โกมลวิภาต

วัน เดือน ปี -5 ต.ค. 2541
เลขทะเบียน 038527
เลขเรียกหนังสือ T 40055 บ5 ส7 ก.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038527

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2540

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การเพิ่มความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลสำหรับแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ

ผู้จัดทำ

1. นาย บุญเลิศ วงศ์ใหญ่ เลขประจำตัว 38012102
2. นาย ภาวิน โกมลวิภาต เลขประจำตัว 38012119

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การเพิ่มความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลสำหรับแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ
นักศึกษา นาย บุญเลิศ วงศ์ใหญ่ 38012102
นาย ภาวิน โกมลวิภาต 38012119

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์

ระดับการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา พ.ศ. 2540

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วจะเห็นได้จากเครื่องอำนวยความสะดวกที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานแทนมนุษย์ในโรงงานอุตสาหกรรม หรือการสำรวจในพื้นที่ที่มนุษย์ไปไม่ถึง จึงได้มีการศึกษาวิจัยกันอย่างมากเกี่ยวกับการประมวลผลภาพเช่น การสร้างโครงข่ายประสาทเทียม การจดจำรูปภาพ การถ่ายภาพทางดาวเทียม โดยอุปกรณ์ที่สำคัญในกระบวนการนี้ คือตัวที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณภาพให้เป็นสัญญาณดิจิตอลซึ่งทำงานได้เร็วเท่าไรก็ยิ่งเป็นผลดีต่อประสิทธิภาพในการทำงาน ปริญญานิพนธ์นี้จึงได้นำเสนอวิธีการเพิ่มความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้วิธีการส่งถ่ายข้อมูลแบบ 16 บิต และใช้การอินเตอร์รัพท์ในการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างหน่วยความจำบนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพกับหน่วยความจำในการแสดงผลภาพของคอมพิวเตอร์เพื่อให้มีการแสดงผลแบบใกล้เคียงเวลาจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis :	Improve Speed of Data Transfer for Image Data Acquisition Card		
Students :	Boonlert	Wongyai	38012102
	Pawing	Komonvipaht	38012119
Advisor :	Assoc.Prof.Dr. Fusak Cheevasuvit		
Education Level :	Bachelor of Industrial Instrument Engineering		
Education Year :	1997		

Abstract

Now a day, the robotics is widely using in industries since it can be working is some dangerous condition. Therefore, it can be replaced human. Many researches tried to develop the robot for more intelligence. That means, the robot can make some decisions by itself. However, before making decisions, the robot must obtains some information. One way for obtaining information can be done by implementing a vision system for it. So this project tries to develop a vision system or we called on image processing card. This image processing system can transfer 16 bits data in each time instead of 8 bits. Then the monitor can be shown the captured image is a very short time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ ผู้ที่ให้ชีวิต ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา และพี่บัณฑิต สุมนวัฒนเดช ที่ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางและวิธีการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอบคุณ เพื่อน ๆ ทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือและให้กำลังใจ จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

บุญเลิศ วงศ์ใหญ่

ภาวิน โกมลวิภาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1. บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
ขอบเขตของโครงงาน	1
บทที่ 2. ทฤษฎีเบื้องต้น	3
การแสดงผลภาพ	3
ระบบพื้นฐานการประมวลผลภาพ	4
ระบบสองมิติ	5
ทฤษฎีของการสุ่มและการควอนไตซ์	7
การสุ่ม	7
การควอนไตซ์	8
การแปลงภาพเป็นสองระดับ	10
การแปลงภาพเนกกาทีฟ	12
การยืดความแตกต่างของภาพ	12
การบีบอัดย่านไดนามิก	13
การเฉือนระดับสีเทา	14
สกาล่าร์และเวกเตอร์อิมเมจ	15
การประมวลผลภาพเพื่อการปรับปรุงภาพ	16
หน่วยความจำแบบฟังก์ชัน	17
วิธีการเปิดตารางดู	18
วิธีการใช้ในหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3. การออกแบบและสร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ	22
การคำนวณความถี่ที่ใช้ในการสุ่มสัญญาณภาพ	22
แนวทางในการออกแบบ	24
ส่วนของการแยกซิงค์	24
ส่วนของการกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	25
ส่วนของการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาดิจิตอล	25
ส่วนของหน่วยความจำ	25
ส่วนของการมัลติเพล็กซ์	29
ส่วนของการกำเนิดสัญญาณแอดเดรส	30
บทที่ 4 ผลการทดลอง	33
บทที่ 5.สรุปผลโครงงานและแนวทางพัฒนาต่อ	
สรุปผลโครงงาน	40
ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แสดงการแทนค่าระดับเทา	3
2	แสดงการแทนสัญญาณแบบต่อเนื่อง	4
3	แสดงระบบประมวลผลภาพ	4
4	แสดงภาพในทางสปาเชี่ยนโดเมน	6
5	แสดงระบบประมวลผลสองมิติ	6
6	แสดงฟังก์ชันของการสุ่ม 2 มิติ	8
7	แสดงเบนด์ลิมิตที่โดเมนความถี่	9
8	แสดงกราฟของการแปลงภาพเป็นสองระดับค่าตัดสินใจ	11
9	แสดงกราฟของการแบ่งภาพเป็นสองระดับแบบค่าตัดสินใจหลายค่า	11
10	แสดงกราฟของการแปลงภาพเป็นเนกกาทีฟ	12
11	แสดงกราฟของการแปลงภาพเพื่อยืดความแตกต่าง	13
12	แสดงกราฟของฟังก์ชัน $s = c\log(1+\|r\|)$	14
13	แสดงกราฟของการแปลงภาพเพื่อเน้นภาพในลักษณะภาพสองระดับ	15
14	แสดงกราฟของการแปลงภาพ เพื่อเน้นภาพวัตถุที่ยังคงข้อมูลที่เป็นพื้นฐานของภาพไว้	15
15	แสดงระยะของการแชมปลิ้งบนเมตริก CCD	17
16	แสดงเวลาของการสุ่มสำหรับเส้นสแกนของสัญญาณโทรศัน์	17
17	แสดงกระบวนวิธีการประมวลผลภาพทั่วไป	18
18	แสดงการอ้างตำแหน่งของวิธีการเปิดตารางดู	19
19	แสดงการเก็บค่าเพื่อใช้งานของหน่วยความจำ	21
20	แสดงรายละเอียดของสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน	23
21	แสดงส่วนของการแยกซิงค์	24
22	แสดงผังเวลาของการหน่วงทางแนวนอน	25
23	แสดงการเก็บข้อมูลภาพข้อมูลภาพจากฟิลด์คู่และฟิลด์	26
24	แสดงบล็อกไดอะแกรมแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ	27
25	แสดงบล็อกไดอะแกรมในการจัดเก็บข้อมูลภาพ	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
26	แสดงสัญญาณภาพรวม	33
27	แสดงสัญญาณ OOD/EVEN	34
28	แสดงสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน	34
29	แสดงสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง	35
30	แสดงสัญญาณ 12 MHz กับสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน	35
31	แสดงสัญญาณ 6 MHz กับสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน	36
32	แสดงสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนกับสัญญาณ CARD WRITE	36
33	แสดงแผงวงจรส่วนของการควบคุม	37
34	แสดงแผงวงจรส่วนของหน่วยความจำ	37
35	แสดงภาพปกติ	38
36	แสดงภาพแบบเนกกาทีฟ	38
37	แสดงภาพแบบไบนารี่	38
38	แสดงภาพที่เข้าระหัส Gray Code	39
39	แสดงภาพการเฉือนระดับสีเทา	40
40	แสดงวงจรแผงวงจรส่วนของการควบคุม	43
41	แสดงวงจรแผงวงจรส่วนของหน่วยความจำ	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 พารามิเตอร์ของระบบโทรทัศน์สามระบบคือ NTSC,PAL และ SECAM 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้การวิจัยเกี่ยวกับการประมวลผลภาพได้เกิดขึ้นอย่างมากมายโดยเฉพาะทางต่างประเทศซึ่งจะเห็นได้จากสื่อในแหล่งต่าง ๆ เช่น การสร้างหุ่นยนต์แตะบอล หรือการสร้างหุ่นยนต์สำรวจดาวอังคาร เป็นต้น แต่ในประเทศไทยของเราเองการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ยังมีน้อยอยู่ และการใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลยังต้องใช้ของต่างประเทศอยู่ทำให้การวิจัยทางด้านนี้ยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร

จากการที่ได้มีการสร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพขึ้นมาก่อนนั้นยังมีปัญหาอยู่มาก เช่น การส่งข้อมูลที่ล่าช้าเป็นผลทำให้ภาพที่ได้นั้นไม่มีความต่อเนื่อง ได้สัญญาณภาพที่ไม่สมบูรณ์ การติดต่อกับคอมพิวเตอร์ก็เป็นแบบ 8 บิท และคอมพิวเตอร์ยังต้องติดต่อกับการ์ดเก็บข้อมูลภาพอยู่ตลอดเวลา ด้วยเห็นนี้จึงได้มีแนวความคิดที่จะสร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพให้มีความเร็วมากขึ้นโดยได้มีการเพื่อการติดต่อกันระหว่างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพกับคอมพิวเตอร์เป็นแบบ 16 บิท และใช้ขบวนการอินเตอร์รัพท์ในการส่งถ่ายข้อมูล

วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบของอุปกรณ์เก็บข้อมูลภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ของวงจร เป็นการเพิ่มทักษะในการออกแบบและพัฒนาระบบของการประมวลผลภาพขึ้นมาใช้เอง

2.เพื่อให้มีการศึกษาค้นคว้าภายในประเทศจะได้ไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศมากจนเกินไป

3.เพื่อเพิ่มความเร็วของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพของเดิม ให้มีความเร็วในการประมวลผลและการส่งถ่ายข้อมูลโดยการออกแบบแผงวงจรและซอฟแวร์ขึ้นมาใหม่

ขอบเขตของโครงงาน

ขอบเขตของโครงงานนี้จะเป็นการสร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่มีความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลภาพให้มากขึ้น มีลักษณะเป็นแผงวงจรอินเตอร์เฟสกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ มีการควบคุมด้วยโปรแกรมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แบ่งได้ดังนี้

- มีขนาด 512 X 512 จุดต่อภาพขนาด 8 บิทต่อจุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ใช้ความถี่ในการสุ่มขนาด 12 MHz

-มีการส่งข้อมูลภาพกับคอมพิวเตอร์เป็นแบบ 16 บิท ใช้อินเตอร์รัพท์ในการส่งข้อมูลภาพ โดยผ่านทาง AT BUS

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงความรู้เบื้องต้นในการประมวลผลภาพเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาในขั้นที่สูงต่อไป

บทที่3 กล่าวถึงหลักการการออกแบบและสร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512 X 512 จุดต่อภาพ ตลอดจนการทำงานในส่วนต่าง ๆ ซึ่งจะแยกกล่าวไปเป็นส่วน ๆ

บทที่ 4 ผลการทดลอง

บทที่ 5 กล่าวถึงการสรุปผลและแนวทางการพัฒนาต่อไป

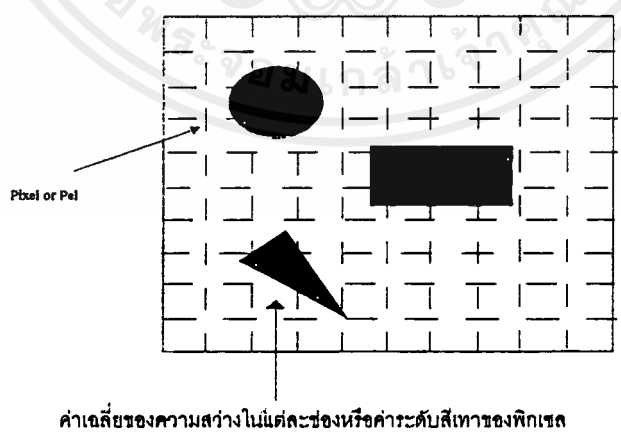
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีเบื้องต้น

เนื้อหาภายในบทจะกล่าวถึง ทฤษฎีพื้นฐานและวิธีการประมวลผลที่มีข้อมูลภาพ โดยในบทนี้ได้กล่าวถึงแนวความคิด รวมไปถึงความรู้ขั้นพื้นฐานที่ควรทราบ

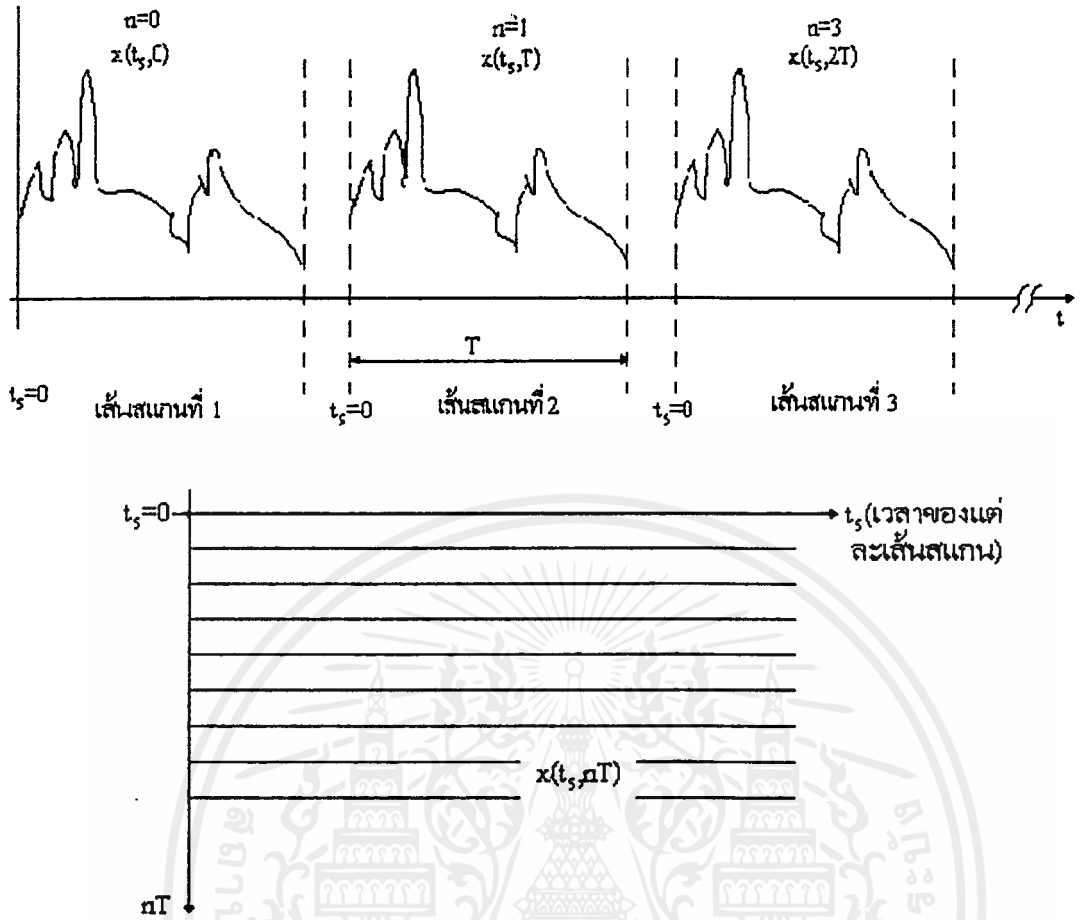
การแสดงภาพ (Representation of Images)

การแสดงภาพอาจจะเป็น แบบดิจิตอล แบบแอนะล็อก ก็ได้ การแสดงแบบดิจิตอลนั้นจะแสดงออกมาในรูปของระดับความเข้มของสีเทา (gray-level) โดยใช้ตัวเลขแสดงความสัมพันธ์แบบ 2 มิติ คือ ระดับความเข้มกับตำแหน่งของจุดภาพ ถ้า แทนแต่ละระดับความเข้มด้วยจำนวนบิต 8 บิต ดังนั้น ระดับความเข้มทั้งหมดที่สามารถแสดงได้คือ 2^8 หรือ 256 ระดับ ซึ่งมักจะแทนด้วยเลข 0-255 โดยเลข 0 แสดงถึงระดับความเข้มต่ำสุด และ 255 แสดงถึงระดับความเข้มสูงสุด จากรูปที่ 1 เราเรียกช่องแต่ละช่องที่อยู่ในตารางแสดงความเข้มดังกล่าวว่า "จุดภาพ" (picture element) หรือที่มักเรียกกันว่า "พิกเซล" (pixel) สำหรับการแสดงภาพสี สีที่เป็นสีพื้นฐานมี 3 สีคือ แดง เขียว และน้ำเงิน โดยใช้จำนวนบิต 24 บิต ในการแสดงภาพของแต่ละพิกเซล โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน (แต่ละส่วนจะมีขนาด 8 บิต) ซึ่งจะให้ความเข้มของสีทั้งสามมีค่าแตกต่างกันไป ส่วนการแสดงภาพแบบแอนะล็อก จะแทนปริมาณความเข้มแสงในลักษณะต่อเนื่อง (ดังรูปที่ 2)



รูปที่ 1 แสดงการแทนค่าระดับเทา

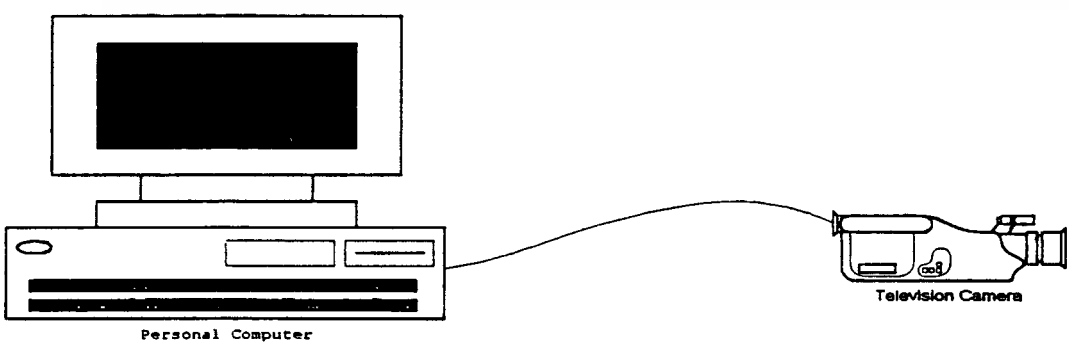
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 แสดงการแทนสัญญาณแบบต่อเนื่อง

ระบบพื้นฐานการประมวลผลภาพ

ระบบพื้นฐานการประมวลผลภาพประกอบด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีการ์ด VGA (Video Graphic Array) หรือ SVGA (Super Video Graphic Array) ในส่วนของอินพุทจะเป็นกล้องที่ใช้ภาพแล้วทำการส่งต่อไปยังแผงวงจรเก็บภาพที่ใส่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อมูลภาพที่ได้จะนำไปประมวลผลระบบพื้นฐานการประมวลผลภาพแสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงระบบประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องโทรทัศน์ เป็นอุปกรณ์อินพุทของระบบประมวลผลภาพ โดยกล้องทำการถ่ายภาพแล้วแปลงเป็นสัญญาณโทรทัศน์ จากนั้นนำการส่งต่อให้แผงวงจรเก็บภาพที่เสียบอยู่ในคอมพิวเตอร์ ตามปกติกล้องจะมีอยู่ 2 ประเภทคือ กล้องที่เป็นหลอดสูญญากาศ และประเภท solid-state แต่ที่นิยมใช้กันมากในด้านการประมวลผลภาพจะเป็นชนิด solid-state ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีว่าคือกล้อง CCD กล้องดังกล่าวนี้ในตัวของมันจะใช้ชิฟรีจิสเตอร์ทางแอนะล็อกชนิดพิเศษหรือที่เรียกว่า charge coupled devices (CCDs) CCDs เหล่านี้จะทำการแปลงประจุไฟฟ้าและเข้าระหัสเป็นสัญญาณมาตรฐานของระบบโทรทัศน์

แผงวงจรเก็บภาพ เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยการดิจิไตซ์สัญญาณโทรทัศน์ที่ได้จากอุปกรณ์จำพวก กล้องหรือเครื่องเล่นวิดีโอ ภาพที่ผ่านการดิจิไตซ์จะถูกเก็บบนหน่วยความจำที่สามารถอ้างถึงได้ด้วยวิธีการทางซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์

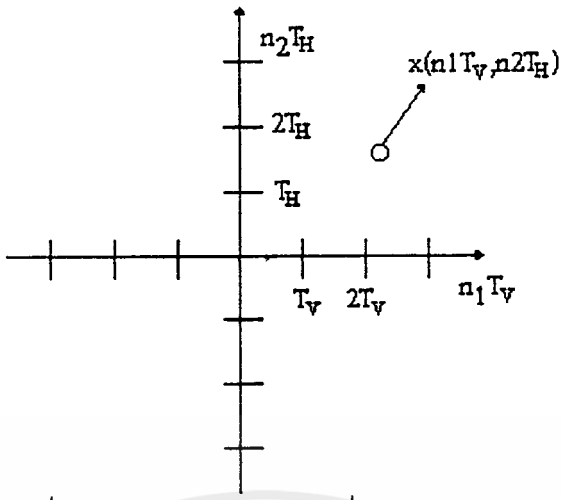
คอมพิวเตอร์ เป็นอุปกรณ์ใช้ในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ โดยสั่งผ่านทางซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถโปรแกรมให้ทำงานให้ถูกต้องตามแต่ละจุดประสงค์ของงาน ดังนั้นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการประมวลผลนั้นต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติหลาย ๆ ประการเช่น ความเร็ว ความยืดหยุ่นต่ออุปกรณ์รอบข้าง เป็นต้น

ซอฟต์แวร์ เป็นส่วนที่เขียนขึ้นเพื่อให้ระบบทำงานเป็นไปตามทิศทางที่เราต้องการและมีความยืดหยุ่นมากน้อยตามแต่ผู้วางระบบจะนำมาใช้ ในส่วนนี้จะสำคัญมากเพราะระบบจะทำงานได้หรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับส่วนนี้ด้วยเหมือนกัน

ระบบสองมิติ (Two-Dimensional Systems)

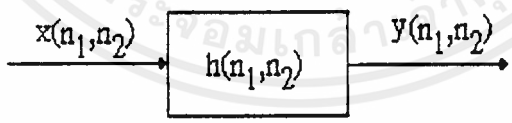
สัญญาณแซมปลิ้งสองมิติ สามารถนำมาอยู่ในรูปของลำดับสองมิติ เช่น $x(n_1T_V, n_2T_H)$ เมื่อ n_1 และ n_2 เป็นค่าจำนวนเต็มและ T_V กับ T_H เป็นระยะห่างในการสุ่มทางแนวตั้งและแนวนอนตามลำดับ เพื่อให้ง่ายในการพิจารณาเราจะให้ทั้ง T_V กับ T_H เป็น 1 ดังนั้นเราสามารถเขียนใหม่ได้เป็น $x(n_1, n_2)$ โดยฟังก์ชันนี้จะเป็นค่าความเข้มหรือแมกนิจูดของสัญญาณที่ตำแหน่ง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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 แสดงภาพในทางสปาเชี่ยนโดเมน

ถึงแม้ว่าสัญญาณหนึ่งมิติสามารถที่จะประมวลผลด้วยวิธีการเดียวกับการประมวลผลสัญญาณสองมิติได้ โดยการทำการประมวลผลแต่ละแถวหรือแต่ละคอลัมน์ แต่วิธีการแบบดังกล่าวนี้อาจจะไม่ได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่ดีเท่ากับการประมวลผลในระบบสองมิติ ตัวอย่างเช่นการหาขอบภาพหรือถ้ามองเป็นระบบฟิลเตอร์จะเป็นการกรองความถี่สูง (high pass filter) ระบบหนึ่งมิตินั้นจะเป็นการทำที่ละแถวดังนั้นผลของขอบที่ได้จะเป็นขอบในแนวเดียวคือทางแนวตั้งหรือทางแนวนอน และผลของขอบอีกทิศทางหนึ่งจะไม่ปรากฏขึ้น ดังนั้นถ้าหากต้องการให้ได้ขอบทั้งสองแนวจะต้องประมวลผลสองครั้ง ทำให้ต้องเสียเวลาในการอ่านข้อมูลสองครั้ง แต่ในระบบสองมิติจะสามารถทำการหาขอบได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอนซึ่งจะช่วยลดเวลาในการอ่านข้อมูล โดยระบบการประมวลผลแบบสองมิติแสดงในภาพในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงระบบประมวลผลสองมิติ

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

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

เมื่อ $\times$ แสดงถึงการประสานและ $h = (n_1,n_2)$ เป็น impulse-response ระบบสองมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีของการสุ่มและการควอนไตซ์

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

การสุ่ม(Sampling)

ฟังก์ชันของการสุ่มสามารถเขียนเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ด้วยอิมพัลซ์ฟังก์ชัน ที่กระทำกับสัญญาณภาพซึ่งสามารถกำหนดได้ดังนี้

$$\int_{-\infty}^{\infty}\int f(x,y)\delta(x-x_0,y-y_0)dxdy = f(x_0,y_0) \qquad (2.2)$$

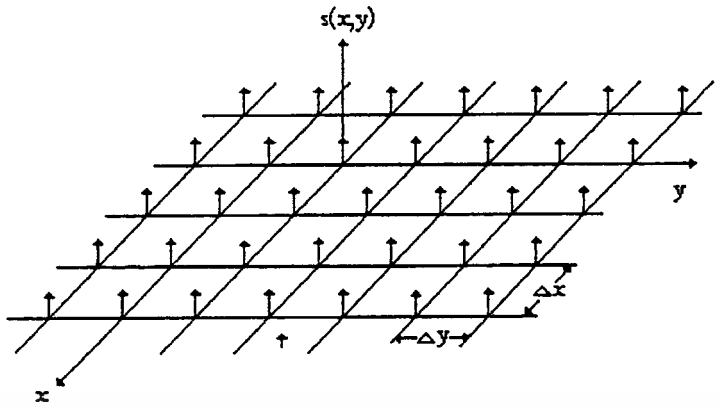
ฟังก์ชันของการสุ่มสองมิตินั้นจะประกอบด้วยพัลซ์เทรนที่ห่างขนาด Δx ในทิศทาง x และช่วงห่าง Δy ในทิศทาง y ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยฟังก์ชันของภาพจะเป็น $f(x,y)$ และมีค่า x และ y ที่ต่อเนื่องการสุ่มทำได้โดยการคูณอิมพัลซ์กับฟังก์ชันภาพคือ $s(x,y)f(x,y)$ ส่วนในการทำทางด้านความถี่คือการประสาน $S(u,v)$ และ $F(u,v)$ 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 $F(u,v)$ จะได้ผลลัพธ์ที่แสดงได้ดังรูปที่ 7 ซึ่งมีช่วงที่เป็นคาบ ๆ ในทิศทางสองมิติอยู่ภาพในพื้นที่ขนาด $2W_u \times 2W_v$ พื้นที่นี้คือแบนด์ลิมิต (band-limit) ของฟังก์ชัน $f(x,y)$

จากรูปที่ 7 ถ้าจะไม่ทำให้เกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณเวลาแปลงกลับต้องใช้ความถี่ในการสุ่มให้มีค่าสูงกว่าความถี่ของสัญญาณที่ถูกสุ่มเพื่อเป็นการป้องกันการซ้อนกันทางความถี่ในการสุ่มมากกว่า 2 เท่าของความถี่สัญญาณ นั้นคือ

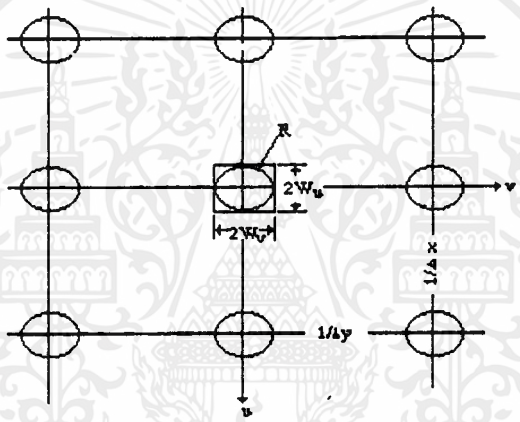
$$\Delta x \le \frac{1}{2W_u} \quad \text{หรือ} \quad \Delta x > 2W_u \qquad (2.3)$$

$$\Delta y \le \frac{1}{2W_v} \quad \text{หรือ} \quad \Delta y > 2W_v \qquad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แสดงฟังก์ชันของการสุ่ม 2 มิติ



รูปที่ 7 แสดงเบนด์ลิมิตที่โดเมนความถี่

ความถี่ที่ใช้ในการสุ่มในระบบของภาพนั้นจะเป็นตัวบ่งบอกถึงขนาดของภาพ ภาพที่ผ่านการสุ่มด้วยความถี่สูง ๆ ก็จะได้จำนวนจุดภาพที่สูงขึ้น สามารถเก็บรายละเอียดได้มากขึ้น ในกรณีที่จำนวนจุดภาพมีค่าต่ำจะทำให้เกิดผลอย่างหนึ่งคือ การเกิดซ้ำกันของจุดภาพ (pixel replication) ทำให้เห็นภาพเป็นบล็อก ๆ (checker-board effect)

การควอนไตซ์

การควอนไตซ์เป็นการเข้ารหัสของระดับที่ผ่านการสุ่ม เพื่อจัดเข้าระดับที่เป็นมาตรฐาน หรือเป็นไปตามที่ต้องการ แต่ในทางด้านการประมวลผลภาพการควอนไตซ์เป็นการจัดระดับของสัญญาณภาพที่ผ่านการสุ่มให้อยู่ในระดับสีเทา ระดับสีเทาที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับจำนวนบิตของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลดิจิตอล จำนวนของระดับสีเทาที่ใช้นั้นเท่ากับส่องยกกำลังตามจำนวนบิต แสดงตามจำนวนบิต แสดงตามสมการ (2.5) ได้ดังนี้

$$G = 2^m \tag{2.5}$$

เมื่อ G เท่ากับระดับสีเทาและ m เป็นจำนวนบิตของข้อมูลดิจิตอลที่ใช้ ตัวอย่างเช่น ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลที่ให้ข้อมูลดิจิตอลจากแปลงแล้ว 8 บิต ทำให้ได้ระดับของสีเทาที่แตกต่างกัน 256 ระดับ

ระดับของการควอนไตซ์นั้นจะมีผลต่อภาพที่เก็บ ถ้าใช้ในระดับความแตกต่างน้อยหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือจำนวนบิตของข้อมูลดิจิตอลที่น้อยกว่าปกตินั้นจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าความห่างของระดับนั้นมีมาก เวลาทำการควอนไตซ์จะเกิดการปรับค่าที่ได้จากการสุ่มให้เข้าสู่ระดับที่กำหนด ถ้าข้อมูลที่ได้จากการสุ่มห่างจากระดับที่กำหนดเท่าใดก็จะทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนมากขึ้นเท่านั้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือเราไม่มีระดับสีเทาที่แทนค่าของระดับความเข้มของภาพได้ทั้งหมด ส่วนจำนวนระดับสีเทาหรือบิตของข้อมูลภาพที่ใช้นั้นปกติไม่ควรต่ำกว่า 64 ระดับสีเทาหรือจำนวนบิตไม่ควรต่ำกว่า 6 บิต จึงเหมาะสมกับสายตาของคนเราที่ไม่รู้สึกว่าเกิดการคลาดเคลื่อนขึ้นกับภาพ แต่ถ้าใช้จำนวนระดับที่ต่ำกว่านี้จะทำให้เกิดผลอย่างหนึ่งที่เรียกว่า "ขอบเทียม"(false contour) แม้มีการใช้จำนวนบิตของจุดภาพที่น้อยลงแต่สายตาเราก็ยังไม่สามารถตรวจจับความแตกต่างของภาพได้ แต่ถ้ามีการลดจำนวนบิตของจุดภาพลงไปอีก จะทำให้เราสามารถตรวจจับความผิดเพี้ยนของภาพที่เกิดขึ้นได้

ในการกำหนดขนาดของภาพและระดับสีเทาของภาพสำหรับแผงวงจรเก็บภาพจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับงานที่จะใช้ซึ่งโดยรวมแล้วเป็นการกำหนดรายละเอียดของภาพ (Resolution of Image) ถ้ากำหนดภาพที่มีรายละเอียดสูง ๆ ก็จะได้คุณภาพที่ดีแต่ทำให้ต้องใช้หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลภาพที่มีขนาดใหญ่มาก หรือถ้ากำหนดรายละเอียดของภาพต่ำก็จะสามารถใช้หน่วยความจำขนาดเล็กแต่อาจไม่ละเอียดเท่าที่ควร ฉะนั้นการออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพควรให้มีความเหมาะสมระหว่างคุณสมบัติของภาพที่ต้องการกับงบประมาณที่ต้องจ่ายไป

ทฤษฎีการแปลงภาพ

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงวิธีการปรับปรุงภาพและการแปลงภาพ โดยปกติแล้วข้อมูลภาพที่ได้มานั้นอาจไม่ได้เป็นไปตามความต้องการ เช่น อาจจะได้ภาพที่มีความแตกต่างไม่เพียงพอบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสว่างไม่เพียงพอบ้างความแตกต่างไม่เพียงพอบ้าง เป็นต้น ในกรณีนี้ต้องใช้วิธีการหรืออัลกอริทึมเกี่ยวกับการปรับปรุงภาพมาใช้เพื่อที่จะให้ได้ภาพที่มีคุณภาพที่ดีขึ้น ส่วนในกรณีของการแปลงภาพนั้นจะเป็นการแปลงภาพในลักษณะหนึ่งไปเป็นลักษณะหนึ่งเพื่อให้เหมาะสมกับงานที่ใช้ เช่น การแปลงภาพที่เป็นสองระดับที่จะนำเข้าสู่กระบวนการจดจำข้อมูลของหุ่นยนต์ หรือการแปลงภาพเป็น เนกกาทีฟเพื่อใช้ในการถ่ายภาพลงฟิลม์ที่ใช้ในวงการแพทย์ เป็นต้น

การแปลงภาพเป็นสองระดับ

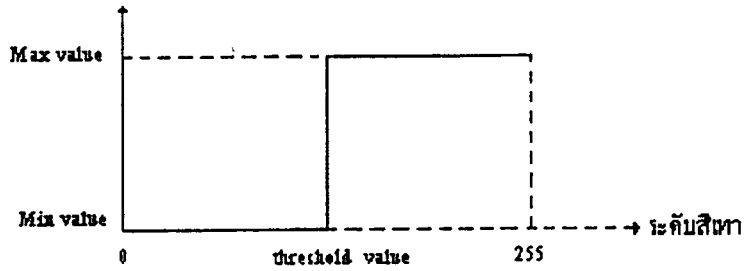
การแปลงภาพ เป็นสองระดับนั้นเพื่อให้ข้อมูลภาพที่เป็นวัตถุกับพื้นที่ของภาพ แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ทำให้สามารถแยกแยะวัตถุในภาพได้ง่ายยิ่งขึ้น อีกทั้งเมื่อทำภาพเป็นสองระดับแล้วจะช่วยให้สามารถลดข้อมูลภาพลงได้อย่างมาก เพราะข้อมูลภาพสองระดับในหนึ่งจุดภาพสามารถแทนที่บิตข้อมูลเพียงหนึ่งบิตเท่านั้น ช่วยให้สามารถบีบอัดข้อมูลภาพได้สูงและช่วยลดหน่วยความจำที่ใช้ลงได้มาก ข้อมูลภาพสองระดับนี้ โดยมากมักจะนำไปใช้ในการรู้จำวัตถุหรือสัญญลักษณ์ต่าง ๆ ของภาพ

การแปลงภาพด้วยวิธีการนี้ สามารถทำได้ด้วยการตั้งค่าตัดสินใจ (Threshold) เพื่อแยกข้อมูลภาพออกเป็นสองกลุ่ม โดยค่าของจุดภาพที่มากกว่าหรือเท่ากับค่าตัดสินใจก็ให้มีค่าอยู่ที่ระดับสูง ส่วนค่าของจุดภาพที่ต่ำกว่าค่าตัดสินใจนั้นจะถูกจัดให้อยู่ในระดับที่จะให้ภาพสองระดับที่ดีหรือเหมาะสมกับงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละภาพนั้น ๆ วิธีการดังกล่าวนี้สามารถเขียนแทนด้วยสมการทางคณิตศาสตร์คือ

$$f(x,y) = \begin{cases} Max & ; f(x,y) \geq threshold \\ Min & ; Otherwise \end{cases} \qquad (2.6)$$

โดยค่า Max และค่า Min เป็นค่าระดับสูงและต่ำที่ตั้งไว้ตามลำดับ และ threshold เป็นค่าตัดสินใจที่ตั้งไว้ แสดงในรูปที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

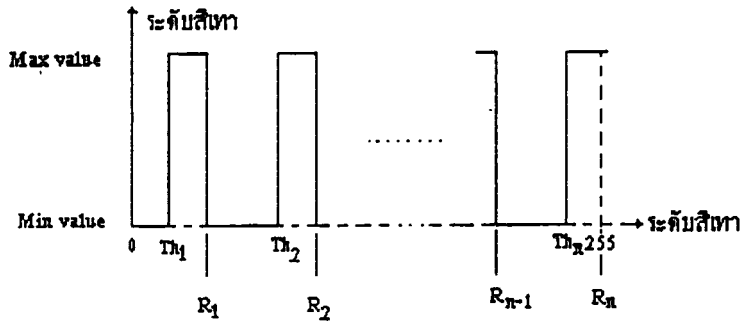


รูปที่ 8 แสดงกราฟของการแปลงภาพเป็นสองระดับค่าตัดสินใจค่าเดียว

ในการแปลงภาพแบบสองระดับแบบหลายค่า ซึ่งเป็นการแยกข้อมูลในแต่ละช่วงย่อย ๆ สามารถแทนด้วยสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$f(x,y)\begin{cases} Max & ,f(x,y) \geq Th_1 \& 0 \leq f(x,y) \leq R_1 \\ Min & ,f(x,y) < Th_1 \& 0 \leq f(x,y) \leq R_1 \\ Max & ,f(x,y) \geq Th_2 \& R_1 < f(x,y) \leq R_2 \\ Min & ,f(x,y) < Th_2 \& R_1 < f(x,y) \leq R_2 \\ & \\ Max & ,f(x,y) \geq Th_n \& R_n < f(x,y) \leq 255 \\ Min & ,f(x,y) \geq Th_n \& R_n < f(x,y) \leq 255 \end{cases} \quad (2.7)$$

ในรูปที่ 9 เป็นกราฟแสดงฟังก์ชันการแปลงข้อมูลภาพเป็นสองระดับแบบค่าตัดสินใจหลายค่าตามลำดับ



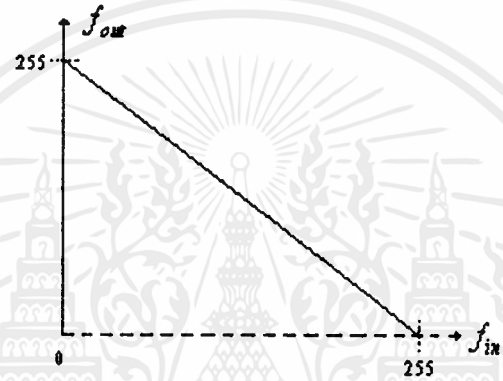
รูปที่ 9 แสดงกราฟของการแปลงภาพเป็นสองระดับแบบค่าตัดสินใจหลายค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงภาพเนกกาทีฟ

การแปลงภาพให้เป็นภาพเนกกาทีฟ คือการทำให้ค่าของจุดภาพที่มีระดับสูงกลับเป็นค่าระดับต่ำและให้ค่าของจุดภาพที่มีระดับต่ำกลับให้เป็นระดับสูง การประยุกต์ใช้งานส่วนมากทำเพื่อที่จะนำไปถ่ายลงบนฟิลม์ สามารถแสดงเป็นสมการสำหรับการคำนวณแบบเชิงเส้นดังสมการ (2.8) ส่วนกราฟของการแปลงภาพเป็นเนกกาทีฟแสดงตามรูปที่ 10

$$f_{out}(x,y) = 255 - f_{in}(x,y) \qquad (2.8)$$

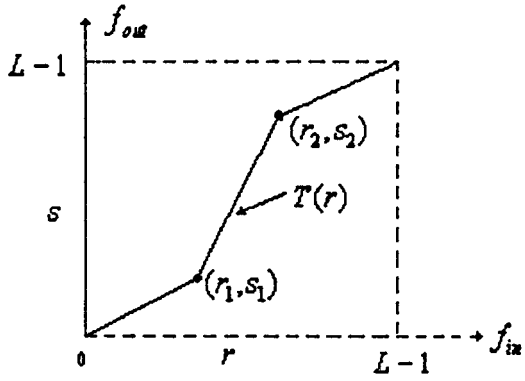


รูปที่ 10 แสดงกราฟของการแปลงภาพเป็นเนกกาทีฟ

การยืดความแตกต่างของภาพ (Contrast stretching)

ข้อมูลภาพที่ได้บางครั้งจะพบว่ามีความแตกต่างกันต่ำ ทั้งนี้เพราะจุดภาพส่วนใหญ่มีค่าระดับสีเทาใกล้เคียงกันทำให้ไม่สามารถแยกแยะรายละเอียดของข้อมูลภาพ ทั้งนี้อาจเกิดจากหลายสาเหตุเช่น เกิดจากแสงที่ใช้ในการถ่ายภาพไม่สมบูรณ์ ความบกพร่องของอุปกรณ์ตรวจจับภาพ หรือการปรับแต่งของเลนส์ในตอนเก็บภาพ เป็นต้น ดังนั้นจึงมีการประมวลผลภาพเพื่อทำการเพิ่มความแตกต่างของภาพให้สูงขึ้น ซึ่งวิธีการที่ว่านี้คือ การยืดความแตกต่างของภาพ (Contrast stretching) วิธีการแปลงภาพเพื่อให้ได้ความแตกต่างที่สูงขึ้นแสดงได้ดังภาพที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 แสดงกราฟของการแปลงภาพเพื่อยืดความแตกต่าง

จากรูปที่ 11 เป็นกราฟของการแปลงข้อมูลภาพ โดย r จะเป็นข้อมูลระดับสีเทาของอินพุท S จะเป็นระดับสีเทาของเอาต์พุท และ L เป็นระดับสีเทาสูงสุดของข้อมูลภาพที่เป็นไปได้ โดยตำแหน่งที่จุด (r_1,s_1) และ (r_2,s_2) เป็นตัวกำหนดรูปร่างของฟังก์ชัน $T(r)$ ที่ใช้ในการแปลงข้อมูล ถ้า $r_1=s_1$ และ $r_2=s_2$ จะได้ฟังก์ชันการแปลงที่เป็นเชิงเส้นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอินพุท และถ้า $r_1=r_2, s_1=0$ และ $s_2=L-1$ ก็จะเป็นฟังก์ชันการแปลงของข้อมูลภาพเป็นสองระดับดังที่กล่าวมาแล้ว จากการเปลี่ยนแปลงค่าของ (r_1,s_1) และ (r_2,s_2) ให้มีค่าต่าง ๆ กันนั้นทำให้ฟังก์ชันมีการแปลงแปรเปลี่ยนไปส่งผลให้ข้อมูลของเอาต์พุทแตกต่างกันออกไปข้อมูลภาพที่มีระดับสีเทาอยู่ในช่วง $r_1 \le r \le r_2$ จะถูกแปลงให้มีค่าออกมาในช่วงของ $s_1 \le s \le s_2$ ดังนั้นเมื่อต้องการที่จะขยายช่วงของข้อมูลภาพที่ช่วงใดก็ให้กำหนดค่าของ r_1 และ r_2 ให้ครอบคลุมข้อมูลในช่วงนั้นไว้ และกำหนดค่าของ S_1 และ S_2 ให้ครอบคลุมช่วงที่กว้างขึ้นเพื่อให้ $T(r)$ เกิดความชันสูง ก็จะเป็นการยืดค่าของข้อมูลออกไปได้และให้ข้อมูลภาพที่มีความแตกต่างของระดับสีเทาในภาพสูงขึ้นซึ่งจะเป็นการเพิ่มความแตกต่างของภาพนั้นเอง ส่วนช่วงข้อมูลภาพที่อยู่นอกเหนือจากช่วงนี้อาจทำการแปลงให้มีค่าของย่านที่แคบลงสำหรับข้อมูลที่ไม่สำคัญเท่าใดนัก

การบีบอัดย่านไดนามิก (Compression of dynamic range)

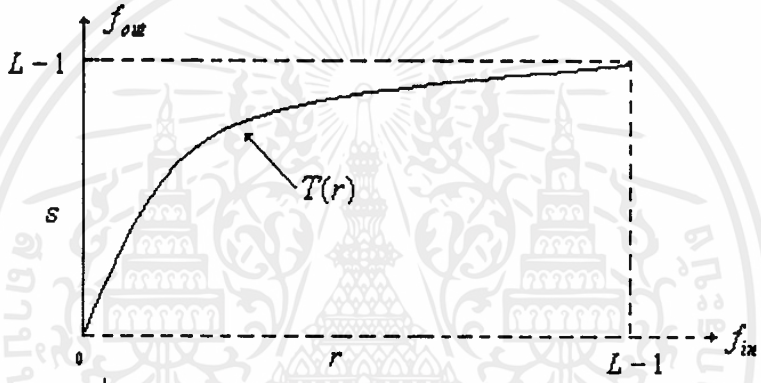
ในบางเวลาย่านของข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลมีค่าเกินกว่าที่อุปกรณ์แสดงผลที่จะรับได้ ซึ่งส่งผลให้เกิดความสว่างจ้าเกินไป และถ้าทำการสเกลย่านของข้อมูลเหล่านี้ลงมาให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 255 ในกรณีของการแสดงผลข้อมูลขนาด 8 บิต ก็จะส่งผลให้ได้ข้อมูลที่อยู่ในระดับต่ำมาก ๆ เมื่อไปแสดงผลก็จะไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดได้ ปัญหาที่พบบ่อยสำหรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสเปคตรัมฟูเรียร์ (Fourier spectrum) ดังนั้นเพื่อที่จะบีบอัดข้อมูลที่เกินย่านของการแสดงผล และขยายช่วงข้อมูลที่อยู่ระดับต่ำให้มีการกระจายสูงขึ้น ซึ่งฟังก์ชันของการแปลงเป็นไปตามสมการนี้

$$s = c\log(1+|r|) \tag{2.9}$$

เมื่อ c เป็นค่าของการสเกล และฟังก์ชันล็อกการิทึมจะเป็นตัวบีบอัดย่านข้อมูลตามที่ต้องการ และ r คือค่าของอินพุทที่เข้า ส่วน S เป็นเอาต์พุทที่อยู่ในช่วง 0 ถึง 255 เพื่อที่สามารถไปแสดงผลได้ กราฟของสมการดังกล่าวแสดงได้ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงกราฟของฟังก์ชัน $s = c\log(1+|r|)$

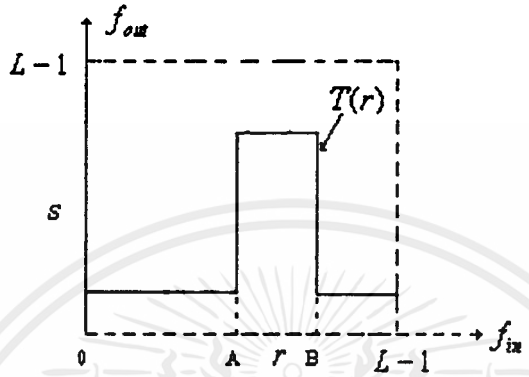
การหาค่าสเกล $c = \dfrac{L-1}{\log(1+|r|)}$ โดย L จะเป็นค่าสูงสุดของเอาต์พุทในกรณีนี้จะเท่ากับ 255 และ R เป็นค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ของอินพุท

การเฉือนระดับสีเทา (Gray-level slicing)

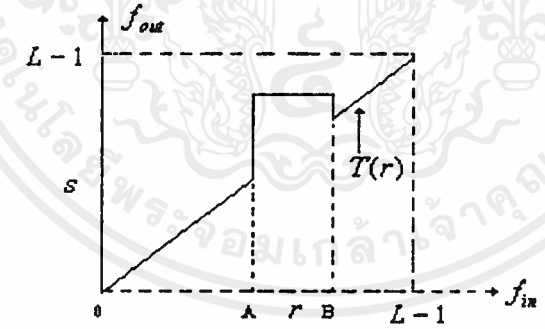
ในบางกรณีที่ต้องการเน้นช่วงของระดับสีเทาในภาพให้เด่นขึ้นมา เพื่อให้สามารถสังเกตเห็นบางข้อมูลได้ชัด เช่นการหาส่วนที่เป็นพื้นน้ำของภาพถ่ายดาวเทียม และ การหาสิ่งแปลกปลอมที่เกิดขึ้นในภาพเอ็กซ์เรย์ เป็นต้น ซึ่งมีหลายวิธีการที่ทำได้แต่ที่นิยมใช้กันมาก มีอยู่สองวิธีคือ การเน้นย่านข้อมูลภาพให้เด่นขึ้นโดยจัดค่าให้อยู่ในระดับใดระดับหนึ่งที่สูงจากค่าเดิม ส่วนย่านข้อมูลที่มีค่าที่น้อยกว่าหรือมากกว่าย่านที่กำหนดจะถูกแปลงให้ไปรวมอยู่ที่ค่าด้านต่ำค่าใดค่าหนึ่ง ซึ่งจะได้ภาพออกมาเป็นสองระดับเป็นการแยกวัตถุกับพื้นของภาพได้อย่างชัดเจน กราฟของการแปลงแสดงได้ดังรูปที่ 13 และในอีกลักษณะหนึ่งคือการเน้นย่านข้อมูลภาพเช่นเดียวกันกับลักษณะแรกแต่ข้อมูลที่อยู่นอกเหนือย่านที่กำหนดจะคงเดิมไว้ด้วยฟังก์ชันการแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบเชิงเส้นแบบที่มีความชันเท่ากับหนึ่ง เพื่อไม่ให้ข้อมูลที่เป็นพื้นของภาพสูญเสียรายละเอียดไป แสดงกราฟของการแปลงดังรูปที่ 14 โดย A เป็นค่าระดับต่ำของย่าน และ B เป็นค่าระดับสูงของย่านที่สนใจ



รูปที่ 13 แสดงกราฟของการแปลงภาพเพื่อเน้นภาพในลักษณะภาพสองระดับ



รูปที่ 14 แสดงกราฟของการแปลงภาพเพื่อเน้นภาพวัตถุ
ที่ยังคงข้อมูลที่เป็นพื้นฐานของภาพไว้

สกาล่าร์และเวกเตอร์อิมเมจ

ชนิดของข้อมูลภาพทั่วไปที่ใช้สำหรับการปรับปรุงภาพปกติแล้วมีอยู่สองชนิดคือ ข้อมูลภาพชนิด สกาลาร์อิมเมจ (Scalar Image) ซึ่งแต่ละจุดภาพจะเป็นตัวบ่งบอกค่าของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

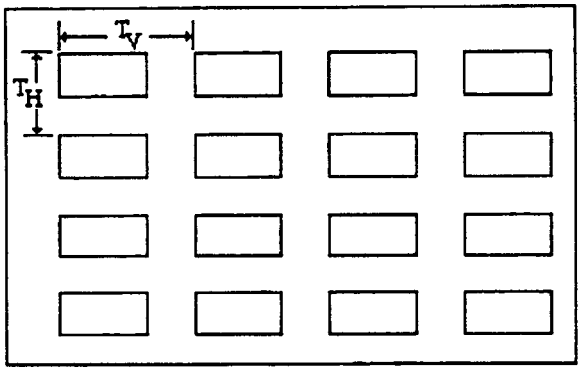
ความสว่างหรือระดับสีของภาพด้วยตัวมันเองเพียงค่าเดียว ตัวอย่างเช่นข้อมูลภาพขาวดำ ส่วนข้อมูลภาพชนิดที่สองนั้นเรียกว่า เวกเตอร์อิมเมจ (Vector Image) ข้อมูลแต่ละจุดภาพจะเป็นเวกเตอร์ของค่าความสว่างที่เป็นองค์ประกอบของสีทั้งสาม คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ในกรณีที่ต้องการให้ได้สีของจุดภาพนั้น ๆ ก็ต้องนำค่าเวกเตอร์หรือองค์ประกอบทั้งสามสีที่ตำแหน่งนั้นมาประมวลผลเพื่อรวมกัน แต่สำหรับการปรับปรุงภาพทั่วไปแล้วจะทำกับข้อมูลภาพที่เป็น สกาล่าร์ ส่วนในกรณีที่ต้องทำกับข้อมูลภาพที่เป็น เวกเตอร์ ก็จะแยกการประมวลผลเป็นสามสีอย่างอิสระ (สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน) โดยการประมวลผลแต่ละสีจะทำแบบสกาล่าร์

การประมวลผลภาพเพื่อการปรับปรุงภาพ

การประมวลผลภาพเพื่อการปรับปรุงภาพที่เป็นข้อมูลภาพทั้งสองชนิดที่ได้ล่ วมกไว้แล้วในหัวข้อเรื่องสการล่าร์และเวกเตอร์อิมเมจ โดยสามารถทำได้ทั้งทางด้านสปาเซี่ยนโดเมนหรือโดเมนอื่น ๆ เช่น ฟูเรียร์โดเมน เป็นต้น ในสปาเซี่ยนโดเมนค่าของจุดภาพใหม่จะเปลี่ยนแปลงไปโดยอาศัยข้อมูลของจุดภาพเดิมเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นการประมวลผลแบบโลคอลหรือการประมวลผลแบบจุด (Local and point processing) ส่วนอีกวิธีการหนึ่งคือการประมวลผลภาพด้วยจุดข้างเคียง (neighborhood process) หรือการใช้ฟิลเตอร์ที่เป็นหน้ากาก (Mask) สำหรับการทำคอนโวลูชั่นกับภาพต้นแบบเพื่อให้ได้ค่าตามต้องการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าที่กำหนดในหน้ากากนั้น ๆ เช่นการทำเพิ่มความคมของภาพ (Shapening) การทำการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการใช้วิธีการเฉลี่ยค่าของจุดภาพ การหาค่ากลาง (Median Filter) เป็นต้น การประมวลผลสำหรับวิธีการนี้ต้องใช้หน่วยความจำในการประมวลผลมาก เพราะต้องใช้การเก็บค่าของจุดภาพข้างเคียงหลายจุดภาพเพื่อใช้ในการหาค่าจุดภาพใหม่เพียงจุดเดียว ทำให้ได้ความเร็วในการประมวลผลแล้ว ในทางปฏิบัติคือต้องการทำการใช้ชิฟรีจิสเตอร์ และ อาร์เรย์โปรเซสเซอร์ในการประมวลผล ดังนั้น ณ ที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการประมวลผลแบบจุดเท่านั้น

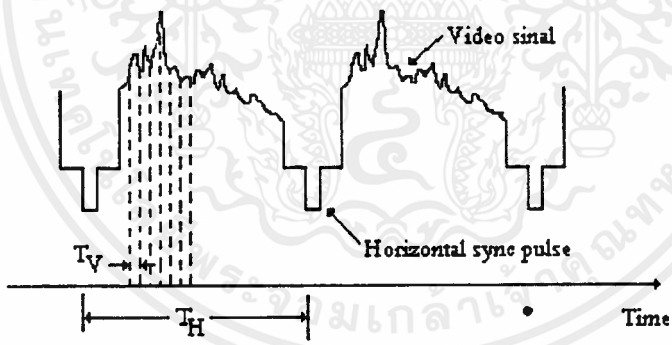
การเลือกหน่วยว่าจะเป็นพื้นที่หรือเวลานั้นขึ้นอยู่กับต้นกำเนิดของภาพซึ่งเป็นการฉาย (projection) จากระบบสามมิติสู่ระบบสองมิติ ถ้าภาพที่ได้จากเมตริกของ CCD ดังนั้นหน่วยของ T_v และ T_H ควรจะเป็นพื้นที่แสดงดังรูปที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15 แสดงระยะของการแซมปลิ้งบนเมตริก CCD

ในทางกลับกันถ้าเป็นสัญญาณภาพของโทรทัศน์ควรจะใช้หน่วยเป็นเวลาสำหรับ T_v และ T_H เมื่อเทียบกับสัญญาณภาพที่ถูกแซมปลิ้งโดยตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล ช่วงเวลา T_v จะเป็นช่วงเวลาของการสุ่มสัญญาณภาพแต่ละจุดในช่วงหนึ่งเส้นสแกน และ T_H เป็นช่วงเวลาของเส้นสแกนของระบบโทรทัศน์ในหนึ่งเส้นสแกนทางแนวนอน แสดงทางแนวนอน แสดงได้ดังรูปที่ 16



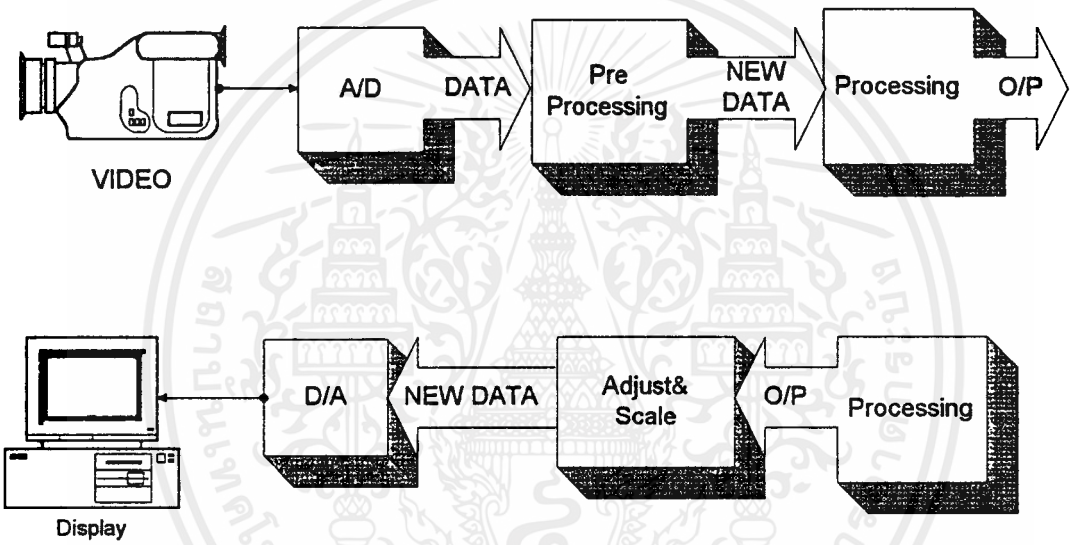
รูปที่ 16 แสดงเวลาของการสุ่มสำหรับเส้นสแกนของสัญญาณโทรทัศน์

หน่วยความจำแบบฟังก์ชัน

การแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลนั้นบางครั้งอาจจะยังไม่ดีพอหรือยังไม่เหมาะสมที่จะนำไปประมาลผลกับงานในด้านต่าง ๆ อาทิเช่น การตรวจสอบวัตถุในโรงงานอุตสาหกรรม รถเคลื่อนที่อัตโนมัติ การตรวจสอบลายนิ้วมือ การผลิตบัตรที่มีรูปภาพ และการวางวัตถุโดยอัตโนมัติ เป็นต้น ซึ่งในแต่ละงานที่กล่าวมานั้นต้องการข้อมูลภาพในลักษณะที่แตกต่างกันไป ดังนั้นจึงมีกระบวนการประมวลผลขั้นต้น (preprocessing) ก่อนนำข้อมูลภาพที่ได้นั้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาลผลต่อไป ในบางกรณีเช่น การนำข้อมูลออกแสดงผล โดยในบางครั้งผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลนั้นเป็นข้อมูลที่เกินความสามารถที่อุปกรณ์แสดงผลจะแสดงได้จึงต้องปรับแต่งข้อมูลภาพให้เหมาะสมก่อนส่งข้อมูลภาพออกสู่การแสดงภาพซึ่งกระบวนการดังกล่าวแสดงได้ดังภาพที 17 และจากความต้องการในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภาพที่ได้จากแผงวงจรภาพ เพื่อให้มีรูปแบบที่แตกต่างกันไป ทำให้ต้องมีการเพิ่มส่วนของการประมวลผลเบื้องต้นเข้ามารวมอยู่ในแผงวงจรเก็บภาพ ซึ่งจะทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการใช้งานกับงานประมวลผลภาพในหลาย ๆ ด้าน ในหัวข้อนี้จึงเป็นการนำฟังก์ชันหน่วยความจำ เข้ามาเพิ่มประสิทธิภาพให้กับแผงวงจรควบคุมการเก็บภาพให้สามารถใช้งานได้ดีขึ้นต่อไป



รูปที 17 กระบวนวิธีการประมวลผลภาพทั่วไป

โดยทั่วไปแล้วการแปลงข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่ต้องการนั้นต้องทำการใส่ค่าของข้อมูลอินพุทเข้าสู่ฟังก์ชันที่กำหนดไว้เพื่อทำการคำนาณ ซึ่งในบางกรณีต้องใช้เวลาในการคำนวณสูงกว่าจะได้เอาต์พุทออกมาแต่ละครั้ง ด้วยเหตุนี้จึงต้องหาวิธีการเพื่อที่จะช่วยให้การคำนวณเร็วขึ้น รายละเอียดของวิธีการต่าง ๆ จะได้กล่าวในย่อหน้าถัดไป

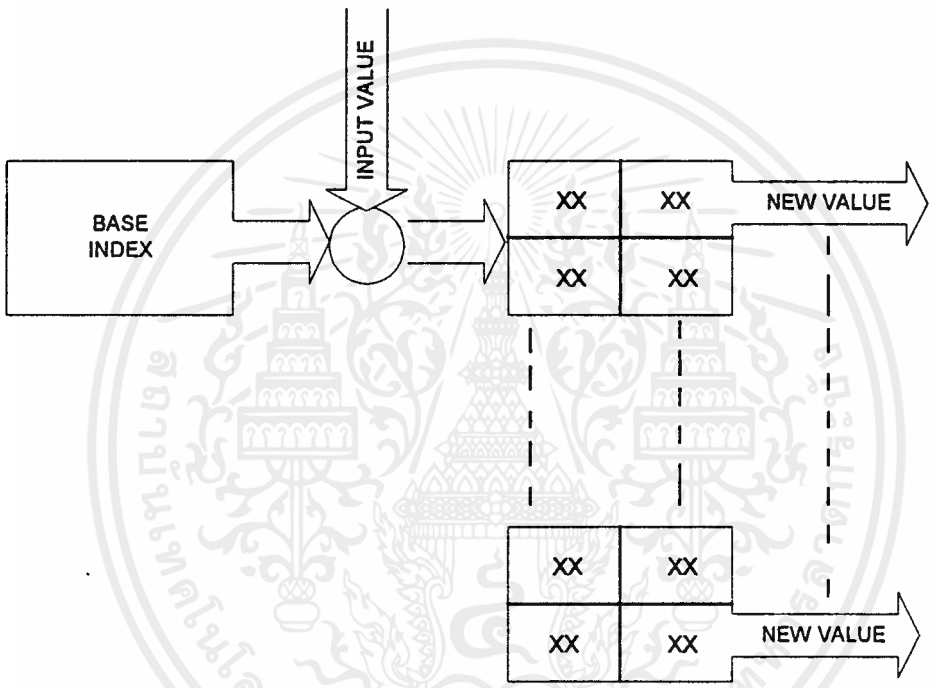
วิธีการเปิดตารางดู(LUT,Look-up Table)

วิธีการนี้การคำนวณค่าของเอาต์พุทเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเก็บอยู่ในลักษณะของต่างราง สำหรับการใช้งานจะเป็นการนำค่าของอินพุทมาเป็นออฟเซต ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมกับค่าของแอดเดรสตั้งต้นที่เป็นดัชนีของตาราง เพื่อนำค่าที่เก็บอยู่ในตำแหน่งดังกล่าวออกไปใช้งานแสดงภาพที่ 18

จากวิธีการแบบเปิดตารางทำให้สามารถลดเวลาในการคำนวณเหลือเพียงแค่การคำนวณหาค่าของตำแหน่งบนหน่วยความจำ และการอ่านข้อมูลเพื่อให้ได้ค่าของเอาต์พุทออกมาเท่านั้น แทนที่จะต้องเสียเวลาในการคำนวณฟังก์ชันเมื่อมีค่าอินพุทเข้ามาในแต่ละค่า ซึ่งบางฟังก์ชันนั้นต้องใช้รอบคำสั่งของเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนมาก กว่าจะได้ค่าของเอาต์พุทออกมา



รูปที่ 18 การอ้างตำแหน่งของวิธีการเปิดตารางดู

วิธีการใช้หน่วยความจำแบบฟังก์ชัน

จากวิธีการของการเปิดตารางดูนั้นเป็นวิธีการทางซอฟต์แวร์มีการเข้าถึงข้อมูลด้วยการใช้คำสั่งเขียนด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ วิธีการที่ใช้ในลักษณะนี้ยังมีความเร็วไม่สูงพอสำหรับงานที่ต้องการประมวลผลแบบเวลาจริง ดังนั้นจึงประยุกต์วิธีการดังกล่าวให้มีความเร็วที่สูงขึ้น ด้วยการพัฒนาจากที่ใช้ซอฟต์แวร์ในการทำงานให้เป็นฮาร์ดแวร์ ซึ่งจากวิธีการทางฮาร์ดแวร์นี้จะช่วยให้สามารถทำงานได้แบบเวลาจริง แต่ในทางปฏิบัตินั้นการออกแบบวงจรทางฮาร์ดแวร์เพื่อให้มีการทำงานตามฟังก์ชันที่ต้องการ จะทำให้ได้ยากมากและไม่ยืดหยุ่นในทางปฏิบัติเพราะความต้องการให้ข้อมูลภาพออกมาแตกต่างกันออกไป อีกทั้งยังต้องใช้อุปกรณ์เพิ่ม

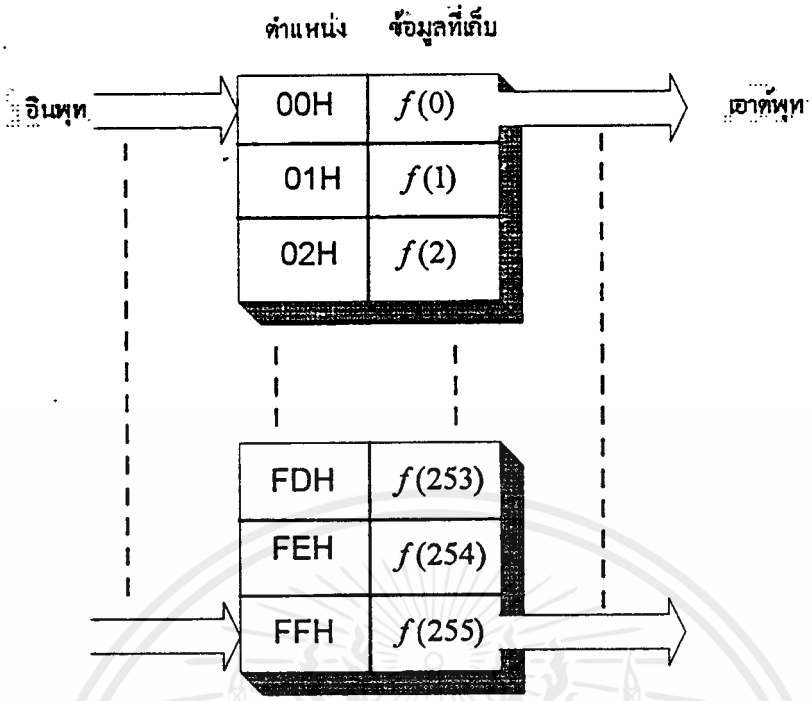
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
038527

มากขึ้นทำให้เสียงบประมาณไปในส่วนนี้ ดังนั้นจึงมีวิธีการที่นิยมใช้กันอีกวิธีหนึ่งเพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว ทำให้มีการทำงานแบบเวลาจริงและมีการใช้งานได้สะดวก ไม่เสียงบประมาณมากนัก นั้นคือวิธีการนำหน่วยความจำแบบฟังก์ชันเข้ามาทำงานแทนในส่วนนี้

หน่วยความจำแบบฟังก์ชันที่มาทำหน้าที่แทนการประมวลผลเบื้องต้นก็คือหน่วยความจำที่ใช้กันทั่วไปในระบบคอมพิวเตอร์นั้นเอง สามารถเป็นหน่วยจำพวก RAM, ROM, EPROM หรือ EEPROM มาทำเป็นหน่วยความจำแบบฟังก์ชันก็ได้ โดยมากแล้วเพื่อความยืดหยุ่นในการใช้งานจะใช้หน่วยความจำพวก RAM มาทำเป็นหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน ทั้งนี้เพราะสามารถเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันหรือข้อมูลที่อยู่ในตัวของ RAM ได้ตลอดเวลาเพียงแค่เขียนซอฟต์แวร์ในการควบคุมเท่านั้นโดยหน่วยความจำแบบฟังก์ชันถูกใช้เป็นตัวเก็บค่าของเอาต์พุทที่ได้จากการคำนาณจากฟังก์ชันที่ได้จากการคำนวณจากฟังก์ชันที่กำหนดไว้ ปกติแล้วย่านของข้อมูลเอาต์พุทจะอยู่ในย่านเดียวกันกับข้อมูลอินพุทซึ่งโดยมากจะเป็นเลขจำนวนเต็ม สำหรับข้อมูลภาพขนาด 8 บิต มีย่านของข้อมูลภาพตั้งแต่ค่า 0-255 ทำให้ขนาดของหน่วยความจำแบบฟังก์ชันที่นำมาใช้มีขนาดเท่ากับ 25๔ ไบต์ตามย่านของข้อมูลภาพอินพุท

วิธีการใช้งานหน่วยความจำแบบฟังก์ชันแบบฟังก์ชันทำได้ด้วยการใส่ข้อมูลที่ผ่านการแปลงด้วยฟังก์ชันที่กำหนด ข้อมูลที่ผ่านการแปลงเหล่านี้จะได้จากการนำค่าอินพุทที่ประมาณไว้จากค่าต่ำไปหาค่าสูงไปใส่ในสูตรที่ใช้คำนวณ หลังจากการคำนวณแล้วให้นำข้อมูลเอาต์พุทมาใสในตำแหน่งของ ฟังก์ชันหน่วยความจำ ตามตำแหน่งต่าง ๆ ขึ้นกับค่าของอินพุทซึ่งหมายความว่าถ้าใส่อินพุทที่ระดับไหนก็ให้นำเอาต์พุทใส่ให้กับฟังก์ชันหน่วยความจำที่ตำแหน่งนั้น เช่น ถ้าทำการคำนวณโดยใช้ค่าอินพุทที่ระดับ 10 ก็ใส่ค่าเอาต์พุทลงที่ตำแหน่งของฟังก์ชันหน่วยความจำ ที่ตำแหน่ง 10 เป็นต้น ที่ทำเช่นนี้เพราะเวลาที่นำข้อมูลภาพมาเปิดข้อมูลจากฟังก์ชันหน่วยความจำนั้นก็เหมือนกับการคำนวณค่าเอาต์พุทจากฟังก์ชันโดยใส่ค่าอินพุทตามข้อมูลภาพที่เข้ามานั้นเอง ภาพที่ 19 เป็นการแสดงการใช้งานและค่าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 การเก็บค่าเพื่อใช้งานของหน่วยความจำ

ฟังก์ชันที่ใช้กับหน่วยความจำแบบฟังก์ชันนั้นมีหลายแบบ เช่น ฟังก์ชันแบบเชิงเส้น เอ็กโปเนนเชียล ล็อกการิทึม โพลิโนเมียล เป็นต้น แต่การใช้งานต้องคำนึงถึงค่าของอินพุทและเอาต์พุทว่าอยู่ในย่านที่สามารถอ้างหรือเก็บไว้ในหน่วยความจำแบบฟังก์ชันที่ใช้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและสร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ

การแปลงสัญญาณภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอหรือเครื่องเล่นวิดีโอต่าง ๆ ให้เป็นข้อมูลภาพที่เป็นดิจิตอลสำหรับนำไปประมวลผลต่อด้วยคอมพิวเตอร์นั้น มีกระบวนการแปลงที่เรียกว่าการสุ่มและการเข้าระหัส กระบวนการเหล่านี้จะรวมเป็นอุปกรณ์ที่เรียกว่าตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งข้อมูลภาพที่ได้นั้นจะบอกรายละเอียดของภาพและระดับค่าของจุดภาพจะทำให้สามารถเก็บจำนวนข้อมูลภาพได้มากขึ้น และแต่ละจุดภาพสามารถให้รายละเอียดสูงขึ้น ในการเพิ่มจำนวนจุดภาพนั้นคือการเพิ่มอัตราการสุ่มต่อหนึ่งหน่วยเวลา และการเพิ่มระดับของจุดภาพจะเป็นการเพิ่มจำนวนบิทของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

การคำนวณความถี่ที่ใช้ในการสุ่มสัญญาณภาพ

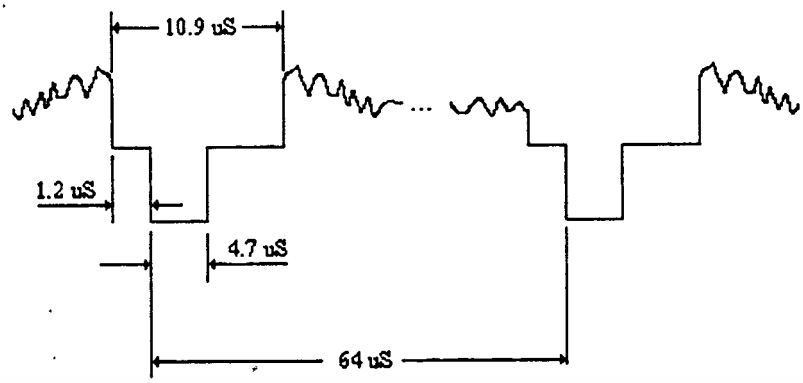
ในมาตราฐานของระบบโทรทัศน์ทั่วไปนั้นจะกำหนดคุณลักษณะของสัญญาณภาพรวมซึ่งจะมีการพิจารณาถึง เวลาในสแกนทางแนวนอนหนึ่งเส้นใช้เวลาเท่าไรจากนั้นก็นำเวลาดังกล่าวมาทำการหารด้วยจุดภาพตามต้องการเพื่อที่จะได้เวลาในการสุ่มแต่ละจุด ในระบบโทรทัศน์ของประเทศไทยจะเป็นระบบ PAL มีพารามิเตอร์ของการสแกนตามตารางที่ 1 และรูปที่ 20

ตารางที่ 1

Scanning	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. (MHz)	3.579545	4.433619	4.40625

แสดงพารามิเตอร์ของระบบโทรทัศน์สามระบบคือ NTSC, PAL และ SECAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 20 แสดงรายละเอียดของสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน

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

$$T_s = \frac{T_{hor}}{N} = \frac{53.1uS}{512} = 1.037 \times 10^{-7} S \qquad (3.1)$$

T_s คือเวลาในการสุ่มสัญญาณภาพแต่ละจุด

T_{hor} คือเวลาในการสแกนหนึ่งเส้นทางแนวนอนของโทรทัศน์

N คือจำนวนจุดภาพที่ต้องการในหนึ่งเส้นสแกนไลน์

ดังนั้นความถีในการสุ่มแต่ละจุดจะเท่ากับ

$$f_s = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{1.037 \times 10^{-7}} = 9.64 MHz \qquad (3.2)$$

จากความถี่ที่คำนวณได้ในการสุ่มขนาด 512 จุดภาพต่อหนึ่งเส้นสแกนไลน์นี้ จะเห็นเป็นการยากที่จะสร้างวงจรเพื่อกำเนิดสัญญาณให้ความถี่เท่านี้ จึงเลือกความถี่ที่สามารถกำเนิดได้ง่ายคือ 12 MHz

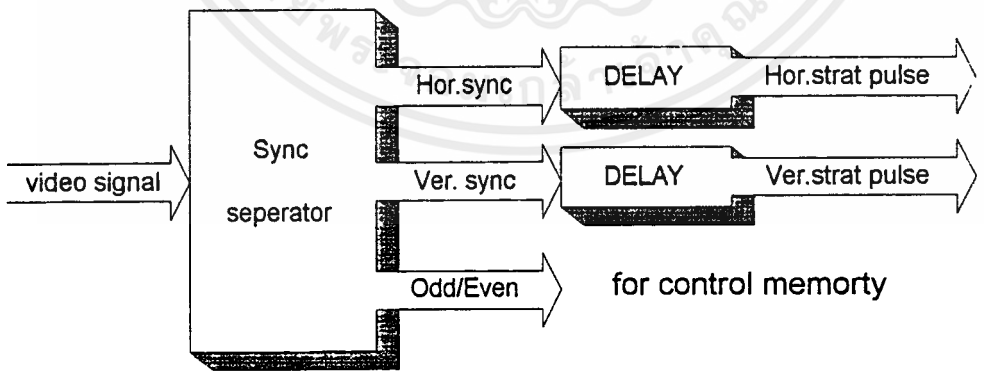
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางทางการออกแบบ

จากวิธีการที่กล่าวผ่านมาแล้วนั้นก็จะถึงขั้นตอนของการออกแบบวงจรเพื่อให้มีการทำงานตามจุดประสงค์ ในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงการออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ โดยใช้ ไอซีแปลงสัญญาณวิดีโอเป็นสัญญาณดิจิตอลเบอร์ Bt252 โดยรายยะเอียดในการออกแบบและการทำงานของแต่ละบล็อกนั้นจะได้กล่าวต่อไปในหัวข้อย่อยต่อไปตามนี้

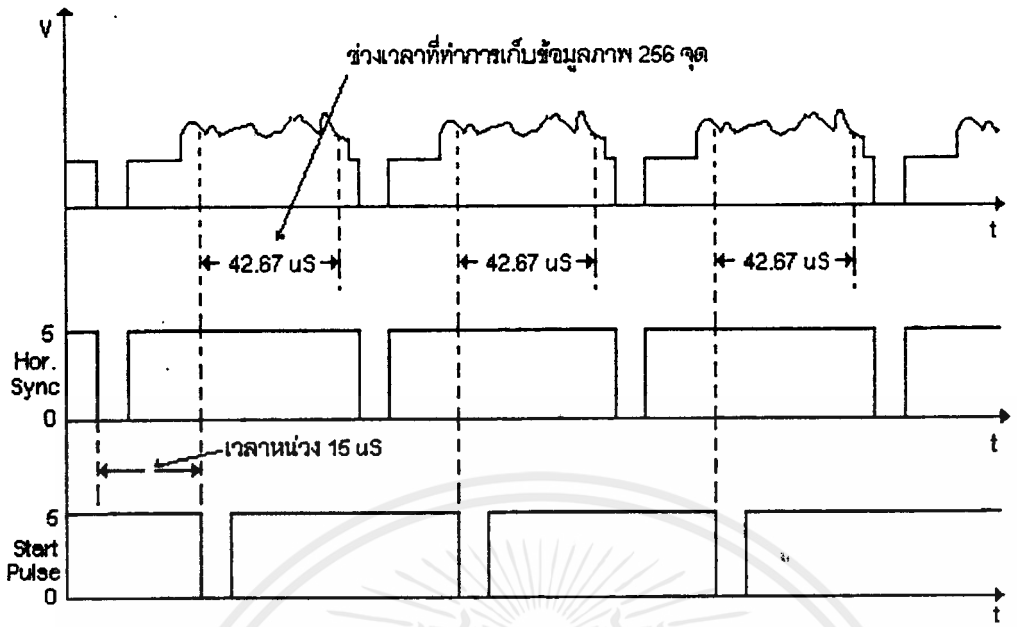
ส่วนของการแยกซิงค์

ส่วนของการแยกซิงค์เป็นตัวแยกสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน ซิงค์ทางแนวตั้ง และสัญญาณบ่งบอกฟิลด์คู่หรือฟิลด์คี่จากสัญญาณภาพรวม โดยเอาต์พุทที่ได้จะเป็นพัลซ์ซึ่งเป็นระดับแรงดันที่ใช้กับไอซีจำพวก TTL ซึ่งสัญญาณต่าง ๆ สัญญาณซิงค์ทั้งสองจะถูกนำไปเป็นควบคุมการนับของตัวกำเนิดสัญญาณแอดเดรสเพื่อให้การอ้างตำแหน่งของการจำเก็บหรือการอ่านข้อมูลทำได้อย่างถูกต้อง สัญญาณซิงค์นี้จะถูกหน่างเวลาสำหรับการเก็บจุดภาพทั้งนี้เพราะความถี่ที่ใช้ในการสุ่ม 12 MHz แทนที่จะเป็น 9.64 MHz จึงต้องหน่วงเวลาให้เลยช่วงแบลงค์กิ้งไประยะหนึ่งก่อนที่จะทำการสุ่มให้ได้จำนวนจุดภาพที่กำหนด สำหรับตัวหน่วงเวลานั้นจะทำหน้าที่ในการส่งพัลซ์ไปกระตุ้นให้ตัวกำเนิดสัญญาณแอดเดรสทางแนวนอนและแนวตั้งตามลำดับ จากที่ได้กล่าวมานี้จะได้บล็อกไดอะแกรมดังแสดงในภาพที่ 21 ส่วนผังเวลาของการหน่วงทางแนวนอนแสดงได้ดังภาพที่ 22



รูปที่ 21 แสดงส่วนของการแยกสัญญาณซิงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 22 แสดงผังเวลาของการหน่วงทางแนวนอน

ส่วนของการกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

ส่วนของการกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการสุ่มนั้นจะใช้คริสตอล 24 MHz ต่อร่วมกับอิเวอร์ติงเกต โดยสัญญาณนาฬิกา 24 MHz นี้จะถูกนำไปใช้สองด้านด้วยกัน ทางหนึ่งจะใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาสำหรับตัวนับเพื่อสร้างสัญญาณแดเดรส และสัญญาณซิงค์ ส่วนการใช้งานการใช้งานอีกด้านหนึ่งจะนำไปหารสองด้าย D flip-flop ให้เหลือความถี่ 12 MHz เพื่อนำไปใช้เป็นความถี่ในการสุ่มของตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

ส่วนของการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

ในโครงงานนี้ใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลที่เป็นไอซีสำเร็จรูปเบอร์ Bt 252 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำงานในด้านนี้โดยเฉพาะ ซึ่งมีหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน ขนาด 256X8 บิท สามารถควบคุมฟังก์ชันการทำงานได้ทางซอฟแวร์ทำให้สะดวกในการใช้งานและลดขนาดวงจรในส่วนของตัวแปลงสัญญาณไปได้มาก

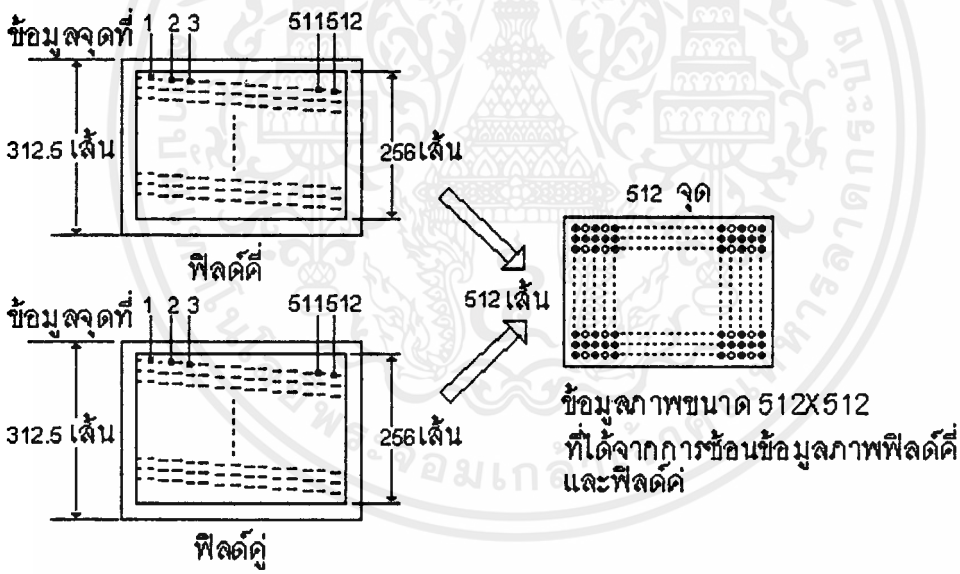
ส่วนของหน่วยความจำ

การเก็บภาพลงหน่วยความจำ

ข้อมูลทางแนวตั้งของภาพที่ต้องการคือ 512 จุดภาพ ฉนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลภาพทางแนวตั้งขนาด 512 จุด ต้องทำการสุ่มสัญญาณภาพทางแนวนอนเป็นจำนวน 512 เส้น ซึ่งไม่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

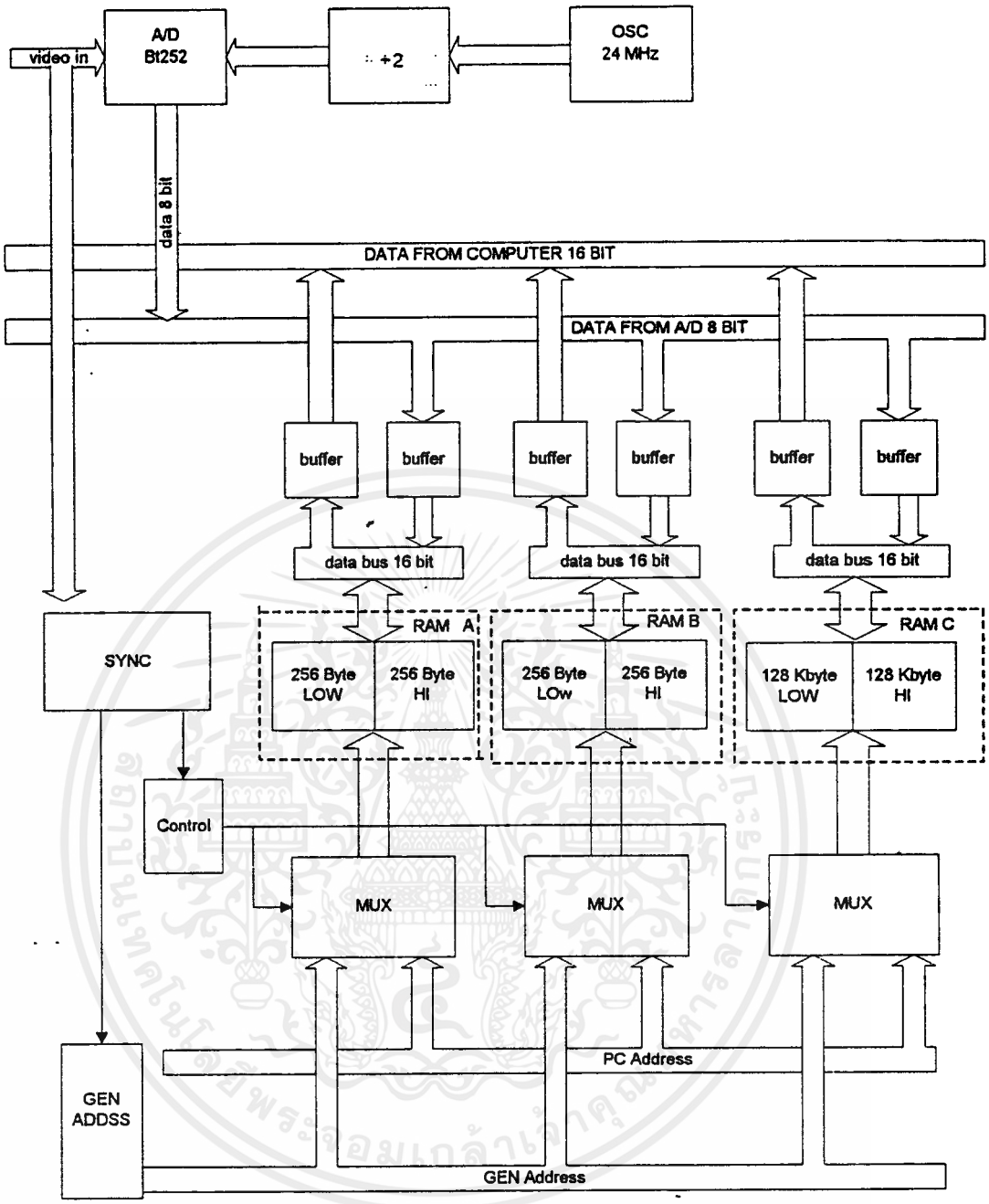
กระทำได้ตามนี้ เหตุเพราะว่าในระบบโทรทัศน์ของประเทศไทยนั้นเป็นระบบการส่งภาพแบบข้อนกัน โดยแยกส่งเป็นสองฟิลด์ คือฟิลดด์คู่และฟิลด์คี่ ในแต่ละฟิลด์ที่ว่านี้จะส่งภาพเป็นจำนวน 318.5 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ ซึ่งจำนวนเส้นไม่เพียงพอสำหรับการเก็บภาพขนาด 512x512 ส่วนทางออกสำหรับกรณีคือทำการเก็บข้อมูลออกเป็นเป็นสองฟิลด์ตามระบบโทรทัศน์ทั่วไป โดยเพียงเก็บข้อมูลภาพทางแนวตั้งเพียงแค่ 256 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ เมื่อได้ภาพจากทั้งสองฟิลด์ที่ว่านี้แล้ว จึงทำการข้อนสลับเส้นฟิลด์คู่และคี่ในลักษณะคล้ายกันกับการเรียงสลับข้อมูลภาพจุดคู่และคี่ของการสแกนทางแนวนอน ซึ่งในการทำเช่นนี้นั้นจะช่วยให้ได้ข้อมูลภาพขนาด 512X512 จุดภาพที่สมบูรณ์ตามความต้องการรูปที่ 23 แสดงการแยกเก็บข้อมูลภาพจากข้อมูลภาพจากฟิลด์คี่และฟิลด์คู่



รูปที่ 23 แสดงการเก็บข้อมูลภาพจากฟิลด์คู่และฟิลด์คี่

หน่วยความจำในแผงวงจรเก็บภาพนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็นสามส่วนด้วยกันดังรูปที่ 21

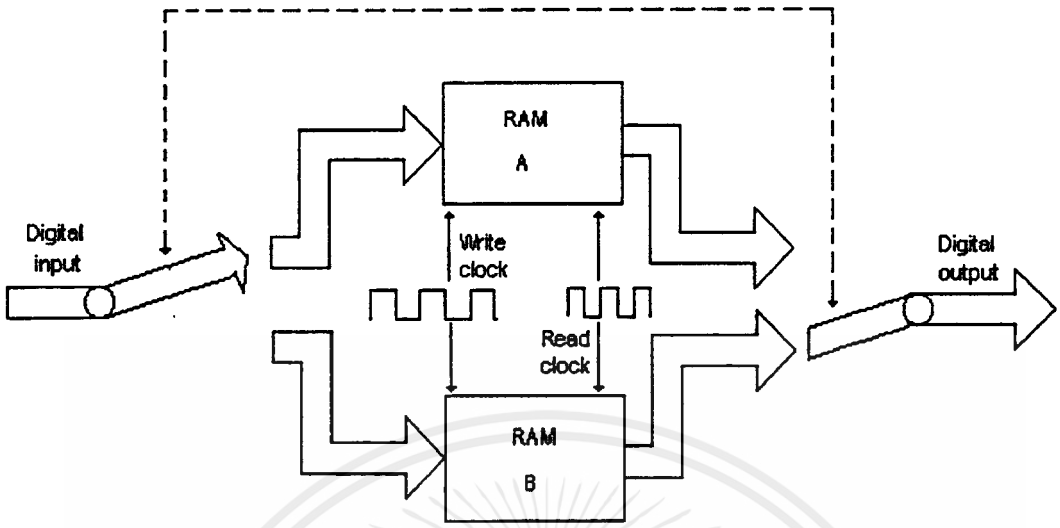
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 24 บล็อกไดอะแกรมแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ

ในการเก็บข้อมูลภาพนั้น RAM A จะทำการเก็บข้อมูลภาพเส้นแรกจนเต็ม แล้ว RAM B ก็จะทำการเก็บข้อมูลภาพของเส้นสแกนไลน์ต่อไป ตอนที่ RAM B ทำการเก็บข้อมูลอยู่นั้นแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพก็จะส่งสัญญาณอินเตอร์รัพท์ไปบอกให้คอมพิวเตอร์ทราบเพื่อให้คอมพิวเตอร์มารับดังแสดงในรูปที่ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 25 บล็อกไดอะแกรมในการจัดเก็บข้อมูลภาพสองส่วน

ข้อมูลไปทำการประมวลผลต่อไป เมื่อทำการรับส่งข้อมูลกันหมดแล้วก็จะทำการเคลียสัญญาณอินเตอร์รัพท์ให้ว่าง พอ RAM B ทำการเก็บข้อมูลภาพจนหมดเส้นสแกนไลน์แล้วก็จะทำให้ RAM A ก็จะทำการเก็บข้อมูลภาพของเส้นสแกนไลน์ต่อ โดย RAM B ก็จะส่งสัญญาณอินเตอร์รัพท์ไปบอกกับคอมพิวเตอร์ จะทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ ซึ่งทั้งสองชุดนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 แบงค์ คือ แบงค์ LOW กับ แบงค์ HI ซึ่งแต่ละแบงค์จะเก็บข้อมูลภาพได้ 256 จุดภาพรวม 2 แบงค์ก็เป็น 512 จุดภาพ ที่ทำเช่นนี้เพราะว่าชุด A/D เป็นข้อมูลแบบ 8 บิท แต่การส่งถ่ายข้อมูลให้คอมพิวเตอร์เป็นแบบ 16 บิท จะเห็นได้ว่าในการส่งภาพ 1 เส้นสแกนไลน์นั้นจะทำการส่งถ่ายกันเพียง 256 ครั้งเท่านั้นดังในรูปที่ 25

ส่วน RAM C นั้นจะทำการเก็บข้อมูลภาพจนครบทั้งภาพ และจะทำการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ก็ต่อเมื่อคอมพิวเตอร์ต้องการจะติดต่อด้วยเช่น เมื่อคอมพิวเตอร์ต้องการที่จะเก็บภาพที่กำหลังปรากฏบนหน้าจอขณะนั้นก็จะส่งสัญญาณมาบอกเพื่อให้หน่วยความจำเก็บข้อมูลภาพนั้นจนครบทั้งภาพก่อนจึงจะส่งถ่ายข้อมูลภาพทั้งหมดไปให้คอมพิวเตอร์ดังในรูปที่ 24

การเก็บข้อมูลภาพลง RAM C

ในการเก็บข้อมูลทางแนวนอนจะเก็บข้อมูลทั้งหมด 512 จุดภาพต่อหนึ่งเส้นสแกนไลน์ โดยแบ่งเก็บในหน่วยความจำใน 2 แบงค์ เหมือนกับหน่วยความจำสองชุดแรก ส่วนข้อมูลภาพทางแนวตั้งของภาพนั้นก็ต้องการเก็บ 512 จุดเช่นกัน ฉนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลภาพทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวตั้ง 512 จุด ต้องทำการสุ่มสัญญาณภาพทางแนวนอนเป็นจำนวน 512 เส้น ซึ่งไม่สามารถทำตามได้ เหตุเพราะว่าในระบบโทรทัศน์ของประเทศไทยนั้นเป็นระบบการส่งภาพแบบข้อนภาพกัน โดยแยกส่งเป็นสองฟิลด์ คือฟิลด์คู่และฟิลด์คี่ ในแต่ละฟิลด์ที่ว่านี้จะส่งภาพเป็นจำนวน 318.5 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ ซึ่งจำนวนเส้น ซึ่งจำนวนเส้นที่ต้องการจะเก็บขนาด 512X512 จุด นั้นมีน้อยกว่าเส้นสัญญาณโทรทัศน์ดังนั้นจึงต้องมีการตัดเส้นบนและเส้นล่าง ของภาพออกไปแล้วทำการเก็บข้อมูลภาพทางแนวตั้งเพียงแค่ 256 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ เมื่อได้ข้อมูลภาพจางทั้งสองฟิลด์ที่ว่านี้แล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาเรื่องสลับข้อมูลภาพคู่และคี่ของการสแกนทางแนวนอน ซึ่งในการทำเช่นนี้นั้นจะช่วยให้ได้ข้อมูลดภาพขนาด 512X512 จุดต่อภาพที่สมบูรณ์ตามความต้องการ

จากการเก็บข้อมูลภาพขนาด 512X512 จุดต่อภาพ ต้องใช้หน่วยความจำขนาด 256 กิโลไบต์ แต่ที่ได้ออกแบบไว้นั้นได้ออกแบบไว้นั้นได้แบ่งเป็น 2 ส่วน ๆ ละ 128 กิโลไบต์ สำหรับการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพจะทำได้สองลักษณะคือลักษณะแรกจะเป็นการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลภาพที่ได้จากตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลในช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลภาพ และอีกลักษณะหนึ่งคือการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำบนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพจากเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรบการเขียนหรืออ่านข้อมูลภาพ

ส่วนของการมัลติเพล็กซ์

วงจรมัลติเพล็กซ์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังนี้

- ส่วนของการมัลติเพล็กซ์สัญญาณซิงค์

ทำหน้าที่เลือกระหว่าง สัญญาณซิงค์ทางแนวนอน ,ซิงค์ทางแนวตั้ง และตัวบ่งบอกฟิลด์คี่และฟิลด์คู่ โดยสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนจะถูกนำไปกำหนดการเริ่มนับของตัวนับทางแนวนอน สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งนั้นก็จะเป็นตัวกำหนดการเริ่มนับของตัวนับทางแนวตั้งส่วน สัญญาณบ่งบอกฟิลด์คู่ฟิลด์คี่นั้นจะใช้เป็นตัวอ้างถึงตำแหน่งของหน่วยความจำในส่วนของฟิลด์คู่ฟิลด์คี่ของ หน่วยความจำชุดที่3

- ส่วนของการมัลติเพล็กซ์แอดเดรส

หน้าที่ของส่วนนี้คือการเลือกระหว่างแอดเดรสสองชุด ชุดแรกเป็นแอดเดรสจากตัวนับส่วนชุดหลังเป็นแอดเดรสจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ในกรณีที่มีการเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำหรืออ่านข้อมูลภาพจากหน่วยความจำ ในกรณีนี้ต้องสัมพันธ์กับสัญญาณซิงค์ของภาพเพื่อให้มีการเก็บภาพที่ถูกต้องหรือแสดงข้อมูลภาพออกมาได้ถูกต้อง ดังนั้นจึงใช้แอดเดรสที่สร้างจากตัวนับทั้งสองชุดที่มีการควบคุมการนับจากสัญญาณซิงค์สำหรับกรณีที่ต้องการนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลภาพจากหน่วยความจำบนแผงวงจรควบคุมหรือการนำข้อมูลจากดิสเก็ตลงสู่หน่วยความจำบนแผงวงจรควบคุม จะต้องใช้แอดเดรสในการอ่านหรือเขียนข้อมูลนั้นจะขึ้นอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นตัวควบคุม

- ส่วนของการมัลติเพล็กซ์สัญญาณควบคุม

การมัลติเพล็กซ์สัญญาณควบคุมในส่วนนี้จะเป็นการเลือกสัญญาณที่จะนำไปควบคุมการทำงานของแผงวงจร

ส่วนของการกำเนิดสัญญาณแอดเดรส

ในการสร้างสัญญาณแอดเดรสเพื่อใช้ในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำบนแผงวงจรควบคุมการเก็บภาพ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนของหน่วยความจำที่ทำการเก็บข้อมูลภาพ 1 เส้นสแกนไลน์ กับส่วนของหน่วยความจำที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลภาพทั้งหมดการออกแบบทั้งสองส่วนนี้สามารถทำได้ดังนี้

-ตัวนับสำหรับข้อมูลชุดแรก

จากการที่ต้องทำการเก็บข้อมูลภาพทางแนวนอนขนาด 512 จุดต่อหนึ่งเส้นสแกนไลน์ ด้วยความถี่ 12 MHz ทำให้ต้องมีการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำ 512 ตำแหน่ง ดังนั้นต้องใช้สายแอดเดรส 9 เส้นสำหรับตัวนับขนาด 9 บิต โดยหน่วยความจำที่ได้ออกแบบมานั้น เป็นแบบ 2 แบงค์ โดยจะใช้ A0 ทำการเลือก แบงค์ซึ่งจะเป็นแบงค์ LOW หรือแบงค์ HI จึงทำให้เหลือสายแอดเดรสอีก 8 เส้น ที่จะต้องต่อกับหน่วยความจำ ป้อนสัญญาณนาฬิกาขนาด 12 MHz ที่สำคัญคือการเริ่มต้นนับต้องให้สัมพันธ์กับสัญญาณภาพทางแนวนอน จึงต้องใช้พัลซ์ที่มาจากตัวหน่วงเวลาเพื่อช่วยในการกำหนดการเริ่มต้นเก็บข้อมูลภาพทางแนวนอน หลังจากทำการนับครบ 512 ตำแหน่งแล้วก็จะทำการส่งพัลซ์ออกมาหยุดการนับพร้อมรีเซตให้แอดเดรส ทั้งหมดมีค่าเป็นศูนย์เพื่อรอการกระตุ้นจากสัญญาณพัลซ์ที่มาจากตัวหน่วงเวลาใหม่จึงเริ่มทำการนับใหม่อีกครั้งหนึ่ง

-ตัวนับสำหรับข้อมูลชุดที่ 2

ในชุดของหน่วยความจำส่วนที่ 2 นั้นจะทำการเก็บข้อมูลภาพทั้งหมด ดังนั้นจึงมีการสร้างสัญญาณแอดเดรส 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของวงจรสร้างสัญญาณแอดเดรสสำหรับการอ้างตำแหน่งในการเก็บภาพทางแนวนอนซึ่งจะเหมือนกับตัวนับข้อมูลชุดแรก และส่วนของวงจรสร้างสัญญาณแอดเดรสสำหรับการอ้างตำแหน่งในแนวตั้งเพื่อใช้เก็บภาพจำนวน 256 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ภาพ ก็มีลักษณะการออกแบบเดียวกับการสร้างสัญญาณแอดเดรสทางแนวนอน โดยจะใช้ตัวนับขนาด 8 บิท แต่สัญญาณที่จะเข้ามาอินพุทจะแตกต่างกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของแอดเดรสทางแนวตั้งนั้นจะใช้เวลาเท่ากับหนึ่งเส้นสแกนไลน์ดังนั้นจึงต้องใช้สัญญาณพัลซ์ที่เกิดจากตัวนับทางแนวนอนมาเป็นอินพุทของตัวนับทางแนวตั้งแทน ซึ่งเมื่อครบ 256 เส้นแล้วก็จะทำการหยุดและรีเซ็ตตัวเอง ซึ่งจะมีการทำงานในลักษณะเดียวกับการสร้างสัญญาณแอดเดรสทางแนวนอนนั้นเอง

เมื่อนำแอดเดรสที่ได้จากตับนับทั้งสองชุดนี้มารวมกันก็จะได้แอดเดรสขนาด 17 บิท สำหรับใช้อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำได้ขนาด 128 กิโลไบต์ จะสามารถเก็บข้อมูลภาพได้ขนาด 512 X 512 จุดภาพต่อหนึ่งฟิลด์ภาพ แต่เนื่องจากที่ต้องเก็บภาพของฟิลด์คู่และฟิลด์คี่จึงต้องมีสัญญาณอีกเส้นหนึ่งเพื่อแยกแยะในการเก็บภาพของทั้งสองฟิลด์ จากการนำสัญญาณบ่งบอกฟิลด์คู่หรือฟิลด์คี่มาใช้ในการอ้างตำแหน่งอีกบิตหนึ่ง รวมแล้วจะมีแอดเดรสทั้งหมดเป็น 18 บิท ซึ่งสามารถอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลภาพได้ถึง 256 กิโลไบต์

- ตัวนับทางแนวนอน

จากการที่ต้องทำการเก็บภาพทางแนวนอนขนาด 512 จุดต่อหนึ่งเส้นสแกนไลน์ด้ายความคี่ 12 MHz ทำให้ต้องมีการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำ 256 ตำแหน่ง ดังนั้นต้องใช้สายแอดเดรสที่มีขนาด 8 เส้น สำหรับขนาด 8 บิท ทำการป้อนอินพุทด้วยสัญญาณนาฬิกาขนาด 6 MHz ที่สำคัญคือการเริ่มต้นนับต้องให้สัมพันธ์กับสัญญาณภาพทางแนวนอนตาที่ได้กล่าวไว้ในส่วนของการแยกซิงค์ หัวข้อ ส่วนของการแยกซิงค์ หลังจากทำการนับครบ 256 ตำแหน่งแล้วตัวนับก็จะทำการส่งพัลซ์ออกมาหยุดการนับพร้อมกับรีเซตให้แอดเดรสทั้งหมดมีค่าเป็นศูนย์เพื่อรอการกระตุ้นจากสัญญาณพัลซ์ที่มาจากตัวหน่วงใหม่แล้วจึงเริ่มนับใหม่

- ตัวนับทางแนวตั้ง

ในการกำเนิดสัญญาณแอดเดรสเพื่อใช้เก็บภาพจำนวน 256 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ภาพก็มีลักษณะการออกแบบเช่นเดียวกับการสร้างสัญญาณแอดเดรสทางแนวนอน โดยใช้ตัวนับขนาด 8 บิต แต่สัญญาณที่จะเข้ามาเป็นอินพุทจะแตกต่างออกไป เพราะการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของตัวนับทางแนวตั้งนั้นจะใช้เวลาเท่ากับหนึ่งเส้นสแกนไลน์ดังนั้นจึงใช้สัญญาณพัลซ์ที่เกิดจากตัวนับทางแนวนอนมาเป็นอินพุทของตัวนับทางแนวตั้งแทน ซึ่งเมื่อนับครบ 256 เส้นแล้วก็จะทำการหยุดและรีเซ็ตตัวเอง ซึ่งจะมีการทำงานในลักษณะเดียวกับการสร้างแอดเดรสทางแนวนอนนั้นเอง

เมื่อนำแอดเดรส ที่ได้จากตัวนับทั้งสองชุดนี้มารวมกันจะได้แอดเดรสขนาด 16 บิต สำหรับใช้อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำได้ขนาด 64 กิโลไบต์ จะสามารถเก็บข้อมูลภาพได้ขนาด 256X256 จุดภาพ แต่เนื่องจากที่ต้องเก็บข้อมูลภาพทั้งฟิลด์คู่และฟิลด์คี่จึงต้องมีสัญญาณแอดเดรสอีกเส้นหนึ่งเพื่อแยกแยะในการเก็บภาพของทั้งสองฟิลด์ จากการนำ

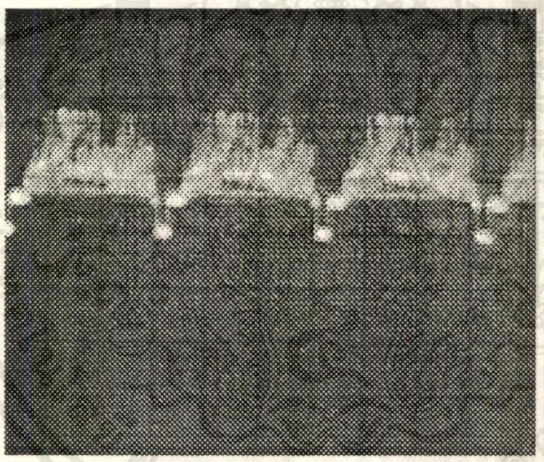
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่และฟิลด์คู่มาใช้ในการอ้างตำแหน่งอีกบิตหนึ่ง รวมแล้วจะมีขนาดแอดเดรสเป็น 17 บิต ซึ่งสามารถอ้างหน่วยความจำที่จะเก็บข้อมูลได้ถึง 128 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

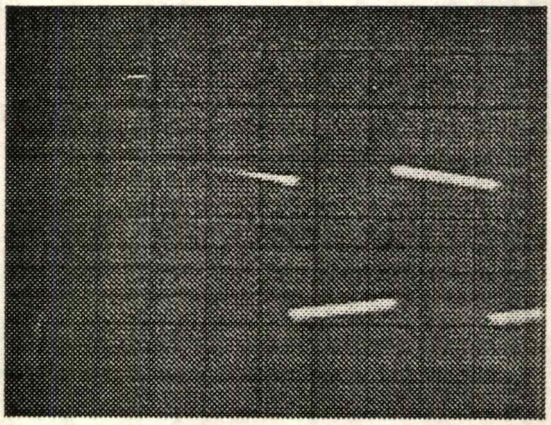
จากการที่ได้ต่อวงจรตามแนวทางที่ได้ออกแบบไว้นั้นได้แบ่งแผงวงจรออกเป็นสองส่วนด้วยกันคือ ส่วนของแผงวงจรควบคุมซึ่งจะเป็นส่วนของการจัดการสัญญาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ และส่วนของหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาพก่อนที่จะส่งให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลต่อไป ซึ่งสัญญาณที่จำเป็นมีดังต่อไปนี้



รูปที่ 26 แสดงสัญญาณภาพรวม

รูปที่ 26 แสดงให้เห็นถึงสัญญาณภาพวิดีโอที่เป็นสัญญาณแอนะลอกที่จะทำการเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล

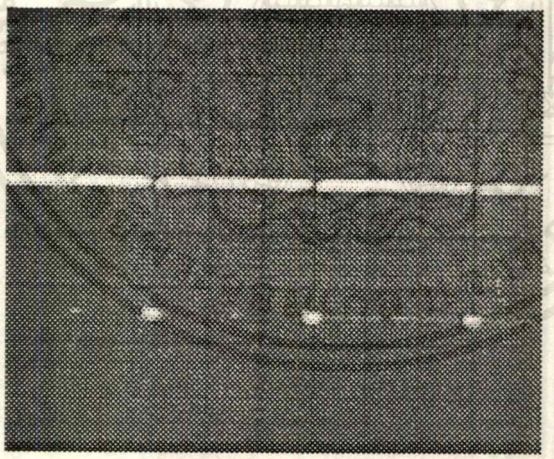
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2 V 10 mS

รูปที่ 27 แสดงสัญญาณ OOD/EVEN

รูปที่ 27 แสดงให้เห็นถึงสัญญาณ OOD/EVEN สัญญาณนี้เป็นสัญญาณบอกว่าเป็นฟิลด์คี่หรือฟิลด์คู่เพื่อที่จะใช้เป็นสัญญาณเลือกชุดของหน่วยความจำว่าจะใช้ชุดใดในการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้ว

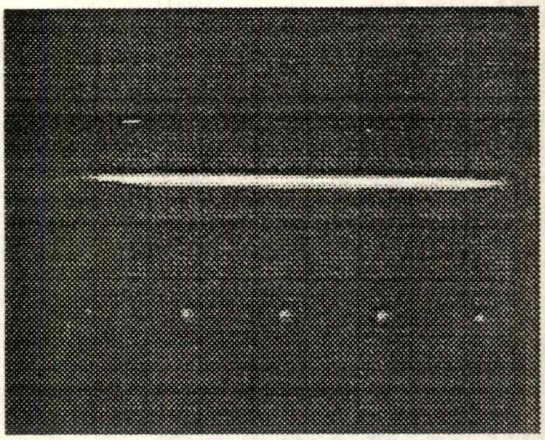


2 V 10 uS

รูปที่ 28 แสดงสัญญาณ ซิงค์ทางแนวนอน

รูปที่ 28 เป็นสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนซึ่งจะเป็นสัญญาณบอกให้รู้ขนาดของสัญญาณภาพขนาดหนึ่งเส้นสแกนไลน์

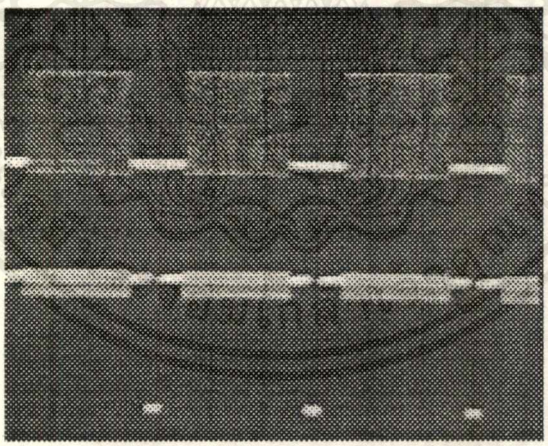
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2 V 10 mS

รูปที่ 29 แสดงสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง

รูปที่ 29 เป็นสัญญาณควบคุมทางแนวตั้งใช้ในการเป็นตัวควบคุมวงจรนับจำนวนเส้นในหนึ่งภาพ

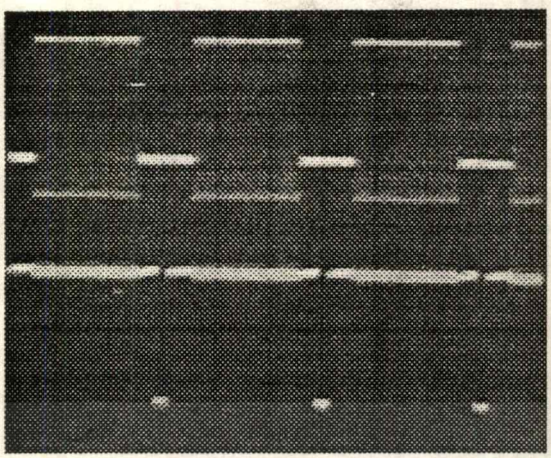


2 V 20 uS

รูปที่ 30 แสดงสัญญาณ 12MHz กับสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน

รูปที่ 30 เป็นสัญญาณความถี่ 12 MHz ใช้เป็นสัญญาณสุ่มข้อมูลภาพซึ่งสัญญาณนี้จะสัมพันธ์กับซิงค์ทางแนวนอน ซึ่งจะสุ่มในช่วงของสัญญาณซิงค์ควบคุมทางแนวนอน

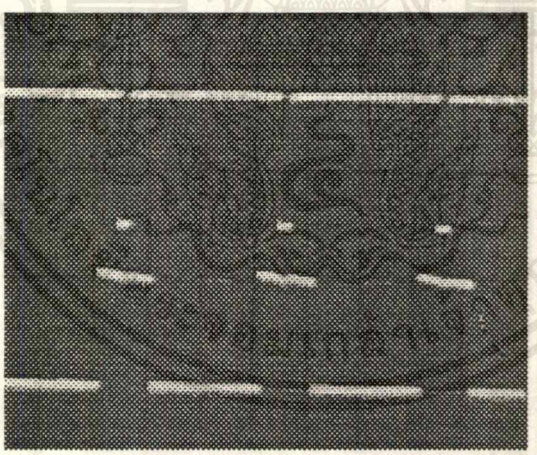
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2 V 20 uS

รูปที่-31 แสดงสัญญาณ 6 MHz กับสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน

รูปที่ 31 เป็นสัญญาณความถี่ 6 MHz ใช้ในการนับแอสดรสให้หน่วยความจำ

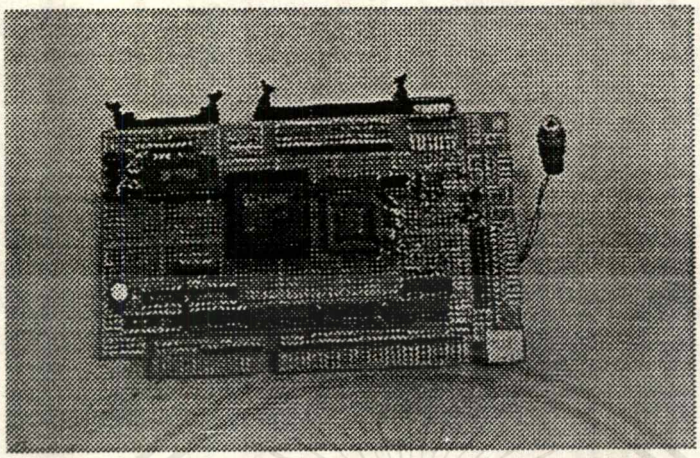


2 V 20 mS

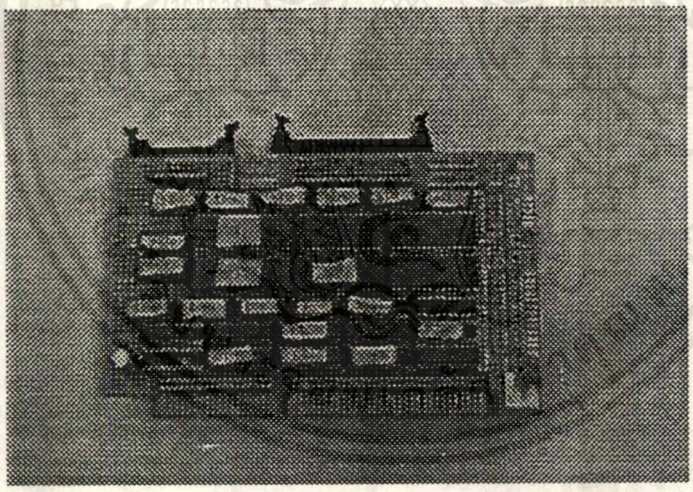
รูปที่ 32 แสดงสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนกับสัญญาณ CARD WRITE

รูปที่ 32 แสดงสัญญาณเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำซึ่งจะให้สัญญาณเขียนในช่วงสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 33 แสดงแผงวงจรส่วนของการควบคุม



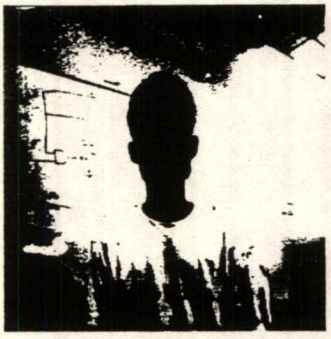
รูปที่ 34 แสดงแผงวงจรส่านของหน่ายความจำ

รูปที่ 33 และ 34 เป็นรูปของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ทำสำเร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 35 แสดงภาพปกติ

รูปที่ 36 แสดงภาพแบบเนกกาทีฟ



รูปที่ 37 แสดงภาพแบบไบนารี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 38 แสดงภาพที่เข้าระหัส Gray Code

รูปที่ 39 แสดงภาพการเฉือนระดับสีเทา

จากรูปที่ 35 ถึง 39 แสดงให้เห็นลักษณะของการแสดงภาพขนาด 512X512 จุดภาพ แบบต่าง ๆ ที่ได้จากแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลโครงงานและแนวทางพัฒนาต่อ

สรุปผลโครงงาน

จากผลงานโครงงานที่ได้ทำมานั้นเป็นแนวทางและออกแบบและสร้างแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ให้ประสิทธิภาพที่สูงขึ้นสามารถแสดงภาพได้ใกล้เคียงเวลาจริงโดยการใช้อุปกรณ์ที่มีความเร็วสูง มีการส่งถ่ายข้อมูลกันแบบ 16 บิต และใช้อินเตอร์รัพท์ในการส่ง และใช้ไอซี A/D สำเร็จรูปที่ทำงานในด้านนี้โดยเฉพาะคือเบอร์ Bt252 ซึ่งมีหน่วยความจำแบบฟังก์ชันอยู่ภาพในโดยหน้าที่ของหน่วยความจำในส่วนคือ ตัวแปลงข้อมูลภาพที่แปลงได้จากตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล ให้เป็นข้อมูลภาพแบบใหม่ตามข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน ซึ่งข้อมูลเอาต์พุทที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำแบบฟังก์ชันนั้นได้มาจากการคำนวณฟังก์ชันต่าง ๆ เช่น การแปลงภาพเป็นไบนารี และการทำภาพเนกกาทีฟ เป็นต้น และเนื่องจากใช้ RAM มาทำเป็นหน่วยความจำแบบฟังก์ชันทำให้สามารถถ่ายข้อมูลลงหน่วยความจำในส่วนนี้ได้ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับงานที่จะประยุกต์ใช้จึงทำให้มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน โดยสามารถทำได้ด้วยวิธีการทางซอฟแวร์ที่โหลดลงมายังหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน จากการที่มีหน่วยความจำแบบนี้ทำให้ช่วยลดเวลาในการประมวลผลภาพเบื้องต้นก่อนที่จะนำข้อมูลภาพที่ได้จากการประมวลผลเบื้องต้นนี้ไปใช้งานต่อไป

ปัญหาที่พบและข้อมูลเสนอแนะ

เนื่องจากการออกแบบและสร้างแผงวงจรควบคุมภาพได้มีการใช้อุปกรณ์พวกไอซีพื้นฐานทั่วไปทำให้ต้องใช้อุปกรณ์พวกไอซีเป็นจำนวนมาก ปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงของการเดินสายตามโฟโต้บอร์ด คือจะเกิดปัญหาพวกสัญญาณรบกวน โฟโต้บอร์ดไม่แน่น และอุปกรณพวกเพาเวอร์ซัพพลายไม่สามารถจ่ายกระแสได้พอ เป็นต้น ปัญหาอีกอย่างหนึ่งคืออุปกรณ์ไอซีบางเบอร์ไม่มีขายในท้องตลาดภายในประเทศ ทำให้ต้องสั่งซื้อหรือไม่ก็เลือกอุปกรณ์ตัวใหม่แทน

สำหรับแนวทางการพัฒนาต่อไปที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพในด้านการประมวลผลภาพที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้นไป เช่นการแปลงฟาสฟูเรียร์ (FFT;Fast Furier Transfrom) การหาขอบภาพ (Edge detection) การแปลง DCT (discarette Cosine Transfrom) เป็นต้น ซึ่งการทำงานด้วยฟังก์ชันเหล่นี้โดยมากปกติต้องอาศัยซิฟการประมวลผลภาพ (DSP;Digital Singnal Processing) ในการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

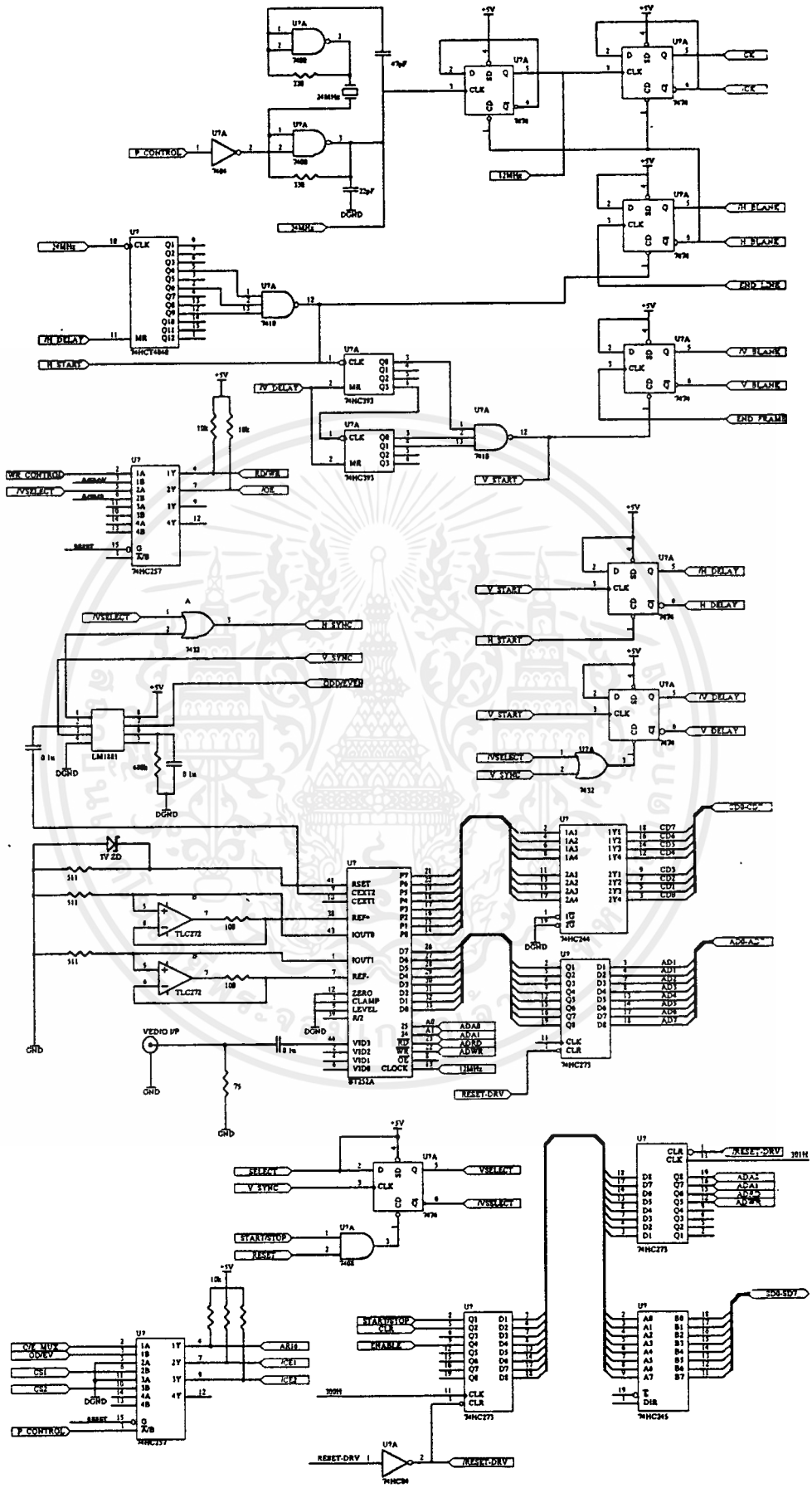
1. Sid-Ahmed, "Image Processing:Two-Dimensional Systems,:McGraw,inc,1995
2. R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing:Digital image fundamentals," Addison-wealey Publishing Company,1992.
3. บัณฑิต สุมนวัฒเดช คเชนทร์แจ่มกมล และ ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์. "แผงวงจรควบคุมการเก็บภาพขนาด 512X512 จุดภาพ โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุดร่วมกันทำงาน." เอกสารการประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2536 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, หน้า 630 ถึง 641, 27-30 พฤศจิกายน, 2536.
4. J. P. Royer, "Handbook of software & Interfacing of IBM PCs,"New Jersey : Prentice Hall, Inc.,1987
5. ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์.และบัณฑิต สุมนวัฒเดช, "แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยหน่วยความจำแบบฟังก์ชัน", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, หน้า 884 ถึง 889, 2538.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

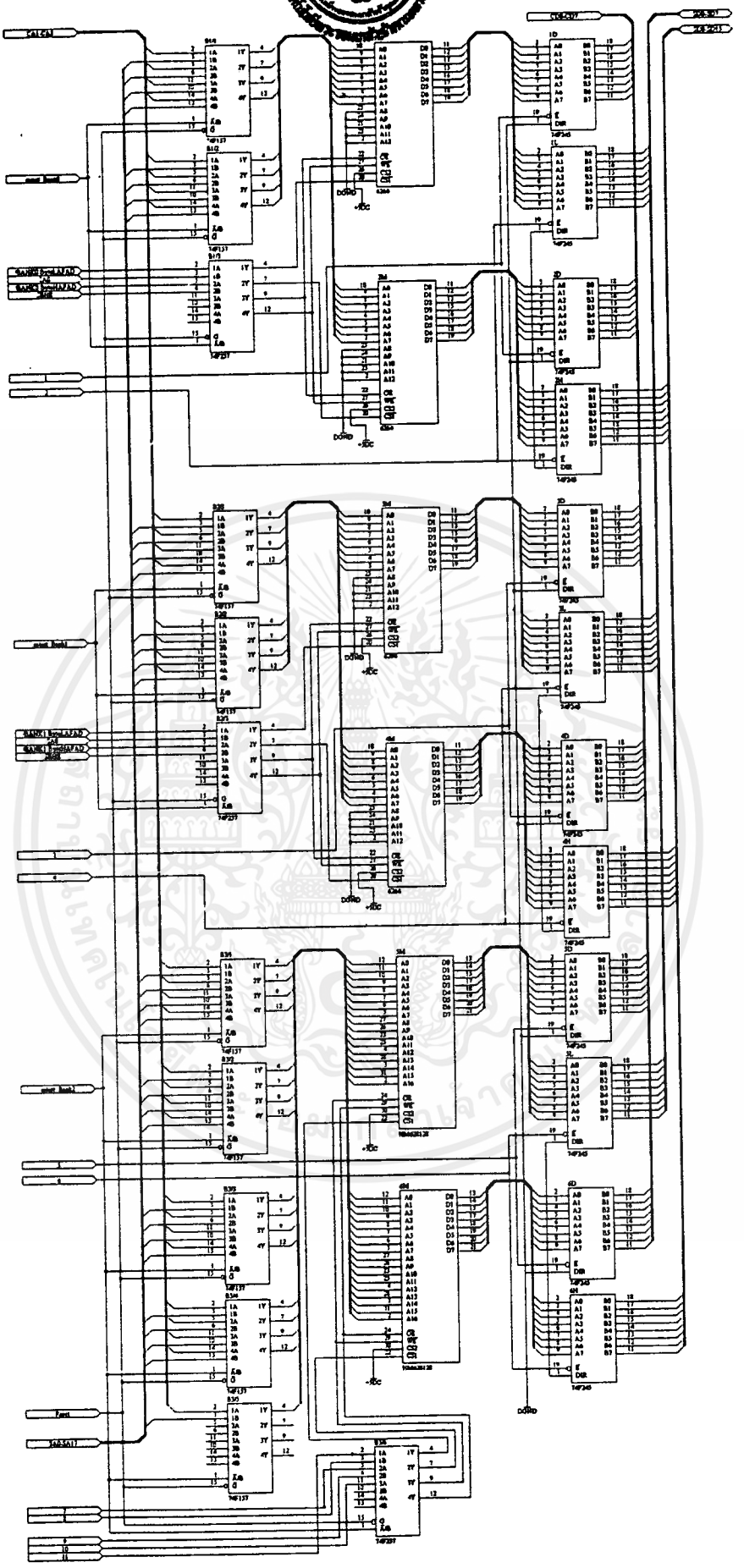
ภาคผนวก

วงจรแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้