เครื่องตรวจขวดอัตโนมัติ

Automatic Bottle Inspecting Machine

จรูญ ไชยนิตย์

Charoon Chainit

วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Engineering Thesis in Electrical Engineering

Prince of Songkla University

2542

เลขหมู่ TJ223 .C49 2542 ค.2

Bib Key 1633414

ชื่อวิทยานิพนธ์ เครื่องตรวจชวดอัตโนมัติ

ผู้เขียน นาย จรูญ ไชยนิตย์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปริพนธ์ พัฒนสัตยวงศ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เลียง คูบุรัตถ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปริพนธ์ พัฒนสัตยวงศ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เลียง คูบุรัตถ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ บุญเหลือ พงศ์ดารา)

.....กรรมการ
(อาจารย์ วีระพันธุ์ มุสิกสาร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ก้าน จันทร์พรหมมา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ เครื่องตรวจขวดอัตโนมัติ

ผู้เขียน นาย จรูญ ไชยนิตย์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึงการออกแบบเครื่องจักรอัตโนมัติสำหรับการตรวจขวดเพื่อแก้ปัญหาการตรวจขวดในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งใช้แรงงานคนอันส่งผลกระทบในด้านต่างๆต่อพนักงานตรวจขวด ต่อผู้ประกอบการธุรกิจ ตลอดจนถึงผลกระทบต่อผู้บริโภคและคุณภาพของสินค้าถ้าขวดที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ไม่สมบูรณ์ สกปรก หรือมีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน ในการใช้เครื่องตรวจขวดอัตโนมัตินั้นไม่ค่อยแพร่หลายเนื่องจากเครื่องจักรมีราคาแพง ผู้ใช้ไม่มีความเคยชิน ผลการวิจัยเครื่องตรวจขวดครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติได้ในอนาคต ในการวิจัยได้ใช้หลักการประมวลผลสัญญาณภาพโดยใช้กล้องถ่ายภาพก้นขวดและนำภาพมาวิเคราะห์ประมวลผลเพื่อหาว่าขวดนั้นมีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายในหรือไม่ ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ประมวลผล 3 วิธีการ

1 วิธีรวมค่าระดับเทา

2 วิธีนับจำนวนจุดภาพ(Pixel) บริเวณก้นขวดโดยการหาตำแหน่งก้นขวดโดยอัตโนมัติ

3 วิธีนับจำนวนจุดภาพ(Pixel) บริเวณก้นขวดโดยการล็อกขวดให้อยู่ตำแหน่งเดิมทุกครั้ง

วิธีรวมค่าระดับเทามีความผิดพลาดมาก เนื่องจากเป็นการรวมค่าระดับเทาทั้งภาพซึ่งจะรวมถึงบริเวณที่ไม่ใช่พื้นที่ก้นขวด เพื่อแก้ความผิดพลาดดังกล่าวจึงต้องหาตำแหน่งของบริเวณก้นขวดซึ่งได้ใช้ 2 วิธี คือการหาตำแหน่งก้นขวดโดยอัตโนมัติและการหาตำแหน่งก้นขวดโดยการล็อกขวดให้อยู่ตำแหน่งเดิม วิธีหาตำแหน่งก้นขวดโดยอัตโนมัติมีความผิดพลาดบ้างเนื่องมาจากการสะท้อนของแสงภายในขวด วิธีการหาตำแหน่งของก้นขวดโดยการล็อกขวดให้อยู่ตำแหน่งเดิมเป็นวิธีที่มีความผิดพลาดน้อย ได้ทำการทดสอบกับขวดสะอาด 100 ขวดและขวดมีสิ่งแปลกปลอม 100 ขวด สามารถตรวจขวดสะอาดได้ถูกต้อง 84 % และสามารถตรวจขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมได้ถูกต้อง 98 %ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้กับการผลิตภาคอุตสาหกรรมได้

Thesis Title Automatic Bottle Inspecting Machine

Author Mr.Charoon Chainit

Major Program Electrical Engineering

Academic Year1999

Abstract

This thesis is concerned with the design of an automatic bottle inspecting machine. The inspected bottles are placed over a light source. The image of the illuminated bottle base is projected on to a video camera. A video signal (analog signal) proportional to the brigthness is sent from the camera to the video capture card which is used to store the image from the camera. The video capture card operates on an IBM PC/AT compatible ISA bus.The bottle inspection is based on 3 methodes as following.

1. Summing of intensity method.
2. Counting of pixels in bottle base area by moving center method.
3. Counting of pixels in bottle base area by fixed center method.

The summing of intensity method which sums the intensity of all pixels in the image, has an error due to secondary effect of light inside a bottle.

The counting of pixels in bottle base area by moving center method which sums the intensity of pixels in the bottle base also has error due to secondary effect of light inside the bottle.

In order to reduce the error,the base of a bottle is mechanically fixed and the number of pixels inside the bottle base whose intensities above the specified value are counted.The counting of pixels in bottle base area by fixed center is suitable method. For the inspection of 100 cleaned bottles and 100 contaminated bottles,this method can separate 84 cleaned bottles and 98 contaminated bottles.

กิตติกรรมประกาศ

ขอแสดงคำขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำเป็นอย่างดี รวมทั้งกรุณาให้คำชี้แนะ ตลอดทั้งความรู้หลายด้านไม่ว่าจะเป็นการจัดหาเอกสาร ข้อมูล ตลอดจนถึงอุปกรณ์ต่างๆและให้การสนับสนุนอีกหลายประการ ตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ดำเนินไปอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปริพนธ์ พัฒนสัตยวงศ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เลียง คูบุรัตถ์ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและช่วยเหลือในการจัดหาอุปกรณ์ต่างๆและให้การสนับสนุนอีกหลายประการ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ บุญเหลือ พงศ์ดาราและอาจารย์ วีระพันธุ์ มุสิกสารที่ช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ดำเนินไปอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ และ เจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่านต่อการให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือที่สำคัญจนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณ กรรมการผู้จัดการ บริษัท หาดทิพย์ จำกัด(มหาชน) ที่ได้ให้ความอุปการะเรื่องทุนการศึกษาและเวลาในการศึกษาและขอขอบคุณบุคลากร แผนกวิศวกรรม บริษัท หาดทิพย์ จำกัด(มหาชน) ที่ได้ให้กำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอน้อมระลึกถึงพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ส่งเสริมให้กำลังใจและอุปถัมภ์ทางด้านการศึกษาจนประสบความสำเร็จ

จรูญ ไชยนิตย์

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ.....(3)

Abstract.....(4)

กิตติกรรมประกาศ.....(5)

สารบาญ.....(6)

รายการตาราง.....(9)

รายการภาพประกอบ.....(10)

บทที่

1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....1

1.3 ขอบเขตงานจริง.....2

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย.....2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

2 การตรวจขวด.....3

2.1 การตรวจขวดโดยใช้แรงงานคน.....3

2.2 เครื่องตรวจขวดอัตโนมัติ.....4

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....8

3 ความรู้เกี่ยวกับภาพ.....9

3.1 กราฟิกในวินโดวส์.....9

3.1.1 บิตแม็พกราฟิก.....9

3.1.2 เวกเตอร์กราฟิก.....11

3.2 ฟอร์แมตของกราฟิก.....12

3.2.1 ฟอร์แมตแบบต่างๆ.....13

3.2.2 การแปลงฟอร์แมต.....15

บทที่ หน้า

3.3 โครงสร้างของไฟล์ BMP....16
3.3.1 ข้อมูล Header....16
3.3.2 ข้อมูล Palette....16
3.3.3 ข้อมูลภาพ....16
3.3.4 BMP Header....16
3.4 ความรู้เกี่ยวกับสัญญาณภาพ....18
3.4.1 ส่วนประกอบของภาพในเครื่องรับโทรทัศน์ขาวดำ....18
3.4.2 หลักการสร้างภาพ....18
3.4.3 สัญญาณภาพ....21
3.4.4 ระบบ Synchronization....24
3.4.4.1 Horizontal Synchronization....25
3.4.4.2 Vertical Synchronization....25
4 วิธีการวิจัย....26
4.1 วิธีการตรวจขวด....26
4.2 การออกแบบโปรแกรมตรวจขวด....38
4.2.1 การเปิดภาพ....38
4.2.2 การอ่านข้อมูลภาพ....38
4.2.3 การรวมระดับเทา....41
4.3 การหาตำแหน่งก้นขวด....43
4.3.1การหาจุดศูนย์กลางก้นขวด....43
4.3.2 การหาพื้นที่ก้นขวด....46
4.3.3 การหาพื้นที่ก้นขวดโดยการกำหนดจุดศูนย์กลางคงที่....52
4.4 การออกแบบการ์ด Video Capture....57
4.4.1 การทำงานของระบบ....57
4.4.2 การทำงานของ Video Capture....58
4.4.2.1 วงจรแยกสัญญาณซิงค์....58
4.4.2.2 วงจรกำนิดสัญญาณนาฬิกา....59

บทที่ หน้า

4.4.2.3 วงจรกำเนิด Address ของ Memory.....60
4.4.2.4 วงจรแปลงสัญญาณภาพ.....62
4.4.2.5 ส่วนเก็บข้อมูลภาพ.....62
4.4.3 การออกแบบวงจรอินเตอร์เฟส.....63
4.5 ผลการทดลองการ์ด Video Capture.....66
4.5.1 การถ่ายและการบันทึกภาพต่างๆ.....66
4.5.2 การถ่ายภาพก้นขวดสะอาดและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม.....68
4.6 ผลการทดลองการตรวจขวด.....70
5 สรุปผลการวิจัย.....76
ภาคผนวก.....82
บรรณานุกรม.....110
ประวัติผู้เขียน.....112

รายการตาราง

ตาราง หน้า

3-1 แสดงฟอร์แมตของกราฟิก.....12
4-1 แสดงผลการทำ Threshold ของขวดมีสิ่งแปลกปลอม..... 29
4-2 แสดงผลการทำ Threshold ของขวดสะอาด.....33
4-3 แสดงความสามารถการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอม.....37
4-4 แสดงผลการรวมค่าระดับเทาของขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม.....42
4-5 แสดงผลการทดสอบการตรวจขวดโดยการหาตำแหน่งก้นขวดอัตโนมัติ.....47
4-6 แสดงความสามารถการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอมเมื่อ
หาตำแหน่งก้นขวดอัตโนมัติ.....51
4-7 แสดงผลการทดสอบการตรวจขวดโดยการกำหนดตำแหน่งก้นขวดคงที่.....52
4-8 แสดงความสามารถการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอมเมื่อจุดศูนย์กลางคงที่.....56
4-9 แสดงผลการทดสอบขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอม.....71
4-10 แสดงความสามารถการตรวจขวด.....75
5-1 แสดงผลการตรวจขวดโดยการหาตำแหน่งก้นขวดอัตโนมัติ.....78
5-2 แสดงความสามารถในการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอม.....79
5-3 แสดงผลการตรวจขวดเมื่อติดตั้งการ์ด Video Capture.....78

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

2-1 แสดงลักษณะต่างๆของเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติ.....5

2-2 แสดงลักษณะภายนอกของเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติ.....7

3-1 รูปต้นฉบับ.....10

3-2 รูปขยาย 8 เท่า.....10

3-3 แสดงรูปเวกเตอร์กราฟิก.....11

3-4 แสดงรูปเมื่อขยาย 200%.....11

3-5 แสดงหลักการเบื้องต้นของการสแกน.....18

3-6 แสดงหลักการการสร้างภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ขาว-ดำ.....19

3-7 แสดงการสแกนแบบ Intertacing ในระบบ CCIR.....21

3-8 แสดงการเปลี่ยนความเข้มของภาพเป็นสัญญาณไฟฟ้า.....22

3-9 แสดงการเปลี่ยนรูปตารางหมากรุกเป็นสัญญาณไฟฟ้า.....23

3-10 แสดงการเปลี่ยนภาพโลกในแนว ก-ข เป็นสัญญาณไฟฟ้า.....23

3-11 แสดงส่วนประกอบของสัญญาณภาพ.....24

4-1 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับทดลอง.....26

4-2 แสดง Block Diagram ขั้นตอนการวิจัย.....27

4-3 แสดงภาพก้นขวดที่สะอาด.....27

4-4 แสดงภาพก้นขวดที่สะอาด.....27

4-5 แสดงภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม.....27

4-6 แสดงภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม.....27

4-7 แสดงภาพก้นขวดที่สะอาดเมื่อทำ Threshold.....28

4-8 แสดงภาพก้นขวดที่สะอาดเมื่อทำ Threshold.....28

4-9 แสดงภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมเมื่อทำ Threshold.....28

4-10 แสดงภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมเมื่อทำ Threshold.....28

4-11 แสดงภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม.....37

4-12 แสดงภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมเมื่อทำ Threshold.....37

4-13 แสดง Block Diagram การออกแบบโปรแกรม.....38

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

4-14 แสดงภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม....38

4-15 แสดงภาพที่มีสีขาวและสีดำ....39

4-16 แสดงภาพก้นขวดที่สะอาด....40

4-17 แสดงภาพสีขาว....41

4-18 แสดงภาพสีดำ....41

4-19 แสดง Block Diagram การหาตำแหน่งก้นขวด....43

4-20 แสดง Profile ผลรวมแนวแถว....43

4-21 แสดง Profile ผลรวมแนวคอลัมน์....44

4-22 แสดงภาพแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับหาพื้นที่ก้นขวด....46

4-23 แสดง Block Diagram การหาจำนวนจุดภาพ(Pixel)....46

4-24 แสดง Block Diagram ส่วนประกอบของระบบ....57

4-25 แสดง Block Diagram ส่วนประกอบของการ์ด Video Capture....57

4-26 แสดงภาพวงจรแยกสัญญาณซิงค์....59

4-27 แสดงภาพวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา....59

4-28 แสดงภาพขาสัญญาณของ IC 74LS590....60

4-29 แสดงภาพการต่อ IC 74LS590....61

4-30 แสดงภาพการใช้งาน IC CA3306 แปลงสัญญาณภาพ....62

4-31 แสดงภาพขาสัญญาณต่างๆของ IC PAL16V8สำหรับเขียน I/O....63

4-32 แสดงภาพขาสัญญาณต่างๆของ IC PAL16V8สำหรับหน่วยความจำ....64

4-33 แสดงภาพของการ์ด Video Captureเมื่อประกอบสำเร็จ... 65

4-34 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Captureที่มีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณซิ้งค์....66

4-35 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Captureที่มีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณซิ้งค์....66

4-36 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Captureที่มีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณซิ้งค์....66

4-37 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Captureที่มีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณซิ้งค์....66

4-38 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อปรับให้เป็นสีขาว....66

4-39 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อปรับให้เป็นสีดำ....66

4-40 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อปรับให้เป็นสีขาว....67

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

4-41 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อปรับให้เป็นสีดำ.....67

4-42 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อปรับให้เป็นสีขาว.....67

4-43 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อปรับให้เป็นสีดำ.....67

4-44 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อปรับให้เป็นสีขาว.....67

4-45 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อปรับให้เป็นสีดำ.....67

4-46 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อถ่ายก้นขวดที่สะอาด.....68

4-47 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อถ่ายก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม.....68

4-48 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อถ่ายก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม.....68

4-49 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อถ่ายก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม.....68

4-50 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อถ่ายก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม.....68

4-51 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อถ่ายก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม.....68

4-52 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อถ่ายก้นขวดที่สะอาด.....69

4-53 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อถ่ายก้นขวดที่สะอาด.....69

4-54 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อถ่ายก้นขวดที่สะอาด.....69

4-55 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อถ่ายก้นขวดที่สะอาด.....69

4-56 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อถ่ายก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม.....69

4-57 แสดงภาพถ่ายจากการ์ด Video Capture เมื่อถ่ายก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม.....69

4-58 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์.....70

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

ในโรงงานอุตสาหกรรม ต่างๆที่ใช้ขวดแก้วเป็นภาชนะสำหรับบรรจุ เช่น ยา หรือเครื่องดื่มชนิดต่างๆ ในการบรรจุผลิตภัณฑ์เหล่านั้น ความสะอาดของภาชนะบรรจุเป็นสิ่งสำคัญ และสิ่งเจือปนที่อยู่ภายในขวดก่อนบรรจุเป็นสิ่งที่ต้องกำจัดออกไป การใช้แรงงานคนคอยตรวจสอบในภาคอุตสาหกรรมที่มีการผลิตจำนวนมากและความเร็วการผลิตสูง จำเป็นต้องใช้คนเป็นจำนวนมาก ในบางครั้งมีความผิดพลาดเกิดขึ้นเนื่องจากสายตาของผู้ตรวจขวดในปัจจุบันค่าแรงมีแนวโน้มสูงขึ้น จึงมีการนำเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติเข้ามาจากต่างประเทศ เพื่อตรวจว่าภาชนะก่อนบรรจุต้องไม่มีวัตถุอื่นอยู่ภายในขวด ถ้าพบว่าขวดใดมีวัตถุอยู่ภายในเครื่องจะทำการคัดออก ในปัจจุบันถึงแม้จะมีเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติใช้งานแต่ไม่ค่อยแพร่หลายเนื่องจาก

1 เครื่องจักรมีราคาแพงมากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

2 ผู้ใช้ไม่มีความชำนาญในการใช้งานและการซ่อม

3 ค่าบำรุงรักษาสูง

จากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นแนวคิดที่จะทำการศึกษาวิจัยการทำงานของเครื่องตรวจขวดเพื่อที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการการทำงานของเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติ

1.2.2 เพื่อพัฒนาเครื่องตรวจขวดให้เหมาะสมกับสภาพขวดและสิ่งแวดล้อมในประเทศ

1.2.3 เพื่อนำเอาระบบและโปรแกรมที่ได้ออกแบบไปประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆต่อไป

1.3 ขอบเขตงานจริง

1.3.1 ศึกษาลักษณะต่างๆของแหล่งกำเนิดแสง

1.3.2 ศึกษาลักษณะต่างๆของอุปกรณ์ตรวจจับภาพ

1.3.3 ศึกษาอัลกอริธึมการประมวลผลภาพแบบต่างๆ

1.3.4 ศึกษาลักษณะของขวดที่มีวัตถุอยู่ภายในรูปแบบต่างๆ

1.3.5 สรุปผลการวิจัย

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาลักษณะต่างๆของแหล่งกำเนิดแสง

1.4.2 ศึกษาลักษณะตัวตรวจจับภาพชนิดต่างๆ

1.4.3 ศึกษาอัลกอริธึมการประมวลผลภาพแบบต่างๆ

1.4.4 ศึกษาและเขียนโปรแกรม

1.4.5 ทดสอบโปรแกรม

1.4.6 ออกแบบระบบควบคุม

1.4.7 ออกแบบเครื่องจักรต้นแบบ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ความรู้ ความเข้าใจ การทำงานของเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติ

1.5.2 ได้นำความรู้ทางด้านการควบคุมมาใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม

1.5.3 ได้นำความรู้ทางด้านการประมวลผลภาพ มาใช้งานทางด้านอุตสาหกรรม

บทที่ 2

การตรวจขวด

2.1 การตรวจขวดโดยใช้แรงงานคน

การตรวจขวดโดยใช้แรงงานคนในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อตรวจคัดขวดที่ไม่สมบูรณ์และขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายในออกจากขบวนการผลิตเพื่อให้ได้ขวดที่สะอาด สภาพขวดสมบูรณ์ และชนิดขวดถูกต้องตามสินค้าที่ผลิต ในการตรวจขวดแบ่งเป็น 3 จุดได้แก่

2.1.1 การตรวจขวดก่อนการล้าง การตรวจขวดที่จุดนี้ ต้องคัดขวดปากบิ่น , ขวดปากแตก , เกลียวแตก (ขวดขนาด 1000 ml) ขวดปากเป็นสนิม, ขวดร้าว , ขวดสกปรก ทั้งภายนอก หรือภายใน ได้แก่ ขวดมีคราบหินปูน คราบน้ำมัน ขวดไม่มีตรา ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม ขวดผิดประเภท และขวดที่ยังไม่เปิดฝาออก

2.1.2 การตรวจขวดก่อนการบรรจุ การตรวจขวดที่จุดนี้ ต้องคัดขวดปากบิ่น , ขวดปากแตก , เกลียวแตก(ขวดขนาด 1000 ml) ขวดปากเป็นสนิม, ขวดร้าว , ขวดสกปรกมีคราบและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม

2.1.3 การตรวจขวดที่บรรจุผลิตภัณฑ์แล้ว การตรวจขวดที่บรรจุผลิตภัณฑ์แล้วแบ่งเป็น 2 จุด

2.1.3.1 การตรวจด้านบน บริเวณไหล่ขวดถึงฝาขวด เป็นจุดที่ขวดน้ำเต็มเริ่มเข้าสถานีตรวจขวด สิ่งที่ต้องตรวจคือ น้ำผิดระดับสูงหรือต่ำกว่ามาตรฐาน (+- 1/8 นิ้ว)ที่มา Beverage Quality Manual Coca-Cola Southeast & West Asia Division 1997 (CI-R-163.3)
ฝาผิดประเภท และไม่มีฝา

2.1.3.2 ตรวจขวดด้านล่าง ตั้งแต่ไหล่ขวดลงมาถึงก้นขวด สิ่งที่ตรวจคือ ตรวจคัดสิ่งแปลกปลอมภายในขวด

2.1.4 ความเร็วในการตรวจขวด การตรวจขวดได้กำหนดความเร็วที่ผ่านพนักงานตรวจขวดเป็นดังนี้

ขวดขนาดลิตร(1000ml)มีความเร็ว 130 - 140 ขวด/นาที/สถานี

ขวดขนาด 10 ออนซ์(280ml)มีความเร็ว 220 - 240 ขวด/นาที/สถานี ที่มา Beverage Quality Manual Coca-Cola Southeast & West Asia Division 1997 (CI-R-163.5)

2.1.5 แสงสว่างของสถานีตรวจขวด

ใช้หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ชนิด Cool White ความเข้มแสงเป็นดังนี้

ขวดขนาด 10 ออนซ์ (280 ml)ความเข้มแสง 100 ลักซ์

ขวดขนาดลิตร (1000 ml)ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ ที่มา Berverage Quality Manual Coca-Cola Southeast & West Asia Division 1997(CI-G-163.8)

2.1.6 จำนวนพนักงานการตรวจขวด

ในการผลิตน้ำอัดลมที่ไลน์การผลิตมีความเร็ว 1000 ขวดต่อนาทีจะมีจำนวนพนักงานตรวจขวด 29 คนโดยการตรวจแต่ละครั้งใช้เวลาไม่เกิน 20นาที จะต้องหมุนเวียนไปทำงานที่จุดอื่นเพื่อเป็นการพักสายตาของพนักงานตรวจขวดในการใช้แรงงานคนตรวจขวดก่อให้เกิดผลกระทบกับสิ่งต่างๆได้คือ

ผลกระทบกับพนักงานตรวจขวดคือ ปัญหาทางสายตาเนื่องจากจะต้องใช้สายตาในการนั่งมองขวดอยู่ตลอดเวลาปัญหาทางสายตาคือ สายตาเอียง แสบตาเมื่อโดนแสงสว่าง

ผลกระทบกับโรงงานคือ ค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากค่าแรงงานในปัจจุบันมีแนวโน้มสูงขึ้น

ผลกระทบกับด้านคุณภาพคือ คุณภาพไม่แน่นอน ในการตรวจขวดโดยใช้แรงงานคนนั้นความผิดพลาดสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ซึ่งจะส่งผลกระทบกับคุณภาพของสินค้าโดยตรง

เพื่อลดปัญหาต่างๆที่กล่าวมาจำเป็นต้องใช้เครื่องตรวจขวดอัตโนมัติเข้ามาใช้แทนแรงงานคน เครื่องจักรที่เข้ามาในปัจจุบันยังไม่ค่อยแพร่หลาย เนื่องมาจาก

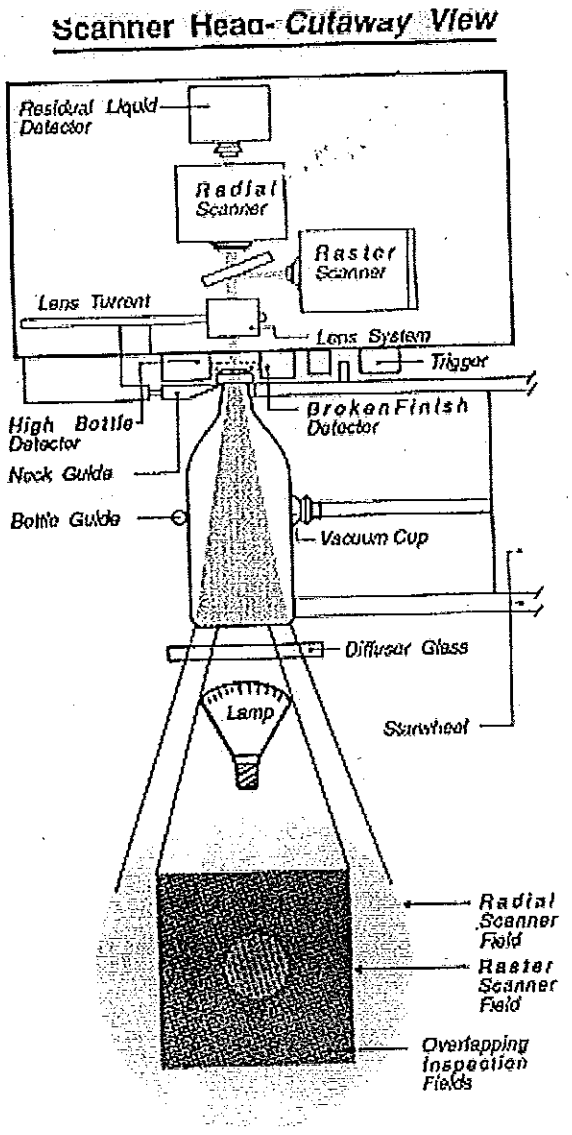
1. เครื่องจักรมีราคาแพง
2. เป็นเครื่องนำเข้ามาจากต่างประเทศ
3. ผู้ใช้ยังไม่มีความเคยชินในการใช้งานและการซ่อมบำรุง

ดังนั้นด้วยเหตุผลต่างๆที่กล่าวมาเป็นส่วนที่ผลักดันให้เกิดการวิจัยเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติในครั้งนี้

2.2 เครื่องตรวจขวดอัตโนมัติ

ในปัจจุบันได้มีการนำเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติเข้ามาใช้งานบ้างแต่ยังไม่แพร่หลาย เครื่องตรวจขวดอัตโนมัติที่นำเข้ามาเป็นระบบที่ใช้วงจรอิเลคทรอนิคส์โดยใช้หลักการให้แสงส่องผ่านก้นขวดและผ่านไปยังชุดรับแสงถ้าขวดมีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายในแสงที่ผ่านเข้าตัวรับแสงจะมี

ปริมาณน้อยลงซึ่งหมายถึงขวดมีสิ่งแปลกปลอมเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติที่นำเข้ามานั้นไม่สามารถตรวจพลาสติกโปร่งแสงได้และพลาสติกขนาดเล็กที่เป็นลักษณะสีขาวในการตรวจปากขวดซึ่งใช้แสงจากตัวกำเนิดแสงส่องผ่านปากขวดไปยังตัวรับแสงถ้าปากขวดแตกมากแสงที่เข้าสู่ตัวรับแสงจะมีปริมาณมากข้อเสียของเครื่องตรวจขวดนี้คือขวดที่ปากแตกเล็กน้อยเครื่องไม่สามารถตรวจสอบได้ ความเร็วของเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติอยู่ที่ความเร็วประมาณ600ขวดต่อนาที(ขวดขนาด 1000 ml)



ภาพประกอบ 2-1แสดงลักษณะส่วนต่างๆของเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติ

(FILTEC Inspection System :ID Industrial Dynamics Co., LTD)

หลักการทำงานของเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติ

แหล่งกำเนิดแสง(Lamp)เป็นหลอด Spotlight 150 Watts ที่ให้แสงสว่างครอบคลุมความถี่แสงย่านอินฟาเรด(Infared)ทำหน้าที่กำเนิดแสงส่องผ่านแผ่นกระจายแสง(Diffuser Glass) เพื่อให้แสงผ่านพื้นที่ก้นขวดอย่างสม่ำเสมอ

Vacuum Cup เป็นอุปกรณ์สำหรับจับขวดโดยใช้ Vacuum pump เป็นตัวสร้างแรงดูดเพื่อให้ขวดถูกดูดติดอยู่กับที่เพื่อไม่ให้ขวดแกว่งไปมา

Broken Finish Detector เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจเช็คปากขวดว่าแตกหรือไม่โดยอาศัยแสงเป็นตัวตรวจจับ

Trigger เป็นอุปกรณ์สำหรับกำหนดจุดเริ่มต้นการทำงานหรือจุด Start อุปกรณ์ส่วนนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ Trigger pin และ Photo cell โดย Trigger pin จะอยู่ตรงกับจุดศูนย์กลางของปากขวดและจะเคลื่อนที่เป็นลักษณะวงกลมเมื่อTrigger pin เคลื่อนที่ผ่าน Photo cell ระบบการตรวจขวดจะทำงานทันที Photo cell ประกอบด้วย ตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสง

High Bottle Detect เป็นจุดกำหนดความสูงของชุดตรวจขวดประกอบด้วย ตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสง

Neck Guide เป็นอุปกรณ์ประคองปากขวด

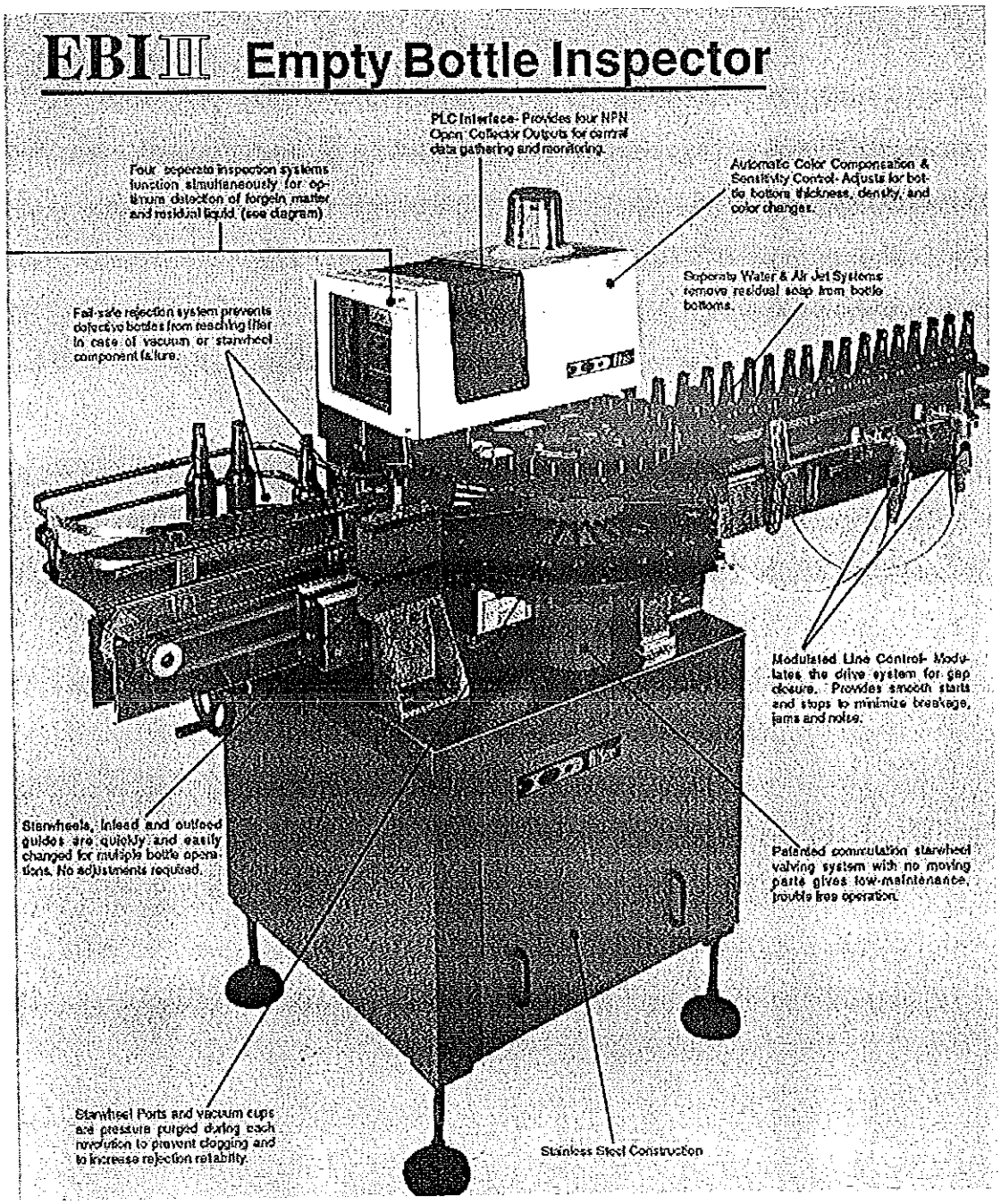
Bottle Guide เป็นอุปกรณ์ประคองขวด

Lens Turret เป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนเลนส์เมื่อมีการเปลี่ยนขวดชนิดต่างๆ

Radial Scanner เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่อยู่ภายในขวดโดยจะสแกนเป็นวงกลม

Raster Scanner เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่อยู่ภายในขวดโดยจะสแกนเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม

Residual Liquid Detector เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจจับของเหลวที่ตกค้างอยู่ภายในขวดโดยอาศัยการดูดกลืนรังสีอินฟาเรดเมื่อผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลว



ภาพประกอบ 2-2 แสดงลักษณะภายนอกของเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติ

(FILTEC Inspection System :ID Industrial Dynamics Co., LTD)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คือ Image Storage Device for IBM/PC ซึ่งเป็นโครงงานของ นาย สัญชัย สุขสันติดิลก นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2535 เครื่องแสดงภาพบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งรับอินพุทมาจากกล้องวีดีโอ มีลักษณะเป็นการ์ดเสียบบน Slot ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้ประโยชน์ทางด้านเอกสารมาศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบส่วนของการ์ด Video Capture ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยครั้งนี้ โครงงานเรื่อง Image Storage Device for IBM/PC นี้ ได้กำหนดขอบเขตของเครื่องมือไว้ดังนี้

- กำหนดความละเอียดของภาพ 256 x 256 Pixel
- ภาพที่อ่านและเก็บได้มีขนาดเท่ากับ ภาพที่เกิดขึ้นบนกล้องถ่ายภาพนิ่ง
- ภาพที่อ่านและเก็บมีขนาด 6 bits
- เครื่องมือที่สร้างขึ้นจะมีลักษณะเป็น Card ที่ใช้เสียบเข้ากับสล็อต (Slot) ของเครื่อง IBM/PC
- ข้อมูลที่ภาพอ่านได้จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำของ Card ที่ได้ออกแบบ

บทที่ 3

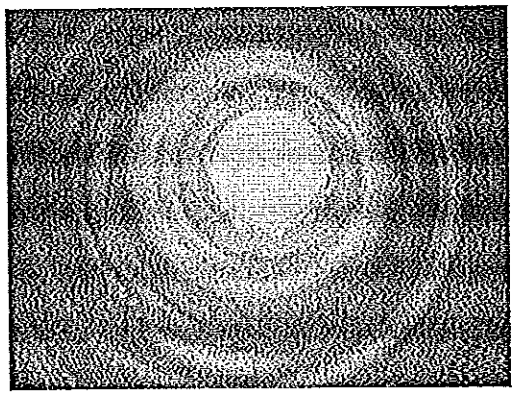
ความรู้เกี่ยวกับภาพ

3.1 กราฟิกในวินโดวส์

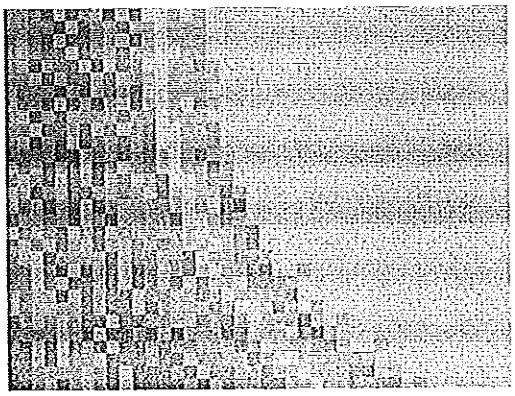
รูปกราฟิกที่ใช้ในวินโดวส์แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดหลักคือ บิตแม็พ (Bitmap) และเวกเตอร์ (Vector) กราฟิกทั้งสองแบบมีคุณสมบัติต่างกัน และใช้งานในจุดประสงค์ที่ต่างกัน ซอฟต์แวร์บางชนิดสามารถที่จะจัดการกับภาพกราฟิกทั้งสองแบบได้ บางซอฟต์แวร์ก็จัดการกับกราฟิกได้เพียงแบบใดแบบหนึ่ง ความแตกต่างของกราฟิกแบบบิตแม็พและเวกเตอร์นั้นไม่สามารถแยกได้ด้วยการมองภาพบนจอแต่เพียงอย่างเดียว เพราะกราฟิกทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันตรงที่ฟอร์แมตการจัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูล

3.1.1 บิตแม็พกราฟิก

กราฟิกแบบบิตแม็พมีองค์ประกอบย่อยเป็นส่วนเล็กๆ ที่เรียกว่า จุดภาพ (Pixel) การเรียงต่อกันของจุดภาพ (Pixel) เล็กๆ สีต่างๆกันทำให้เกิดรูปกราฟิกขึ้นมา บิตแม็พนับว่าเป็นแบบของกราฟิกที่ผู้ใช้วินโดวส์ต้องพบเห็นอยู่เป็นประจำ เพราะรูปกราฟิกในวินโดวส์ส่วนใหญ่แล้วเป็นกราฟิกแบบบิตแม็พแทบทั้งสิ้น อย่างเช่นโปรแกรมเพนต์บรัชในวินโดวส์ ก็จะเก็บข้อมูลในรูปของบิตแม็พ หรือเมื่อเราใช้สแกนเนอร์อ่านภาพเข้าสู่เครื่อง จะได้ภาพที่เป็นบิตแม็พเช่นกัน คุณภาพของกราฟิกแบบบิตแม็พนั้นนับว่าทำได้สูงมาก บางโปรแกรมในปัจจุบันทำได้ถึง 16.7 ล้านสี แต่มีเงื่อนไขว่าการ์ดกราฟิก และจอภาพที่ใช้งานต้องสามารถแสดงผลได้ 16.7 ล้านสีด้วย หากมองกราฟิกแบบบิตแม็พตามขนาดต้นฉบับจริงก็จะดูสวยงาม แต่ถ้าขยายขนาดขึ้น จะทำให้ความละเอียดลดลงไป เพราะองค์ประกอบย่อยของกราฟิกแบบบิตแม็พคือจุดภาพ (Pixel) เล็กๆ เมื่อขยายรูปก็คือการขยายจุดให้ใหญ่ขึ้น ภาพที่ได้จะดูหยาบขึ้นซึ่งแสดงไว้ในภาพประกอบ 3-1 เป็นรูปต้นฉบับ กับรูปที่ขยายขึ้นมา 8 เท่าในภาพประกอบ 3-2



ภาพประกอบ 3-1 เป็นรูปต้นฉบับ



ภาพประกอบ 3-2 รูปที่ขยาย 8 เท่า

สีในบิตแมป

สีในกราฟิกแบบบิตแม็พมีสูงถึง 16.7 ล้านสี ซึ่งรูปแบบนี้จำเป็นต้องใช้เนื้อที่ดิสค์มากในการเก็บ อีกทั้งยังเปลืองหน่วยความจำมาก หากรูปภาพที่ใช้งานไม่จำเป็นต้องเก็บให้เหมือนจริงก็สามารถเก็บโดยใช้สีที่น้อยลงได้ ในวินโดวส์นั้นจัดประเภทรูปกราฟิกแบบบิตแม็พได้เป็น 4 แบบ คือ

ขาวดำ (Black and White) แต่ละจุดภาพเป็นได้เพียงสองค่าคือ หากไม่เป็นสีขาวก็เป็นสีดำ หากให้ค่า 1 แทนสีขาว และ 0 แทนสีดำ รูปขาวดำจึงใช้ข้อมูลเพียงบิตเดียวสำหรับแทนหนึ่งจุดภาพ

ระดับความเข้มสีเทา (Greyscale) บิตแม็พนี้ยังเป็นภาพขาวดำ แต่มีหลายระดับความเข้ม โดยปติแล้วก็จะมีได้ 256 ระดับ โดยใช้รหัส 0 แทนสีดำ และเล่นระดับสีไปจนกระทั่งถึงรหัสเลข 255 แทนสีขาว รูประดับความเข้มสีเทาใช้ข้อมูล 8 บิตแทนจุดภาพหนึ่งจุดภาพ

ตารางสี (Indexed Color) แบบนี้จะใช้ข้อมูล 4 บิต หรือ 8 บิต แทนค่าสีซึ่งได้กำหนดไว้ในตารางสี หากใช้ข้อมูล 4 บิตจะมี 16 สี หรือใช้ข้อมูล 8 บิตจะมี 256 สี

สีจริง (RGB Trued Color) แต่ละจุดภาพจะแทนค่าสี 16.7 ล้านสี หนึ่งในจุดภาพในกราฟิกแบบนี้ จะต้องใช้ข้อมูลขนาด 24 บิต

โปรแกรมจัดการกราฟิก

โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการกราฟิกแบบบิตแม็พ จะมีขีดความสามารถต่างกันไป โดยทั่วไปแล้วเราจะจัดกลุ่มของโปรแกรมประเภทนี้ ได้เป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่ม 8 บิต โปรแกรมในกลุ่มนี้เป็นโปรแกรมขั้นต้น ที่มีขีดความสามารถไม่มากนัก ตัวโปรแกรมจะสามารถจัดการกับกราฟิกบิตแม็พ แบบขาวดำ แบบสี 4 บิต และ 8 บิต ได้ ตัวอย่างของโปรแกรมประเภทนี้ก็ได้แก่ เพนต์บรัชของวันโดวส์

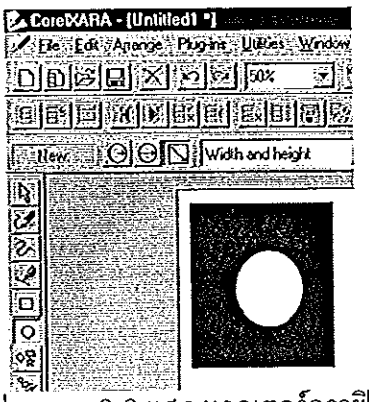
กลุ่ม 24 บิต เป็นโปรแกรมที่ขยับสมรรถนะขึ้นไป คือนอกจากจะจัดเก็บข้อมูลสีแบบ 8 บิต และ ยังสามารถจัดการกับกราฟิกแบบ 24 บิตได้อีกด้วย ตัวอย่างของโปรแกรมประเภทนี้ได้แก่ โปรแกรม CA-CricketPaint และ Fractal Design Painter

กลุ่มโปรแกรมประมวลภาพ โปรแกรมในกลุ่มนี้เป็นโปรแกรมขั้นสูง ที่สามารถจัดการกับบิตแม็พ 24 บิต แถมยังเพิ่มเครื่องมือในการตบแต่งภาพและสี อย่างเช่น การปรับสี การแก้ไขความสว่าง ความเข้ม เป็นต้น ตัวอย่างของโปรแกรมในกลุ่มนี้ได้แก่ Aldus PhotoStyler

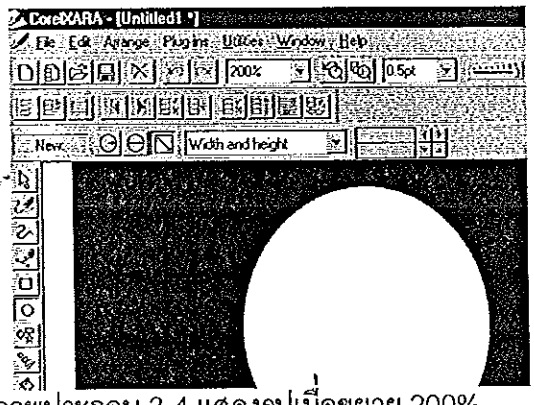
3.1.2 เวกเตอร์กราฟิก

กราฟิกแบบเวกเตอร์ไม่มีองค์ประกอบย่อยเป็นจุดภาพเหมือนบิตแม็พ แต่จะเก็บข้อมูลตามชิ้นส่วนรูปร่างในรูปภาพ เช่น วงกลม สี่เหลี่ยม หรือเส้นตรง ข้อมูลรูปภาพในกราฟิกแบบเวกเตอร์จึงเป็นรหัสแสดงชิ้นส่วนของรูป โดยมีข้อมูลกำหนดว่าเป็นชิ้นส่วนรูปร่างใด และวางอยู่ที่ตำแหน่งใด เป็นต้น ดังแสดงในภาพประกอบ 3-3 และภาพประกอบ 3-4

ข้อดีของกราฟฟิกแบบเวกเตอร์ก็คือ เมื่อขยายหรือลดขนาดรูป ผลลัพธ์ที่ได้ก็ยังคงมีความละเอียดเช่นเดิม ทั้งนี้เพราะโปรแกรมจะจัดการนำเอาชิ้นส่วนมาขยาย และวาดใหม่ด้วยสเกลที่กำหนด โปรแกรมที่ใช้สร้างเวกเตอร์กราฟิกที่ใช้งานอย่างแพร่หลายก็เช่น CorelDRAW! หรือ Aldus Freehand เป็นต้น โปรแกรมเหล่านี้จะมีเครื่องมือให้ใช้งานมากกว่าโปรแกรมในกลุ่มของบิตแม็พ และยังสามารถจัดการกับกราฟิกแบบบิตแม็พได้อีกด้วย ฟอร์แมตแบบเวกเตอร์ที่มีลักษณะของบิตแม็พผสมเข้าไปด้วย มักจะนิยมเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Metafile



ภาพประกอบ 3-3 แสดงเวกเตอร์กราฟิก



ภาพประกอบ 3-4 แสดงรูปเมื่อขยาย 200%

จากภาพประกอบ 3-3 เมื่อขยาย 200% ดังภาพประกอบ 3-4 จะเห็นว่า ภาพเวกเตอร์กราฟิกยังคงความละเอียดเท่าเดิม

3.2 ฟอร์แมตของกราฟิก

ถึงแม้ว่าจะมีโปรแกรมกราฟิกเพียงสองประเภทคือ บิตแม็พและเวกเตอร์แต่ผู้ใช้งานมักจะพบฟอร์แมตกราฟิกที่มีนามสกุลแตกต่างกันมากกว่า 20 แบบ (หากนับจำนวนฟอร์แมตที่ใช้งานอยู่ในระบบคอมพิวเตอร์แล้ว ปัจจุบันมีฟอร์แมตรวมกันราว 80 แบบ) แต่ละฟอร์แมตต่างก็มีข้อดีข้อเสีย โดยปกติแล้วโปรแกรมหนึ่งจะสามารถจัดการกับฟอร์แมตของกราฟิกได้จำกัดในกลุ่มหนึ่ง ตาราง 3-1 แสดงถึงฟอร์แมตของกราฟิกที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปในวินโดวส์

ตาราง 3-1 แสดงฟอร์แมตของกราฟิก

ฟอร์แมต	ลักษณะ	แบบ
BMP	Windows bitmap	บิตแม็พ
CDR	Corel DRAW	เวกเตอร์
CGM	Computer Graphic Metafile	เวกเตอร์
DIB	Device Independent Bitmap	บิตแม็พ
DRW	MicroGrfx Draw/Designer	เวกเตอร์
EPS	Encapsulated Postscript	เวกเตอร์/บิตแม็พ
GIF	Graphics Interchange Format	บิตแม็พ
JPG	Joint Photographic Expert Group	บิตแม็พ
MSP	Microsoft Paintbrush	บิตแม็พ
PCD	Kodak Photo CD	บิตแม็พ
PCX	PC Paintbrush	บิตแม็พ
PIC	Lotus 1-2-3 Picture	เวกเตอร์
PCT	Macintosh Picture	เวกเตอร์
TGA	Targa	บิตแม็พ
TIF	Tag Image File	บิตแม็พ
WMF	Windows Metafile	เวกเตอร์
WPG	WordPerfect/Drawperfect Graphic	บิตแม็พ/เวกเตอร์

ฟอร์แมตกราฟิกตามตาราง 3-1 นั้น แฟ้ม BMP ถือได้ว่าเป็นมาตรฐานของบิตแม็พ และ WMF ถือเป็นมาตรฐานของเวกเตอร์

3.2.1 ฟอร์แมตแบบต่างๆ

จากตาราง 3-1ได้ แสดงฟอร์แมตของกราฟิกต่างๆซึ่งจะได้อธิบายลักษณะของฟอร์แมตเหล่านี้พอสังเขป

BMP (Bitmap) เป็นฟอร์แมตมาตรฐานของรูปกราฟิกบิตแม็พในวินโดวส์ รูปที่ใช้วอลเปเปอร์ในวินโดวส์ก็มีฟอร์แมตแบบนี้ โปรแกรมกราฟิกแทบทุกโปรแกรม จึงสามารถอ่านและเก็บรูปในฟอร์แมตนี้ได้ โปรแกรมเพนต์บรัชในวินโดวส์จะทำงานกับฟอร์แมต BMP เป็นหลัก ฟอร์แมตแบบ BMP สามารถจัดการกับกราฟิกทั้งแบบขาวดำ 16 สี 256 สี และ 16.7ล้านสีได้

DIB (Device-Independent Bitmaps) เป็นบิตแม็พฟอร์แมตมาตรฐานในโอเอสทู จึงมีโปรแกรมในวินโดวส์เพียงไม่กี่โปรแกรมเท่านั้นที่สามารถจัดการกับฟอร์แมต DIB ได้ โปรแกรมเพนต์บรัชจะสามารถอ่านฟอร์แมต DIB ได้ แต่ไม่สามารถแปลงหรือเก็บรูปกราฟิกให้เป็นแบบ DIB

GIF (Graphics Interchanged Format) เป็นฟอร์แมตรูปกราฟิกที่ออกแบบโดย CompuServ ดังนั้นจึงนิยมใช้เครือข่ายของ CompuServ และบริการ BBS ทั่วไป ฟอร์แมต GIF นับเป็นฟอร์แมตที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย เราจะพบรูปกราฟิกทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นภาพบุคคล ทิวทัศน์ และอื่นๆ ล้วนแล้วแต่ใช้ฟอร์แมตนี้ รูปที่เก็บโดยใช้ฟอร์แมตตามแบบของ GIF จะมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับแบบ BMP ในปัจจุบัน GIF มีรุ่นของฟอร์แมตอยู่ 2 รุ่นคือ 87a และ 89a

IMG (Image) เป็นฟอร์แมตกราฟิกที่ใช้ในโปรแกรม Ventura โปรแกรมวินโดวส์ส่วนใหญ่จะไม่สนับสนุนการใช้งานฟอร์แมตนี้

JPG (Joint Photographic Experts Group) หรือบางครั้งจะใช้รหัสย่อว่า JPEG เป็นฟอร์แมตกราฟิกแบบบิตแม็พที่ออกแบบมาเพื่อลดขนาดการจัดเก็บภาพ อัตราส่วนการบีบอัดข้อมูลตามฟอร์แมตของ JPG บางกรณีจะได้ถึง 100 เท่า ฟอร์แมต JPG จึงนิยมใช้ในการเก็บภาพเหมือนแบบ 24 บิตต่อจุดภาพ

MSP (Microsoft Paint) เป็นฟอร์แมตกราฟิกเก่าแบบขาวดำที่ใช้ในโปรแกรมไมโครซอฟต์เพนต์บนวินโดวส์ 3.0 เราสามารถใช้โปรแกรมเพนต์บรัชเพื่ออ่านฟอร์แมตนี้ได้

PCX (PC Paintbrush) เป็นฟอร์แมตของกราฟิกบิตแม็พ ที่ออกแบบโดยบริษัท Zsoft เดิมแล้วฟอร์แมต PCX นี้ใช้อยู่บนเอ็มเอสดอส แต่ต่อมาได้นำมาใช้ในวินโดวส์ด้วย

TGA (Targa) เป็นฟอร์แมตที่นิยมใช้ในรูปกราฟิกคุณภาพสูง ฟอร์แมต TGA สามารถเก็บสีแบบ 8,16, 24 และ 32 บิต ดังนั้นจึงจัดการสีได้ถึงสี่พันล้านสี แต่อย่างไรก็ตาม ฟอร์แมตแบบ TGA ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลมาก จึงไม่พบโปรแกรมที่สนับสนุนการใช้งานกราฟิกฟอร์แมตนี้ ยกเว้นโปรแกรมขั้นสูง อย่าง Aldus Photostyler

TIF (Tag Image File) หรือ TIFF เป็นฟอร์แมตที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายมากฟอร์แมตหนึ่งทั้งในกลุ่มของพีซีและแมคอินทอช ต้นกำเนิดของฟอร์แมต TIF มาจากบริษัท Aldus ที่ออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับสแกนรูป เราจึงพบว่าโปรแกรมอื่นๆ ที่ทำหน้าที่สแกนภาพ จะใช้ฟอร์แมต TIF เป็นหลัก โปรแกรมในวินโดวส์ส่วนใหญ่จะอ่านเขียนฟอร์แมต TIF ได้

ฟอร์แมต TIF มีกรรมวิธีในการบีบอัดข้อมูลหลายรูปแบบ เช่น แบบ LZW, Huffmann, PackBits, Fax Group 3 และ Fax Group 4 และสามารถจัดการกับรูปกราฟิกขาวดำไปจนกระทั่งถึงกราฟิก 24 บิต

CDR (CorelDRAW!) เป็นฟอร์แมตพิเศษที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับโปรแกรม CorelDRAW!

CGM (Computer Graphics Metafile) เป็นฟอร์แมตกราฟิกแบบเวกเตอร์ที่มีคุณสมบัติดีเด่นหลายประการ เช่น ไม่จำกัดขนาดของของจำนวนสีที่มีได้ จุดประสงค์ของการออกแบบฟอร์แมต CGM เพื่อนำมาใช้ในงานกราฟิกเชิงศิลป์ และเดสค์ท้อปพับลิชชิ่ง

DRW (Microgrfx Draw) เป็นฟอร์แมตพิเศษที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับโปรแกรม Microgrfx Draw โปรแกรมเดสค์ท้อปพับลิชชิ่งส่วนใหญ่สามารถอ่านเขียนฟอร์แมตนี้ได้

EPS (Encapsulated Postscript) ฟอร์แมตของภาษาโพสต์สคริปต์ ซึ่งสามารถผสมทั้งรูปกราฟิกและข้อความเข้าไปด้วยกัน EPS เป็นฟอร์แมตกราฟิกและภาษาที่ซับซ้อน และกินเนื้อที่ดิสค์มาก หากแต่ให้รูปกราฟิกที่มีคุณภาพสูง

PIC (Picture) เป็นฟอร์แมตใช้ในโปรแกรมโลตัส 1-2-3 โปรแกรมในวินโดวส์ส่วนใหญ่สามารถอ่านเขียนฟอร์แมตนี้ได้

WMF (Window Metafile) นับเป็นมาตรฐานหลักของฟอร์แมตกราฟิกแบบเวกเตอร์ที่โปรแกรมส่วนใหญ่ในวินโดวส์สามารถอ่านเขียนได้

WPG (Wordperfect Graphic) เป็นฟอร์แมตพิเศษที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับโปรแกรมเวิร์ดเพอร์เฟคท์ มีโปรแกรมในวินโดวส์เพียงบางโปรแกรมเท่านั้นที่สามารถอ่านเขียนฟอร์แมตนี้ได้

3.2.2 การแปลงฟอร์แมต

เนื่องจากมีฟอร์แมตของกราฟิกเป็นจำนวนมาก แต่ละโปรแกรมกราฟิกจึงอาจไม่สามารถ สนับสนุนการใช้ในทุกฟอร์แมต หรือในบางครั้งที่มีรูปกราฟิกในฟอร์แมตหนึ่ง แต่โปรแกรมที่ต้องการใช้งานไม่สามารถจัดการกับฟอร์แมตที่มีอยู่ได้ ในกรณีเช่นนี้เราจำเป็นต้องอาศัยโปรแกรมในการแปลงฟอร์แมตหนึ่งไปเป็นอีกฟอร์แมตที่โปรแกรมรู้จัก การแปลงจึงแบ่งได้ออกเป็น 4 กรณีคือ

3.2.1.1 แปลงระหว่างบิตแม็พด้วยกันเอง การแปลงในกรณีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและทำได้ด้วยโปรแกรมบิตแม็พทั่วไป รูปแบบการแปลงระหว่างบิตแม็พจะทำให้ผลการแปลงได้คุณภาพที่ใกล้เคียงกับต้นฉบับสูงที่สุด

3.2.1.2 แปลงจากเวกเตอร์ไปเป็นบิตแม็พ การแปลงแบบนี้ทำได้โดยง่าย โปรแกรมแบบเวกเตอร์ส่วนใหญ่ สามารถเก็บแฟ้มในรูปของบิตแม็พได้ แต่ถ้าหากโปรแกรมเวกเตอร์ที่ใช้งานไม่สามารถจัดเก็บบิตแม็พตามที่ต้องการได้ ก็สามารถใช้วิธีการแสดงภาพเวกเตอร์นั้นบนจอภาพแล้วกดปุ่ม Alt+PrtScr เพื่อคัดลอกภาพเข้าคลิปบอร์ด จากนั้นก็ใช้โปรแกรมบิต - แม็พ เช่น เพนต์บรัช ดึงภาพจากคลิปบอร์ดเข้ามา

3.2.1.3 แปลงจากบิตแม็พไปเป็นเวกเตอร์ การแปลงแบบนี้นับเป็นเรื่องทำได้ยากมาก เนื่องจากต้องใช้โปรแกรมที่มีขีดความสามารถในการวิเคราะห์รูปร่างลายเส้นของบิตแม็พว่าจะตรงกับชิ้นส่วนใดในแบบเวกเตอร์ ตัวอย่างของโปรแกรมนี้ได้แก่ Micrografx Draw และ Illustrator เป็นต้น

3.2.1.4 แปลงระหว่างเวกเตอร์ด้วยกันเอง กราฟิกแบบเวกเตอร์มักจะสัมพันธ์กับโปรแกรมประยุกต์ใดประยุกต์หนึ่งโดยตรง และมักจะสนับสนุนฟอร์แมตเวกเตอร์แบบอื่นๆ ด้วยจึงสามารถใช้โปรแกรมประยุกต์ในการแปลงฟอร์แมตได้ โดยไม่ต้องใช้โปรแกรมแปลงฟอร์แมตเข้าช่วย ปัญหาในการแปลงระหว่างฟอร์แมตแบบเวกเตอร์จะอยู่ที่ฟอร์แมตแบบหนึ่งอาจไม่มีรหัสสำหรับเก็บชิ้นส่วนที่มีอยู่ในฟอร์แมตหนึ่ง ผลจากการแปลงจึงอาจทำให้ได้ภาพที่ไม่ครบสมบูรณ์เหมือนต้นฉบับ

วิธีการหนึ่งในการแปลงฟอร์แมตกราฟิกที่มีประสิทธิภาพ และนิยมใช้มากได้แก่การใช้โปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อการแปลงฟอร์แมตโดยเฉพาะ โปรแกรมแปลงฟอร์แมตเชิงการค้าที่นิยมใช้ในปัจจุบันได้แก่ Hijaak หรือในกลุ่มของแชร์แวร์ได้แก่ โปรแกรม Paint Shop Pro

3.3 โครงสร้างของไฟล์ BMP

โครงสร้างของไฟล์ BMP จะประกอบไปด้วยข้อมูล Header ข้อมูล palette และข้อมูลภาพ ตามลำดับ

3.3.1. **ข้อมูล** Header คือ ข้อมูลที่อยู่บริเวณส่วนหัวของไฟล์ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่บอกถึงรายละเอียดต่างๆ ของภาพ เช่น ความกว้างความยาวของภาพ จำนวนสี จำนวนบิต ความละเอียด ฯลฯ ซึ่งในไฟล์กราฟิกฟอร์แมตอื่นๆ ก็มีข้อมูล Header นี้เช่นกัน แต่จะมีขนาดและการจัดเก็บไม่เหมือนกัน

3.3.2. **ข้อมูล** palette คือ ข้อมูลที่บอกถึงชุดของจานสี (palette) ที่เกิดจากการผสมแม่สีทั้งสาม คือ Red, Green, Blue มาผสมกันได้เป็นสีต่างๆ ตามจำนวนสีของภาพ เช่นรูปขนาด 4 บิต ก็จะมี 16 สี รูป 8 บิตจะมี 256 สี รูป 24 บิต จะมี 16.7ล้านสี เป็นต้น ซึ่งถ้ามีจำนวนสีน้อยๆ ก็จะมีการเก็บค่า palette นี้ลงไฟล์ไปด้วย แต่ถ้าเป็นรูปประเภท 24 บิต จะไม่มีค่า palette แต่จะใช้วิธีเก็บค่าแม่สีทั้งสามลงไปเป็นข้อมูลแทน เพราะถ้าเก็บค่า palette ที่มีถึง 16.7 ล้านสีลงไปด้วยจะเปลืองพื้นที่มาก ข้อแตกต่างประการหนึ่งของไฟล์ BMP กับไฟล์ฟอร์แมตอื่นๆ ในเรื่องของ palette ก็คือว่า ไฟล์ BMP นี้จะเก็บค่า palette ชุดละ 4 ไบต์ ซึ่งในฟอร์แมตอื่นๆจะใช้กันแค่ 3 ไบต์ โดย 4 ไบต์ที่ว่านี้ก็ใช้แค่ 3 ไบต์เช่นกัน คือ Red, Green, Blue อย่างละไบต์ ส่วนไบต์ที่ 4 นั้นไม่ได้ใช้ แต่มีไว้เพื่อความง่ายและรวดเร็วในการอ้างถึง เพราะจะใช้วิธีการ Shift left 2 ครั้ง แทนการคูณด้วยจำนวนเต็ม 4 ซึ่งจะทำให้เร็วขึ้น

3.3.3. **ข้อมูลภาพ** คือ ข้อมูลแต่ละสีของภาพที่ปรากฏแต่ละจุดบนจอที่มาประกอบกันเป็นรูปภาพ ซึ่งค่าที่เก็บนี้จะเป็นค่าที่ใช้ในการชี้ตาราง palette ว่าจุดนี้จะใช้สีหมายเลขอะไร เช่น จุดแรกมีค่าเป็น 10 ก็ไปเปิดตาราง palette หมายเลข 10 สมมติว่า ได้ความเข้มข้นแม่สีเป็น R=0, G=0, B=100 ก็จะได้จุดนี้เป็นสีน้ำเงิน ซึ่งในกรณีของรูป 24 บิต จะอ่านเป็นข้อมูลขึ้นมา 3 ค่า เป็นค่าของแม่สี RGB แล้วนำไปผสมบนจอแทน

3.3.4 BMP Header

ไมโครซอฟท์ได้กำหนด Header ของไฟล์ BMP ไว้ซึ่งสามารถเขียนเป็น structure ได้ดังนี้

```
typedef struct {
        char id[2];
        long filllesize;
        int reserve[2];
```

```
        long headersize;
        long infosize;
        long width;
        long depth;
        int biplanes;
        int bits;
        long biCompression;
        long biSizeImage;
        long biXpelsPerMeter;
        long biYpelsPerMeter;
        long biCirUsed;
        long CirImportant;
} BMPHEADER;
```

โดยแต่ละฟิลด์มีความหมายดังนี้

ฟิลด์ id เป็นรหัสที่ใช้เช็คว่าเป็นไฟล์ BMP หรือไม่ โดยปกติจะให้มีค่าเป็น "BM"

ฟิลด์ filesize บอกขนาดของไฟล์

ฟิลด์ reserve สงวนไว้ 2 ไบต์

ฟิลด์ headsize จำนวนไบต์ของ header file

ทั้ง 4 ฟิลด์ตั้งชื่อว่า Bitmapfileheader ส่วนฟิลด์ที่เหลือให้ชื่อว่า Bitmapinfoheader

ฟิลด์ infosize บอกขนาดของส่วนที่เป็น information นี้ ซึ่งจะมีค่าเป็น 28H เสมอ

ฟิลด์ width, depth บอกขนาดของภาพในความกว้าง และความสูงในหน่วยจุด (pixels)

ฟิลด์ biPlanes เป็น 1 เสมอ

ฟิลด์ bits คือ จำนวนบิตต่อ 1 จุด ซึ่งจะเป็น 1,4,8 หรือ 24

ฟิลด์ biCompress ถ้าเป็น 0L ก็คือไฟล์นี้เป็นแบบ uncompressed ซึ่งในกรณีของเรานี้ให้เป็น 0L เสมอ

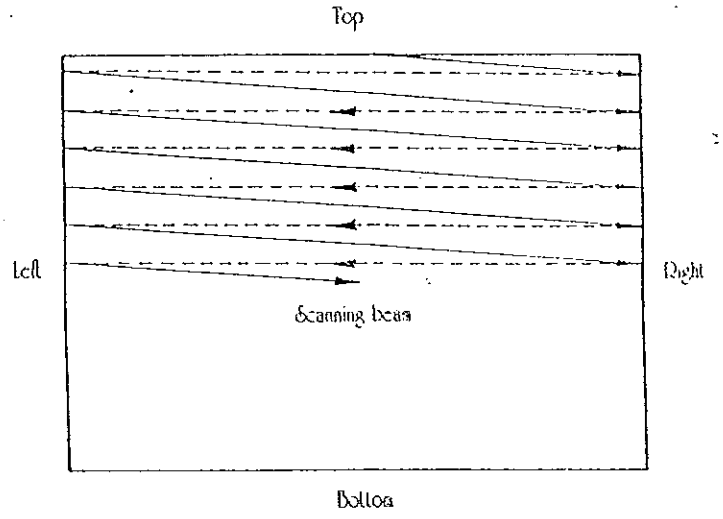
3.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสัญญาณภาพ

3.4.1 ส่วนประกอบของภาพในเครื่องรับโทรทัศน์ขาว-ดำ

ถ้าพิจารณาให้ดีแล้ว จะพบว่า ในภาพ ขาว-ดำ ของเครื่องรับโทรทัศน์นั้น จริงๆแล้ว มีเพียงโทนของสีเพียงสีเดียวเท่านั้น คือสีขาวหรือสีดำ แต่มีระดับความเข้มของสีที่สามารถเห็นได้ชัด 3 ระดับสีคือ สีขาว สีเทา และสีดำ โดยบริเวณที่เป็นสีขาว คือ บริเวณที่มีสีดำน้อยที่สุด บริเวณที่เป็นสีเทา คือบริเวณที่เป็นสีดำปานกลาง ซึ่งในส่วนของบริเวณที่เป็นสีดำก็หมายถึงบริเวณที่มี ความเข้มของแสงน้อยที่สุด และในภาพขาว-ดำ ทั่วๆไปนั้นจะประกอบด้วย จุดสีขาว หรือจุดสีดำ เป็นจำนวนมาก มาเรียงกันประกอบขึ้นเป็นภาพ โดยจุดสีขาว หรือจุดดำเหล่านี้ เรียกว่าองค์ประกอบภาพ (pixel) นอกจากนี้แล้ว ความคมชัดของภาพจะขึ้นอยู่กับจำนวนจุดเหล่านี้อีกด้วย

3.4.2 หลักการสร้างภาพ

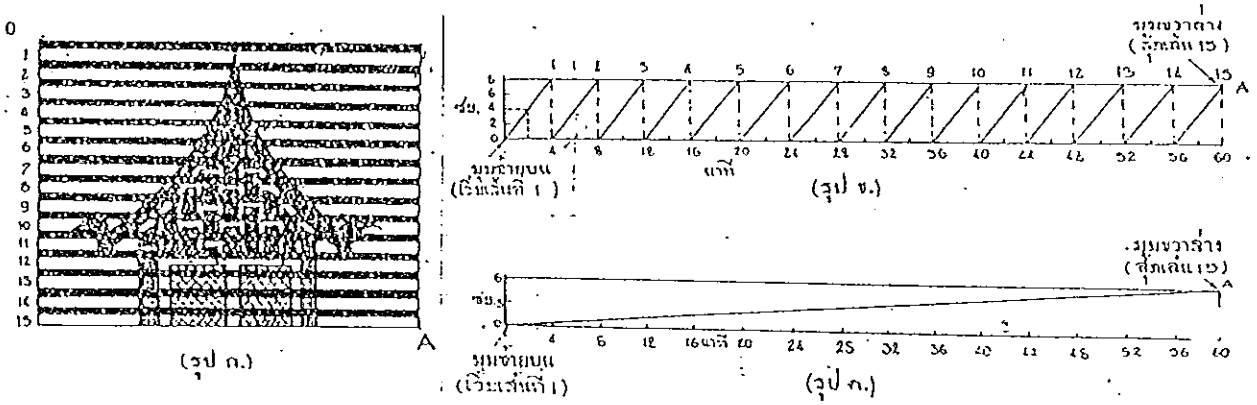
ในเครื่องรับโทรทัศน์ จะมีการสร้างภาพโดยการ สแกน (scan) สัญญาณภาพที่หน้าจอเครื่องรับโทรทัศน์ โดยตัวที่ทำหน้าที่สำคัญ คือ หลอดภาพนั้นเอง หลอดภาพมีโครงสร้าง คล้ายกับหลอดสูญญากาศทั่วไป ทำหน้าที่ปล่อยอิเลคตรอนออกจากขั้วคาโทด แล้วมีการดึงลำอิเลคตรอนให้วิ่งเป็นลำไปกระทบขั้วอาโนด หรือหน้าจอ ตรงหน้าจอนั้นมีการฉาบสารเรืองแสงไว้ เพื่อให้เกิดการเรืองแสงของจอทำให้เกิดภาพขึ้นได้ สำหรับ การสแกนสัญญาณภาพนั้น จะมีการสแกนครั้งละ 1 เส้นในแนวนอน จากซ้ายไปขวาของขอบจอภาพ และจะเริ่มสแกนจากมุมบนซ้ายไปจนถึงมุมล่างขวาสุดของขอบจอ เมื่อครบหนึ่งหน้าจอก็จะมีการเริ่มสแกนเหมือนเดิม



ภาพประกอบ3-5 แสดงหลักการเบื้องต้นของการสแกน (Scan)
(ที่มา : บุญถึง แน่นหนา , ตำราโทรทัศน์ภาคทฤษฎีและปฏิบัติ)

คือเริ่มจากมุมบนซ้ายสุดของขอบจออีกครั้งหนึ่ง เป็นเช่นนี้เรื่อยๆ ก็จะเกิดเป็นภาพต่อเนื่อง โดยจำนวนเส้นในแนวนอนจะบ่งบอกถึงความละเอียดของภาพ สำหรับการสร้างภาพสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการง่ายๆดังนี้

สมมุติเครื่องรับโทรทัศน์ได้รับสัญญาณภาพเป็นรูปเรือนไทยมา ถ้ากำหนดให้หน้าจอของเครื่องรับที่มีความกว้าง 6 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว และเครื่องรับนี้มีการสร้างภาพแบบ 15 เส้น ต่อ 1 รูป (Frame) ใช้เวลา 60 นาที เครื่องรับโทรทัศน์ได้รับสัญญาณภาพมา ก็จะมีการตีเส้นในแนวทีละเส้นตามลำดับคือเส้นแนวนอนที่ 1 (ดูทั้งในรูป ก และ ข) ในรูป ก เป็นสีขาวตลอดเว้นสีดำตรงยอดจั่ว ในรูป ข มีหมายเลขเขียนกำกับไว้ที่ยอดด้วย หมายเลข 1 เมื่อลากจากหมายเลข 0 เอียงมาทางขวา จนถึงหมายเลข 1 แปลว่า ผ่านหน้าจอ 8 นิ้ว กินเวลา 4 นาที เมื่อเส้นแนวนอน(Horizantal line) หมายเลข 1 ลากเสร็จเครื่องรับ ก็จะเริ่มลากเส้นที่ 2 ต่อไป ดังแสดงไว้ด้วยเส้นไข่ปลา รูป ข คือจากหมายเลข 1 มายังหมายเลข 4 ซึ่งระยะจากหมายเลข 1 ถึง หมายเลข 4 ได้ระยะ 8 นิ้วพอดี แต่เนื่องจากเป็นการลากที่เร็วมาก จึงถือว่าไม่เสียเวลา ฉะนั้น เส้น 1-4 จึงตั้งฉากไม่เอียงอย่างเส้น 0-1



ภาพประกอบ3-6 แสดงหลักการสร้างภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ขาว-ดำ
(ที่มา : บุญถึง แน่นหนา , ตำราโทรทัศน์ภาคทฤษฎีและปฏิบัติ)

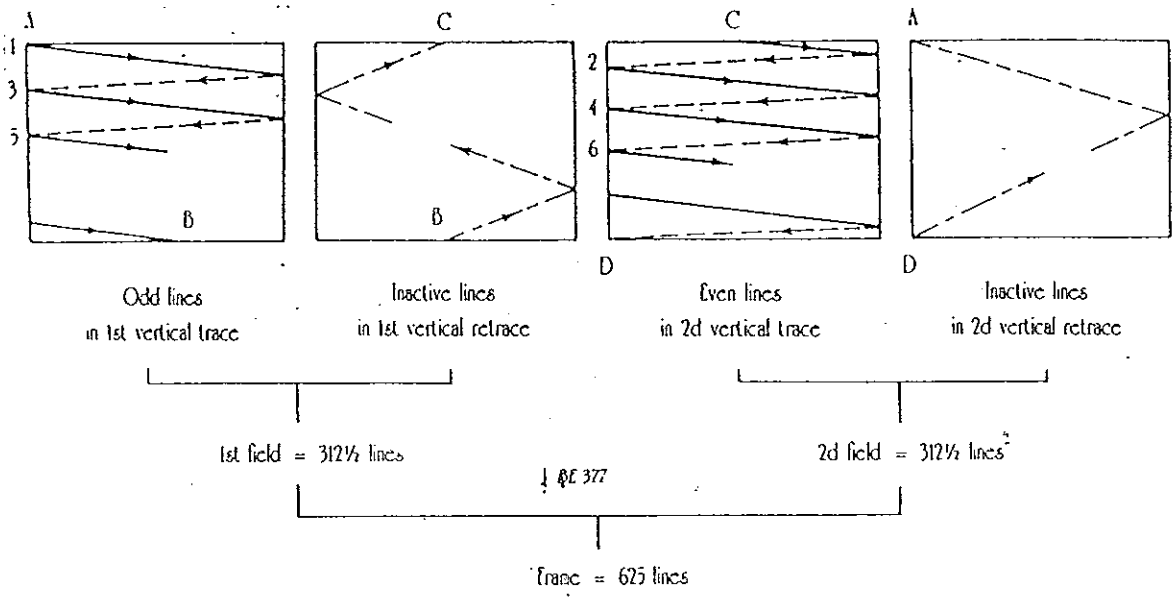
เส้นแนวนอนที่ 2 (ดูทั้งในรูป ก และ ข) เส้นแนวนอนที่ 2 นี้เหมือนกับเส้นแนวนอนที่ 1ซึ่งได้อธิบายไปแล้ว

เส้นแนวนอนที่ 3 (ดูทั้งในรูป ก และ ข) ในรูป ก จะเห็นว่า เส้นแนวนอนที่ 3 นี้เป็นเส้นแรกที่จะสร้างรูปบ้านเรือนไทยอย่างชัดเจน คือยอดจั่ว ฉะนั้น พอลากเส้นมาประมาณ กลางหน้าจอ ซึ่งกินเวลา 2 นาที ลำแสงจะถูกยกขึ้นไม่ให้แตะหน้าจอ พอข้ามจุดนั้นแล้วก็จะมีการลากเส้นต่อไปจน

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

จบเส้นแนวนอนที่ 3 แล้วก็จะเริ่มมาตั้งต้นใหม่ที่เส้นแนวนอนที่ 4 อีก อย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนครบหนึ่งภาพ ซึ่งมีการลากเส้นจำนวน 15 เส้นคือ ครบหนึ่งหน้าจอพอดี กินเวลาทั้งหมด 60 นาที ถ้าเครื่องรับโทรทัศน์จะเขียนภาพทำนองนี้ซ้ำอีก เครื่องรับโทรทัศน์จะทำการเลื่อนลำแสงอิเลคตรอนจากมุมขวาล่าง (จุด A รูป ค) ไปยังมุมซ้ายบน (จุด B รูป ค) เป็นระยะทาง AB เพื่อเริ่มต้นใหม่ การเลื่อนจาก 0-A หรือ A-B ดังในรูป ค นั้น เท่ากับความกว้างของหน้าจอ โดยเรียกเส้นในแนวตั้งนี้ว่า Vertical line และภาพ 1 ภาพที่ได้จากการสร้างขึ้นนี้เรียกว่า Frame

จากการอธิบายข้างต้นเป็นเพียงการสมมุติ เพื่อแสดงหลักการง่ายๆของการสร้างภาพเท่านั้น จริงๆแล้วในระบบโทรทัศน์ที่ใช้ในประเทศไทยนั้น จะกำหนดให้การสร้างภาพ 1ภาพเป็นแบบ 625 เส้นต่อ 1 ภาพ เรียกระบบนี้ว่า CCIR (Comite' Consultatif International des Radio) โดยตามมาตรฐานนี้การสร้างภาพ 1 ภาพ จะใช้เวลา 0.04 วินาที หรือกล่าวได้ว่าใน 1 วินาที เครื่องรับโทรทัศน์ระบบนี้สามารถสร้างภาพได้ 25 ภาพ ฉะนั้นการลากเส้น 1 เส้น กินเวลา 64 μsec. ซึ่งจะเห็นได้ว่าในการสร้างภาพจะมีการสแกนเส้นสัญญาณภาพทีละเส้น จนครบ 625 เส้นเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก และสัญญาณที่สำคัญที่ใช้สำหรับควบคุมให้สามารถแสดงภาพให้ถูกตำแหน่ง มี 2 สัญญาณคือ สัญญาณ Vertical Synchronization ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมตำแหน่งในแนวตั้ง และสัญญาณ Horizontal Synchronization ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมตำแหน่งในแนวนอนโดยทั่วไป ระบบโทรทัศน์เกือบทุกระบบ จะมีการสร้างภาพ 1 Frame โดยแบ่งออกเป็น 2 Field คือ Field ที่เป็นเลขคี่ และ Field ที่เป็นเลขคู่ การสแกน จะเริ่มสร้างภาพจาก Field ที่เป็นเลขคี่ก่อน เมื่อสร้างภาพจาก Field คี่ครบ 1 หน้าจอแล้วก็จะเริ่มสร้างภาพด้วย Field ที่เป็นเลขคู่ ดังนั้น ภาพที่เกิดขึ้น จึงเกิดจากการแทรกสอดของ Field ที่เป็นเลขคี่กับ Field ที่เป็นเลขคู่ ซึ่งการสแกน แบบนี้เรียกว่าการสแกนแบบ Interlacing เหตุที่ส่ง Frame ให้สลับกับแบบนี้ก็เพราะต้องการให้เกิด persistence ของตาให้มากที่สุด เพื่อเวลาดูโทรทัศน์ ตาของผู้ชมจะได้ไม่เกิดความรู้สึกว่า ภาพที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา



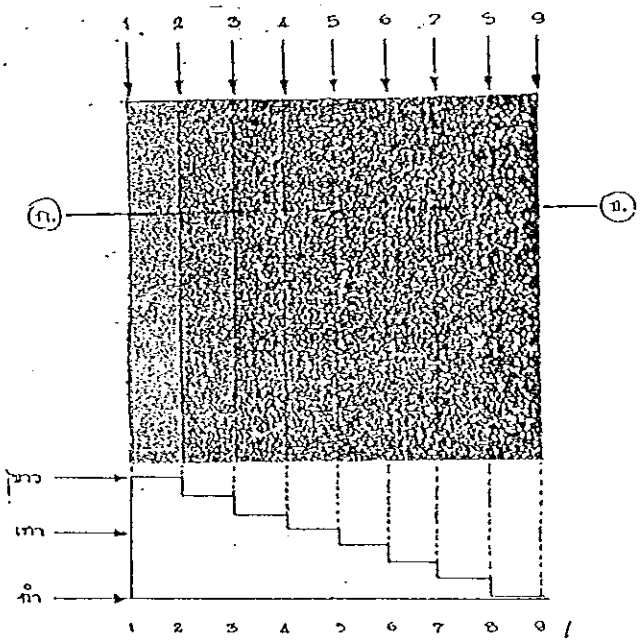
ภาพประกอบ3-7 แสดงการสแกนแบบ Intertacing ในระบบ CCIR

(ที่มา : เจน สงสมพันธุ์ , เทคโนโลยีโทรทัศน์)

ดังนั้นระบบ CCIR ใน 1 Field จะมีการสแกน 312.5 เส้น และความถี่เพื่อใช้ในการหักเหลำอิเลคตรอน ในแนวนอน ได้จาก การคูณจำนวนเส้นภาพกับจำนวนภาพใน 1 Frame ซึ่งจะได้ความถี่ที่ใช้ในการสแกนสัญญาณภาพ 1 เส้นสัญญาณภาพเป็น 625x25 เท่ากับ 15.625 kHz ส่วนความถี่บังคับการหักเหในแนวตั้ง (Vertical) ใน 1 Field จะใช้เวลาเพียง 1/50 วินาที หรือใช้ความถี่เท่ากับ 50 Hz

3.4.3 สัญญาณภาพ (Video Signal)

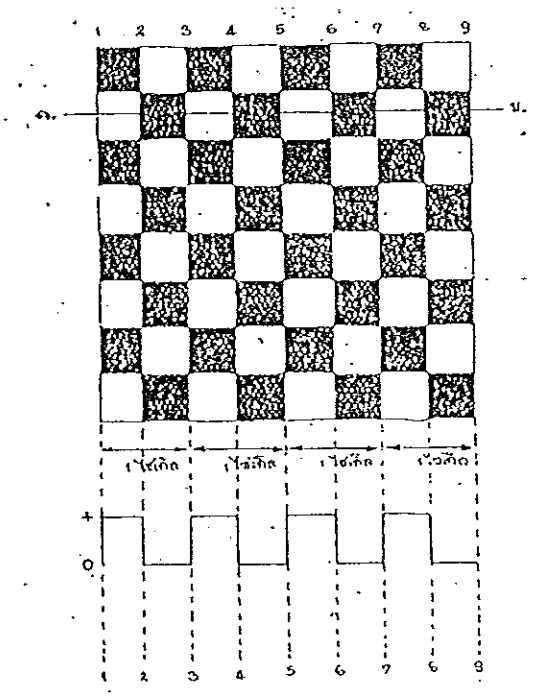
ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เป็นกล่าวถึงหลักการสร้างภาพ ต่อไปจะกล่าวถึงการเกิดสีบนจอภาพ จากการศึกษาเรื่องสัญญาณภาพพบว่าสีหรือความเข้มของภาพที่เกิดขึ้นบนจอเครื่องรับโทรทัศน์นั้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงแสงสว่างเป็นกระแสไฟฟ้า (หรืออิเลคตรอน) โดยจำนวนอิเลคตรอนนี้จะแปลงผันตามแรงดันไฟฟ้า ถ้าจำนวนอิเลคตรอนมากจะมีแรงดันสูงสุด ภาพที่ปรากฏขึ้นจะเป็นสีขาว ส่วนสีอื่นๆจะมีความสัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้า เช่น เมื่อปืนอิเลคตรอนกวาดตามแนว ก-ข ตามภาพประกอบ 3-8 จะเห็นว่าสีจะแปรผันโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้า



ภาพประกอบ3-8 แสดง การเปลี่ยนความเข้มของภาพเป็นแรงดันไฟฟ้า

(ที่มา : บุญถึง แน่นหนา , ตำราโทรทัศน์ภาคทฤษฎีและปฏิบัติ)

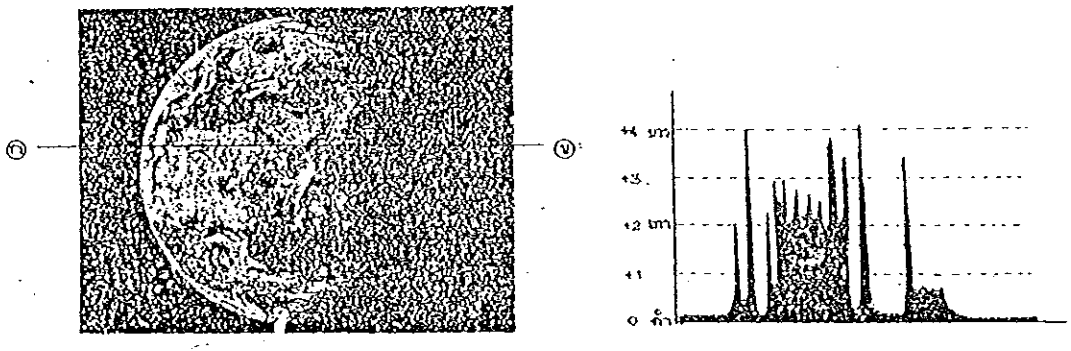
เช่นเดียวกัน ในการเปลี่ยนภาพกระดานหมากรุกให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าโดยพิจารณาเฉพาะแนว ก-ข เท่านั้น จะได้แรงดันไฟฟ้าที่แปรผันตามความเข้มของสี ดังแสดงให้เห็นตามภาพประกอบ 3.9 สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากการเปลี่ยนภาพกระดานหมากรุกนี้นับได้ 4 cycle หรือ 4 Hz ถ้ามีตารางหมากรุกที่มีจำนวนช่องขาวดำ 10,000 ช่อง ก็จะได้สัญญาณที่มีขนาด 5,000 Hz ดังนั้นแสดงว่ายิ่งมีจำนวนช่องขาว-ดำมากก็ยิ่งมีจำนวนความถี่มาก โดยทั่วไปแล้วภาพต่างๆ ที่ออกมาทางเครื่องรับโทรทัศน์ มิได้มีแค่ 2 ระดับสี คือสีขาวและสีดำเท่านั้น แต่ยังมีระดับสีที่อยู่ระหว่างช่วงสีขาวกับสีดำอีก ซึ่งจะทำให้เกิดสีของภาพที่ซับซ้อนขึ้น



ภาพประกอบ3-9 แสดงการเปลี่ยนรูปตารางหมากรุกเป็นแรงดันไฟฟ้า

(ที่มา : บุญถึง แน่นหนา , ตำราโทรทัศน์ภาคทฤษฎีและปฏิบัติ)

เพื่อความเข้าใจจะพิจารณารูปโลกที่ถ่ายจากยานอวกาศดังในภาพประกอบ3-10 การประกอบภาพเป็นรูปโลกนี้ จะประกอบด้วยจุด 3 ขนาด ดังกล่าวแล้วคือ จุดดำ จุดเทา และจุดขาว จุดเหล่านี้เรียงชิดติดกันมากจะทำให้ภาพของโลกดูไม่เห็นว่าเป็นจุดอยู่เลย คราวนี้สมมุติว่าปืนอีเล็คตรอนกวาดหรือสแกนตามแนวอักษร ก-ข เช่นเคย จะเห็นว่าส่วนที่เป็นจุดดำจะมีแรงดันไฟฟ้าน้อย ส่วนที่เป็นจุดเทาในภาพของรูปโลกจะมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ +2 Volts



ภาพประกอบ 3-10 แสดง การเปลี่ยนภาพโลกในแนว ก-ข เป็นแรงดันไฟฟ้า

(ที่มา : บุญถึง แน่นหนา , ตำราโทรทัศน์ภาคทฤษฎีและปฏิบัติ)

และส่วนที่เป็นสีขาวจะมีแรงดันมากที่สุดคือ +4 Volts ตามที่กล่าวไปนั้นเป็นการยกตัวอย่างเพียงส่วนหนึ่งของภาพบนแนว ก-ข ดังนั้นสัญญาณที่ได้จึงเป็นสัญญาณส่วนที่เป็นบริเวณ ก-ข เท่านั้น ถ้าเราต้องการจะได้สัญญาณทั้งหมด ก็จะต้องใช้ปืนอิเลคตรอนสแกนตั้งแต่บรรทัดแรกจนถึง

บรรทัดสุดท้ายของภาพ เช่นถ้าเป็นระบบ CCIR 625 เส้น ก็จะมีการสแกนทั้งหมด 625 ครั้ง และจะมีสัญญาณเกิดขึ้น 625 ชุด

3.4.4 ระบบ Synchronization

ระบบ Synchronization หรือเรียกกันสั้นๆว่า ระบบ Sync. นั้น หมายถึงระบบที่ทำให้เครื่องรับและเครื่องส่งโทรทัศน์มีเหตุการณ์ที่สอดคล้องกัน เช่น เครื่องส่งโทรทัศน์ส่งภาพมาอย่างไร ทางด้านเครื่องรับโทรทัศน์ก็รับภาพเช่นเดียวกับเครื่องส่งด้วย ในกรณีที่เครื่องรับโทรทัศน์และเครื่องส่งโทรทัศน์ ไม่ Synchronized กัน เครื่องรับโทรทัศน์จะไม่สามารถรับภาพจากเครื่องส่งโทรทัศน์ได้ หรือรับได้แต่ภาพจะล้มจนมองไม่ออกว่าเป็นภาพอะไร ในสัญญาณ Composite Video นั้นจะประกอบไปด้วยสัญญาณต่างๆที่สำคัญ คือ สัญญาณภาพและสัญญาณ Synchronization โดยในระบบ Synchronization นั้นจะแบ่งสัญญาณ 2 ชนิด คือ Horizontal Synchronizationและ Vertical Synchronizationนอกจากนั้นแล้วในสัญญาณ Composite Video ยังมีสัญญาณอื่นอีก คือ Equalising Pulse, Vertical Pulse และ Horizontal Pulse ดังแสดงในภาพประกอบ 3-11 แต่ที่สำคัญที่จำเป็นต้องศึกษาก็คือ ระบบ Synchronization ซึ่งเป็นสัญญาณเพื่อให้การสแกนเป็นไปอย่างถูกต้อง ทั้งการสแกนในแนวตั้งและการสแกนในแนวนอน

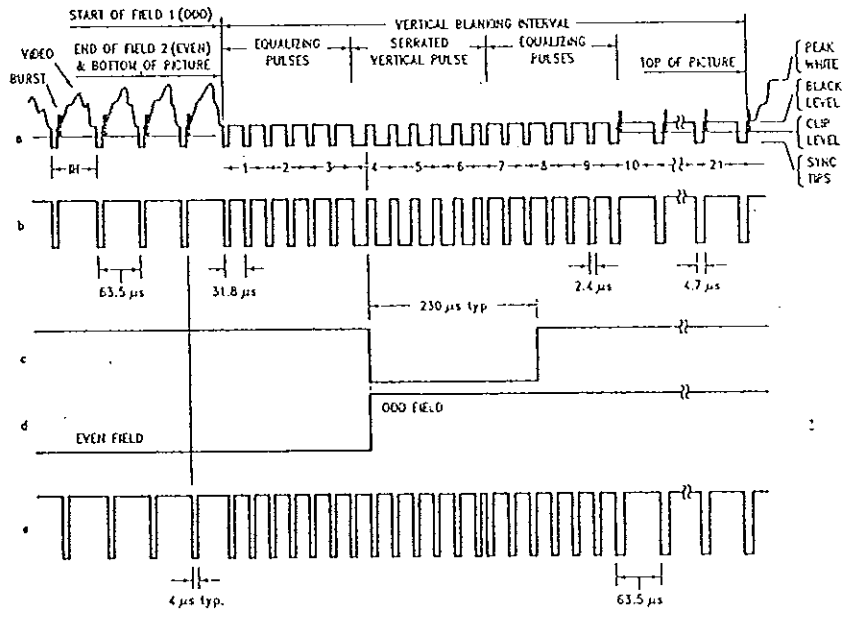


FIGURE (a) Composite Video; (b) Composite Sync; (c) Vertical Output Pulse; (d) Odd/Even Field Index; (e) Burst Gate/Back Porch Clamp

ภาพประกอบ 3-11 แสดงส่วนประกอบของสัญญาณภาพ

(ที่มา : เจน สงสมพันธุ์ , เทคโนโลยีโทรทัศน์)

3.4.4.1 Horizontal Synchronization

การพิจารณาสัญญาณ Composite Video ที่มีสัญญาณ Horizontal Synchronization ปนมาด้วยจะทำการพิจารณาเป็นข้อดังนี้

1. ภาพ 1 ภาพ หรือ 1 Frame ที่เกิดขึ้นบนจอเครื่องรับโทรทัศน์ขาว-ดำ ระบบ CCIR นั้น จะประกอบไปด้วยสัญญาณภาพ 625 เส้น
2. ใน 1 วินาที ต้องเกิดภาพได้ 25 ภาพ ฉะนั้น 1 ภาพ ใช้เวลาเพียง 1/25 วินาที
3. ในภาพ 1 ภาพ ประกอบเส้นแนวนอน (H) 625 เส้น ดังนั้น 1 เส้น หรือ 1 H ใช้เวลา = 1/(25x625) วินาที เพราะฉะนั้น H = 64 ไมโครวินาทีหรือคิดเป็นความถี่ได้ f = 15.625 kHz

3.4.4.2 Vertical Synchronization

ในการสแกนในแนวตั้งครั้งหนึ่งกินเวลาเท่ากับการสแกนในแนวนอน 16-20 ครั้ง ถ้าให้การ scan ในแนวตั้งเป็น V และให้การ Trace ทางแนวนอนเป็น H

ดังนั้น V = 16 ถึง 20 H

จากระบบ CCIR การ scan เส้น H แต่ละเส้นใช้เวลา 64 μsec

เพราะฉะนั้นการเกิด V 1 ครั้งกินเวลา = 16 x 64 ถึง 20 x 64

= 1024 ถึง 1280 μsec

หรือคิดเป็นความถี่ ก็จะได้ความถี่ V = 50 Hz

จากการอธิบายถึงหลักการสร้างภาพ และส่วนประกอบของสัญญาณ Composite Video (สัญญาณภาพรวม) ทำให้ทราบถึงส่วนประกอบ ของสัญญาณต่างๆ ซึ่งความเข้าใจในเรื่องนี้ จะเป็นพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบวงจรที่สำคัญ ที่จำเป็นต้องใช้ในการวิจัยต่อไป

บทที่ 4

วิธีการวิจัย

การวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนได้ดังนี้

4.1 วิธีการตรวจขวด

4.2 การออกแบบโปรแกรมตรวจขวด

4.3 การหาตำแหน่งก้นขวด

4.4 การออกแบบการ์ด Video Capture

4.5 การทดลองการ์ด Video Capture

4.6 การทดลองการตรวจขวด

4.1 วิธีการตรวจขวด

ในการศึกษา วิธีการตรวจขวดจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือดังนี้

1 Computer CPU Pentium Memory 8MB และมี Video Card ติดตั้งอยู่ภายใน

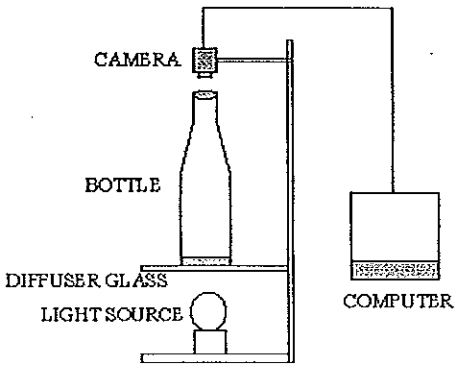
2 กล้อง CCDขาวดำ ขนาด 320*240 pixel

3 Software Photo shop 4.0

4 ที่สำหรับจับขวด

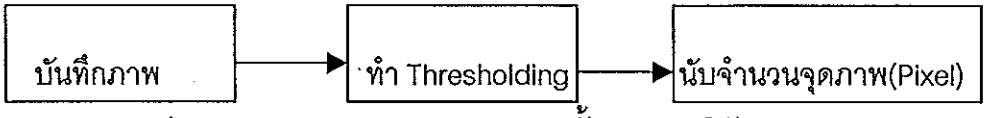
5 แหล่งกำเนิดแสง(หลอด Incandescent100 วัตต์)

6 ขวดสำหรับทดลอง



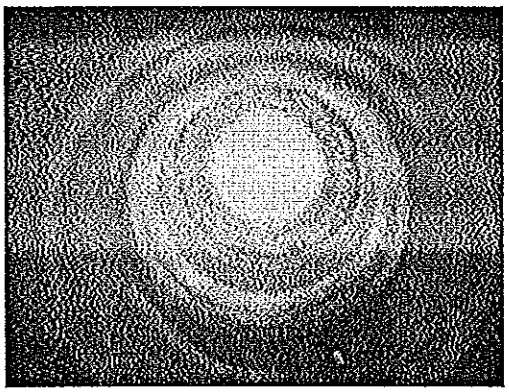
ภาพประกอบ 4-1 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับทดลอง

แสดงขั้นตอนการวิจัย

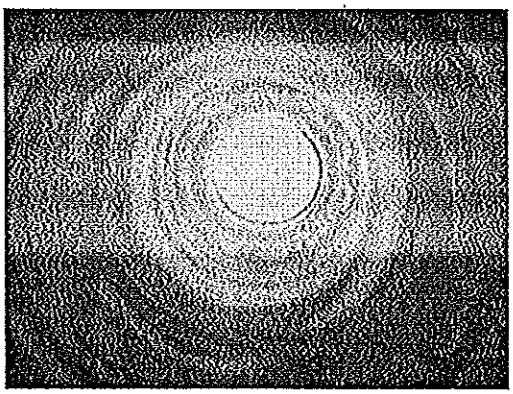


ภาพประกอบ 4-2 แสดง Block Diagram ขั้นตอนการวิจัย

การบันทึกภาพ เป็นการเก็บภาพของขวดที่สะอาดและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมชนิดต่างๆอยู่ภายในโดยใช้ กล้อง CCDขาวดำ ขนาด 320*240 จุดภาพ(Pixel) ถ่ายภาพ

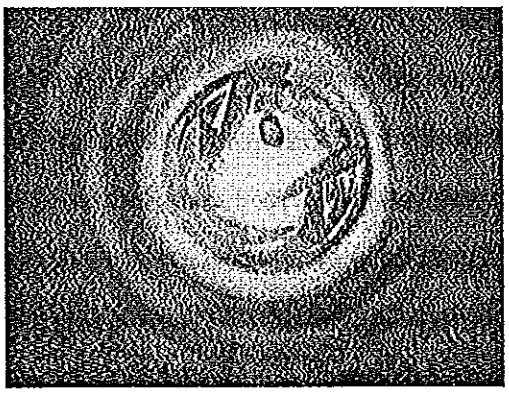


ภาพประกอบ4-3 เป็นภาพก้นขวดที่สะอาด

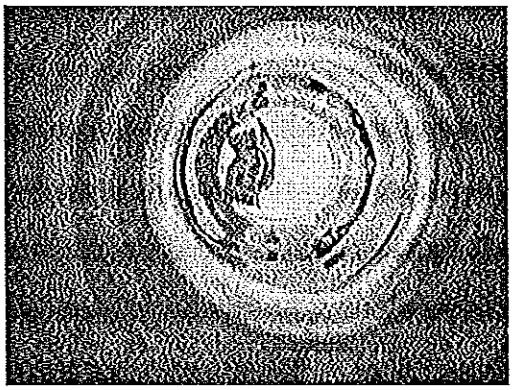


ภาพประกอบ4-4 เป็นภาพก้นขวดที่สะอาด

ภาพประกอบ4-3และภาพประกอบ4-4 เป็นภาพก้นขวดที่สะอาดทั้ง 2 รูปโดยขวดที่ทำการทดลองเป็นขวดชนิดเดียวกันจะสังเกตุเห็นว่าที่บริเวณก้นขวดจะมีความสว่างมาก ส่วนที่เป็นสีขาวรอบๆ เกิดจากการสะท้อนของแสงภายในขวด

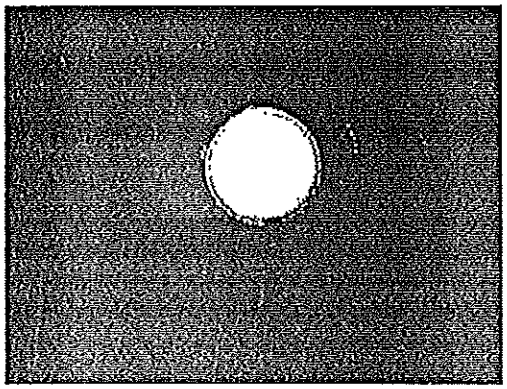


ภาพประกอบ4-5
ภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม

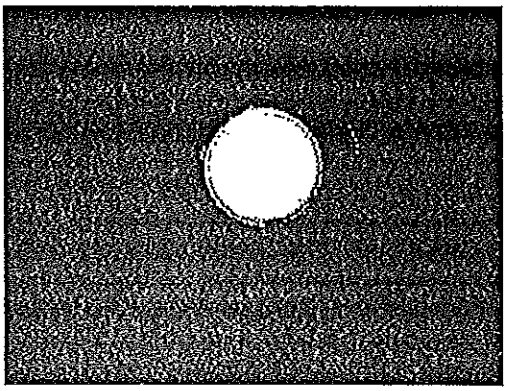


ภาพประกอบ4-6
ภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม

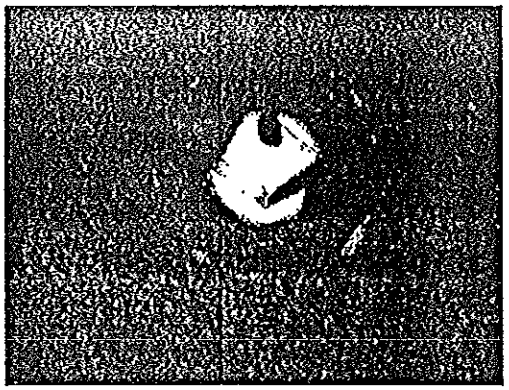
ภาพประกอบ 4-5 และภาพประกอบ 4-6 เป็นภาพที่มีสิ่งแปลกปลอมทั้ง 2ภาพโดยขวดที่นำมาทดลองเป็นขวดชนิดเดียวกัน จากรูปก้นขวดที่สะอาดและรูปก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมเมื่อนำมาหาจุดแบ่งที่ 215(Threshold=215)จะได้ดังภาพประกอบ4-7 และภาพประกอบ 4-8



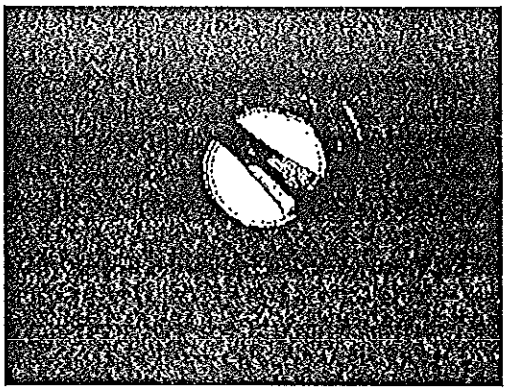
ภาพประกอบ4-7 เป็นภาพก้นขวดที่สะอาด
เมื่อนำมาทำThreshold=215
จุดภาพที่ระดับ255มีจำนวน=3282จุดภาพ



ภาพประกอบ4-8เป็นภาพก้นขวดที่สะอาด
เมื่อนำมาทำThreshold=215
จุดภาพที่ระดับ255มีจำนวน=3897จุดภาพ



ภาพประกอบ4-8 ภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม
เมื่อนำมาทำThreshold=215
จุดภาพที่มีระดับ255มีจำนวน=2843จุดภาพ



ภาพประกอบ4-9 ภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม
เมื่อนำมาทำThreshold=215
จุดภาพที่มีระดับ255มีจำนวน=2808 จุดภาพ

จากภาพที่ผ่านการทำThreshold จะสังเกตุเห็นว่าจำนวนจุดภาพ(Pixel)ระดับ255หรือส่วนที่เป็นสีขาวจะมีจำนวนแตกต่างกันโดยภาพก้นขวดที่สะอาดจะมีมากกว่าภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมดังนั้นในการตรวจว่าขวดใดสะอาดขวดใดมีสิ่งแปลกปลอมสามาถทำได้โดยการนับจำนวนจุดภาพ(Pixel)ที่บริเวณก้นขวดโดยการใช้จุดแบ่งแยก (Threshold)เพื่อตรวจสอบว่าวิธีใช้จุดแบ่งแยก (Threshold)สามาถทำการแยกขวดสะอาดและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมได้โดยทำการทดสอบขวดสะอาดและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมจำนวน 100 ขวดซึ่งผลการทดสอบแสดงไว้ดังตาราง 4-1

ตาราง 4-1แสดงผลการทำ Thresholdที่ค่าต่างๆกับขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม ค่าต่างๆในตารางเป็นจำนวนจุดภาพ(Pixel) ที่มีระดับความเข้ม 255

ชนิดของสิ่งแปลกปลอม	จุดแบ่งแยก(Threshold)			
	200	210	215	216
1 หลอดพลาสติก	3213	3213	2843	0
2 หลอดพลาสติก	3126	3126	2809	0
3 ถุงพลาสติก	2386	2386	1887	0
4 เปลือกทอฟฟี่	5427	5427	4975	0
5 เปลือกทอฟฟี่	8044	8044	7623	0
6 หลอดน้ำแข็ง	3140	3140	2891	0
7 หลอดน้ำแข็ง	3164	3164	2921	0
8 จุดสีดำกลางขวด	4133	4133	3882	0
9 จุดสีดำกลางขวด	3300	3300	2960	0
10 จุดสีดำกลางขวด	3911	3911	3646	0
11จุดสีดำกลางขวด	3564	3564	3392	0
12 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3893	3893	3456	0
13 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3912	3912	3475	0
14 ก้นบุหรี่	3623	3623	3356	0
15 ถ่านไฟฉาย	6109	6109	5683	0
16 เศษพลาสติกแข็ง	4136	4136	3504	0
17 เศษพลาสติกแข็ง	4122	4122	3495	0
18 ข้อต่อสายไฟฟ้า	3863	3863	3467	0
19 เศษผ้า	3147	3147	2800	0
20 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3251	3251	3072	0
21 พลาสติกกลมสีดำ	3216	3216	2918	0
22 ยางเส้นวงกลม	3845	3845	3584	0
23 ตะปู	3606	3606	3485	0
24 ฝาน้ำอัดลม	6389	6389	5361	0
25 พลาสติกใส	3661	3661	3393	0

ชนิดของสิ่งแปลกปลอม	จุดแบ่งแยก(Threshold)			
	200	210	215	216
26 พลาสติกใส	3760	3760	3370	0
27 เศษกระดาษ	5552	5552	5012	0
28 ปากกา	6457	6457	5507	0
29 หลอดพลาสติก	4571	4571	3396	0
30 หลอดพลาสติก	4793	4793	4227	0
31 แท่งดินสอ	12009	12009	1129	0
32 หลอดพลาสติก	3770	3770	3260	0
33 พลาสติกใส	3507	3507	3218	0
34 เศษผ้า	4876	4876	4116	0
35 หลอดพลาสติก	3076	3076	2645	0
36 เปลือกทอฟฟี่	6171	6171	5971	0
37 ซองบุหรี่	2582	2582	2255	0
38 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3895	3895	3607	0
39 พลาสติกใส	3521	3521	3376	0
40 เศษกระดาษ	3287	3287	2981	0
41 เศษกระดาษ	3797	3797	3505	0
42 วัตถุขนาดเล็ก	4926	4926	4396	0
43 เศษกระดาษ	2966	2966	2512	0
44 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3703	3703	3507	0
45 พลาสติกใส	3095	3095	2782	0
46 หลอดพลาสติก	2716	2716	2557	0
47 เศษผ้า	5181	5181	4836	0
48 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3663	3663	3393	0
49 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3842	3842	3595	0
50 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3594	3594	3369	0
51 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3728	3728	3598	0
52 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	4079	4079	3844	0

ชนิดของสิ่งแปลกปลอม	จุดแบ่งแยก(Threshold)			
	200	210	215	216
53 หลอดพลาสติก	3102	3102	2864	0
54 กระดาษแข็ง	3513	3513	3261	0
55 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3866	3866	3680	0
56 หลอดพลาสติก	2605	2605	2386	0
57 หลอดพลาสติก	3679	3679	3476	0
58 หลอดพลาสติก	3720	3720	3531	0
59 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3569	3569	3334	0
60 ฝาขวดน้ำดื่ม	9278	9278	8231	0
61 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3560	3560	3364	0
62 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3321	3321	3022	0
63 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3963	3963	3690	0
64 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3543	3543	3246	0
65 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3978	3978	3783	0
66 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3543	3543	3246	0
67 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	4340	4340	3977	0
68 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	4724	4724	4153	0
69 เศษผ้าขนาดเล็ก	3936	3936	3712	0
70 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	4147	4147	3915	0
71 เศษกระดาษ	3364	3364	3163	0
72 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	4224	4224	3787	0
73 เศษผ้า	3905	3905	3153	0
74 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3742	3742	3447	0
75 พลาสติกใส	4373	4373	3812	0
76 หลอดพลาสติก	5455	5455	4595	0
77 พลาสติกใส	5349	5349	4292	0
78 เศษผ้า	2092	2092	1911	0
79 พลาสติกสีดำ	3879	3879	3666	0

ชนิดของสิ่งแปลกปลอม	จุดแบ่งแยก(Threshold)			
	200	210	215	216
80 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3937	3937	3679	0
81เศษกระดาษ	7769	7769	7111	0
82 เศษผ้า	3780	3780	3099	0
83 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3921	3921	3644	0
84 เศษลูกมะนาว	6967	6967	6277	0
85 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	3130	3130	2932	0
86 กระดาษ	3584	3584	3092	0
87 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	4703	4703	4238	0
88 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	4265	4265	3944	0
89 เปลือกทอฟฟี่	7922	7922	7470	0
90 หลอดพลาสติก	3779	3779	3640	0
91 เปลือกทอฟฟี่	8080	8080	7706	0
92 เปลือกทอฟฟี่	4687	4687	4213	0
93 เปลือกทอฟฟี่	5985	5985	5632	0
94 เปลือกทอฟฟี่	4318	4318	3898	0
95 ยางเส้น	4978	4978	4549	0
96 เปลือกทอฟฟี่	10438	10438	9946	0
97 ฝาขวด	5876	5876	5107	0
98 ฝาขวด	6624	6624	5645	0
99 ก้นบุหรี่	3788	3788	3589	0
100 ลูกมะนาว	5128	5128	4531	0

ตาราง 4-2 แสดงผลการทำ Thresholdที่ค่าต่างๆกับขวดที่สะอาด
ค่าต่างๆในตารางเป็นจำนวนจุดภาพ(Pixel) ที่มีระดับความเข้ม 255

ขวดสะอาด (ขวดที่)	จุดแบ่งแยก(Threshold)			
	200	210	215	216
1	3592	3592	3282	0
2	4070	4070	3897	0
3	4090	4090	3816	0
4	3837	3837	3633	0
5	4355	4355	3828	0
6	4456	4456	4037	0
7	4003	4003	3758	0
8	3551	3551	3385	0
9	4194	4194	3806	0
10	3968	3968	3701	0
11	3735	3735	3502	0
12	4142	4142	4013	0
13	3747	3747	3477	0
14	3369	3369	3263	0
15	3905	3905	3755	0
16	3177	3177	3033	0
17	3857	3857	3578	0
18	3689	3689	3582	0
19	3518	3518	3367	0
20	3709	3709	3533	0
21	3880	3880	3685	0
22	3789	3789	3448	0
23	3836	3836	3686	0
24	3951	3951	3772	0
25	3968	3968	3765	0

ขวดสะอาด (ขวดที่)	จุดแบ่งแยก(Threshold)			
	200	210	215	216
26	3996	3996	3741	0
27	3844	3844	3597	0
28	3701	3701	3559	0
29	3651	3651	3516	0
30	3429	3429	3242	0
31	3838	3838	3712	0
32	3366	3366	3109	0
33	4043	4043	3829	0
34	4168	4168	4030	0
35	3643	3643	3459	0
36	4087	4087	3849	0
37	3274	3274	3095	0
38	4278	4278	4146	0
39	4152	4152	3954	0
40	3967	3967	3642	0
41	3597	3597	3471	0
42	3573	3573	3445	0
43	3633	3633	3428	0
44	4056	4056	3614	0
45	4118	4118	3950	0
46	3762	3762	3565	0
47	3936	3936	3633	0
48	3991	3991	3787	0
49	3691	3691	3567	0
50	4005	4005	3791	0
51	4412	4412	4196	0
52	4044	4044	3730	0

ขวดสะอาด (ขวดที่)	จุดแบ่งแยก(Threshold)			
	200	210	215	216
53	3934	3934	3687	0
54	4201	4201	3946	0
55	3949	3949	3699	0
56	3346	3346	3211	0
57	3518	3518	3357	0
58	3599	3599	3433	0
59	3486	3486	3201	0
60	3180	3180	2921	0
61	3798	3798	3649	0
62	3768	3768	3516	0
63	3440	3440	3231	0
64	4008	4008	3803	0
65	3782	3782	3557	0
66	3512	3512	3267	0
67	3999	3999	3583	0
68	3610	3610	3335	0
69	3538	3538	3322	0
70	3542	3542	3334	0
71	3633	3633	3431	0
72	4110	4110	3868	0
73	3726	3726	3479	0
74	3873	3873	3656	0
75	4058	4058	3661	0
76	3827	3827	3568	0
77	3510	3510	3340	0
78	4587	4587	4107	0
79	3696	3696	3316	0

ขวดสะอาด (ขวดที่)	จุดแบ่งแยก(Threshold)			
	200	210	215	216
80	4219	4219	3930	0
81	4105	4105	3891	0
82	3415	3415	3256	0
83	4385	4385	3904	0
84	4137	4137	4002	0
85	3924	3924	3753	0
86	3914	3914	3607	0
87	3422	3422	3288	0
88	3608	3608	3446	0
89	3225	3225	3045	0
90	3953	3953	3683	0
91	3434	3434	3354	0
92	3807	3807	3575	0
93	3552	3552	3338	0
94	3402	3402	3235	0
95	3575	3575	3432	0
96	3324	3324	3103	0
97	3491	3491	3315	0
98	3888	3888	3681	0
99	3630	3630	3371	0
100	3479	3479	3295	0

จากตาราง 4-1เมื่อนำภาพก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมชนิดต่างๆอยู่ภายในนำมาหาจำนวนจุดภาพโดยใช้จุดแบ่งแยก(Threshold)ค่าต่างๆจะสังเกตุพบว่าที่จุดแบ่งแยก200และ210นับจำนวนจุดภาพได้เท่ากัน ที่จุดแบ่งแยก216จะมีค่าเป็นศูนย์แสดงว่าภาพที่นำมาทดสอบมีความเข้มของระดับเทาสูงสุดเท่ากับ215ภาพที่ทดสอบเป็นภาพที่มีความละเอียด320*240จุดภาพขนาด 8bit จากตาราง 4-2 เมื่อนำภาพก้นขวดที่สะอาดนำมาหาจำนวนจุดภาพโดยใช้จุดแบ่งแยก(Threshold)ค่าต่างๆจะสังเกตุพบว่าที่จุดแบ่งแยก200และ210นับจำนวนจุดภาพได้เท่ากันที่จุด

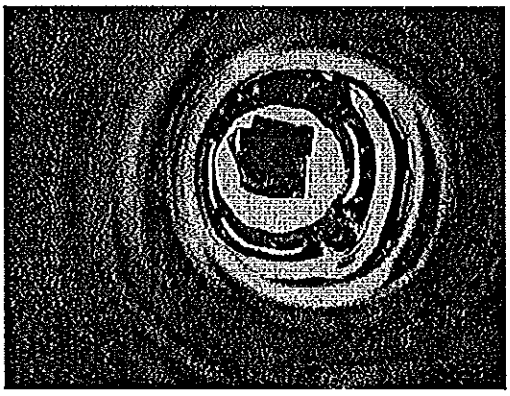
แบ่งแยก216จะมีค่าเป็นศูนย์แสดงว่าภาพที่นำมาทดสอบมีความเข้มของระดับเทาสูงสุดเท่ากับ 215ภาพที่ทดสอบเป็นภาพที่มีความละเอียด320*240จุดภาพ(Pixel) ขนาด 8bit

จากตาราง 4-1 และตาราง 4-2 จะเห็นว่าจุดแบ่งแยก215เป็นค่าที่สามารถแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอมได้โดยการกำหนดค่าอ้างอิงหนึ่งค่า เช่นถ้ากำหนดค่าอ้างอิง3200 หมายความว่าขวดใดถ้านับจำนวนจุดภาพ(Pixel)ที่มีระดับเทา255มีจำนวนมากกว่า3200 จุดภาพแสดงว่าเป็นขวดที่สะอาดและถ้าขวดใดมีจำนวนจุดภาพที่มีระดับเทา255มีจำนวนน้อยกว่า3200 จุดภาพแสดงว่าเป็นขวดที่ไม่สะอาดหรือเป็นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมจากตาราง4-1และตาราง 4-2 สามารถหาความสามารถในการแบ่งแยกได้ดังตาราง 4-3

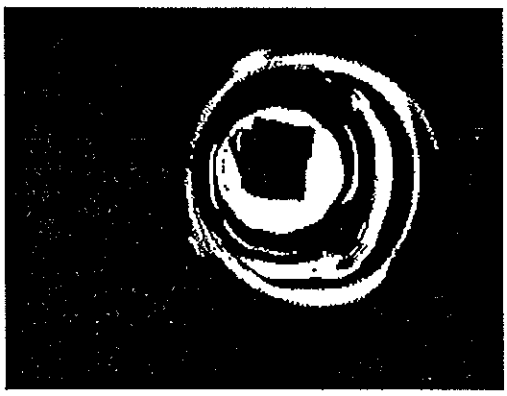
ประเภทขวด	ความสามารถในการแยกขวด(%)
ขวดสะอาด	95
ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม	23

ตาราง 4-3 แสดงความสามารถในการแบ่งแยกขวดสะอาดและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม

จากตาราง 4-3 พบว่าสามารถแยกขวดสะอาดได้ดีโดยขวดสะอาด100ขวดสามารถบอกว่าเป็นขวดดี 95 ขวดและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม100 ขวดสามารถบอกว่าเป็นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม 23 ขวด ซึ่งยังไม่มีความแม่นยำเพียงพอเนื่องจากความผิดพลาด เกิดจากในการหาจำนวนจุดภาพ(Pixel) เป็นการนับทั้งรูปซึ่งจะนับจำนวนจุดภาพ(Pixel) นอกบริเวณก้นขวดรวมอยู่ด้วย



ภาพประกอบ 4-11
ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม

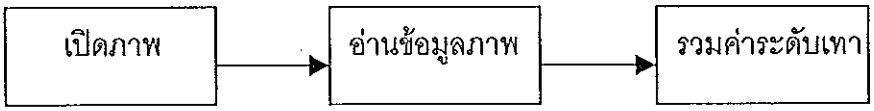


ภาพประกอบ 4-12
เป็นภาพที่ 4-11เมื่อทำThershold =215

จากรูปทั้ง2 จะสังเกตุเห็นว่าสีขาวรอบก้นขวดเกิดจากการสะท้อนภายในขวดซึ่งทำให้เกิดความผิดพลาดในการคำนวนหาจำนวนจุดภาพ(Pixel)วิธีแก้ข้อผิดพลาดนี้สามารถแก้โดยการหาจำนวนจุดภาพ(Pixel)เฉพาะบริเวณก้นขวดเท่านั้นซึ่งสามารถหาได้โดยการออกแบบโปรแกรมซึ่งจะได้กล่าวไว้ในหัวข้อต่อไป

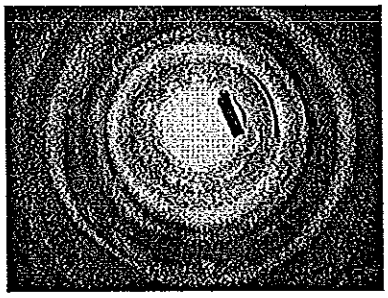
4.2 การออกแบบโปรแกรมตรวจขวด

จากการตรวจขวดโดยการทำ Threshold และนับจำนวน Pixel ของภาพก้นขวดที่สะอาดและภาพก้นขวดมีสิ่งแปลกปลอมพบว่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเกิดจากการนับจำนวน Pixel ทั้งภาพ ซึ่งรวมถึงบริเวณที่อยู่นอกบริเวณก้นขวดเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้โดยการนับจำนวน Pixel เฉพาะที่อยู่ภายในบริเวณก้นขวด ในการนับจำนวน Pixel ที่อยู่ภายในบริเวณก้นขวดจำเป็นจะต้องทราบตำแหน่งของบริเวณก้นขวดว่าอยู่ส่วนใดของภาพซึ่งจะต้องออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในการหาตำแหน่งก้นขวด



ภาพประกอบ 4-13 แสดง Block Diagram การออกแบบโปรแกรม

4.2.1 การเปิดภาพ เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อต้องการติดต่อกับภาพต่างๆเพื่อนำภาพต่างๆมาทำการประมวลผลต่อไปข้อมูลที่ได้จากการเปิดภาพเช่น ขนาดของไฟล์ ขนาดความกว้างของภาพขนาดความยาวของภาพ



ภาพประกอบ 4-14
แสดงก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม

จากภาพประกอบ 4-14 เมื่อนำมาหาข้อมูลภาพจะได้ดังรายละเอียดข้างล่าง

id[2] = 6 เป็นรหัสที่ใช้เช็คว่าเป็นไฟล์ BMP

filesize = 12342 เป็นรหัสที่ใช้บอกขนาดของไฟล์

reserve[2] = 1078 เป็นรหัสที่สงวนไว้

headersize = 1078 เป็นรหัสที่ใช้บอกว่าขนาดของ Header size

infosize = 28 เป็นรหัสที่ใช้บอกขนาดของส่วนที่เป็น information ซึ่งจะมีค่าเป็น28Hเสมอ

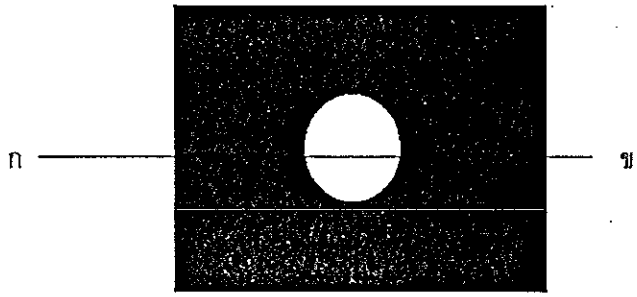
Width = 320 เป็นรหัสที่ใช้บอกความกว้างของภาพในหน่วยจุดภาพ(Pixels)

depth = 240 เป็นรหัสที่ใช้บอกความสูง(ลึก)ของภาพในหน่วยจุดภาพ(Pixels)

biplanes = 1มีค่าเป็น 1 เสมอ

bits = 8 มีค่าเป็น 1 เสมอ

4.2.2 การอ่านข้อมูลภาพ เมื่อทำการเปิดภาพแล้วทำให้ทราบรายละเอียดของภาพเช่น ความกว้าง ความสูง ขนาดบิตเป็นต้น จากภาพประกอบ 4-14 เป็นภาพขนาด 8 บิต ดังนั้นค่าสูงสุดของจุดภาพ จะเท่ากับ 255 เมื่อทำการรันโปรแกรม จะทราบข้อมูลซึ่งประกอบด้วยระดับเทา(gray scale) ของแต่ละจุดภาพ ซึ่งภาพที่ทำการทดสอบนั้นเป็นภาพขนาด 8 Bit ซึ่งมีระดับเทาของจุดภาพ มี 256 ระดับ ซึ่งระดับเทา(gray scale) ของข้อมูลภาพจะขึ้นอยู่กับภาพต่างๆ จากการทดลองรันโปรแกรมภาพประกอบ 4-15 ซึ่งเป็นภาพที่ตรงกลางเป็นสีขาว บริเวณรอบนอกเป็นสีดำ



ภาพประกอบ 4-15

แสดงภาพที่มีสีขาวและสีดำ

จากภาพประกอบ 4-15 ซึ่งเป็นภาพที่มีสีขาวและสีดำเมื่อทำการรันโปรแกรมจะมีค่าของจุดภาพอยู่ 2ค่าคือ 0 ซึ่งแทนบริเวณที่เป็นสีดำและ255 ซึ่งแทนบริเวณที่เป็นสีขาว ค่าที่แสดงข้างล่างเป็นค่าระดับเทาใน 1 แถว(แนว ก-ข)ซึ่งเป็นแถวที่ 131

000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000

000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000

000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000

000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000

000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000

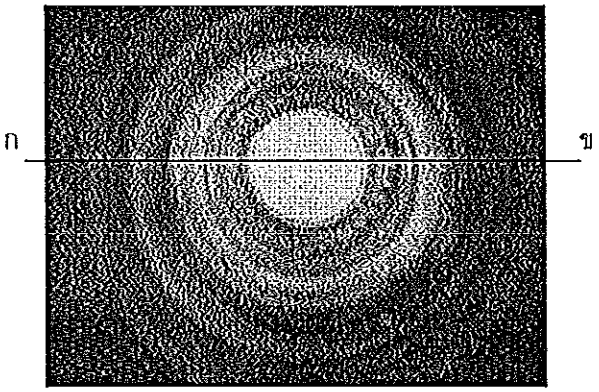
000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000

000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 255 255 255 255 255 255 255 255

255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255

255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 000 000 000 000 000 000 000 000 000
000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000

จะแสดงค่าต่างๆของแต่ละจุดภาพ (Pixel) ของภาพประกอบ 4-15 บริเวณกลางรูปซึ่งเป็นสีขาวจะมีค่าของจุดภาพ เป็น255ส่วนบริเวณนอกรอบนอกซึ่งเป็นสีดำจะมีค่าของจุดภาพ ต่ำเข้าหาศูนย์ เมื่อทำการทดสอบภาพก้นขวดที่สะอาดดังภาพประกอบ 4-16



ภาพประกอบ 4-16

แสดงภาพก้นขวดที่สะอาด

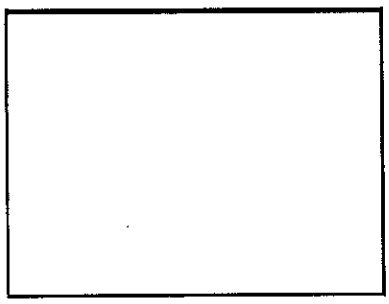
ค่าที่แสดงข้างล่างเป็นค่าระดับเทาใน 1 แถว(แนว ก-ข)ซึ่งเป็นแถวที่ 118

037 040 069 037 036 037 040 069 037 036 037 040 037 069 036 041 069 036 041 036
069 041 069 040 037 073 036 073 069 041 073 073 073 073 073 109 073 077 106 109
073 077 073 106 073 077 073 105 073 077 073 106 077 105 077 106 077 109 110 146
109 146 146 110 146 109 110 109 110 109 073 110 073 109 077 106 077 105 077 106
077 105 110 109 114 142 146 150 178 183 186 183 182 183 182 183 182 219 183 219
219 219 186 215 187 215 182 183 182 150 146 179 150 178 150 146 183 182 183 219
182 183 182 219 183 182 183 182 183 146 186 215 219 255 223 215 182 255 255 255

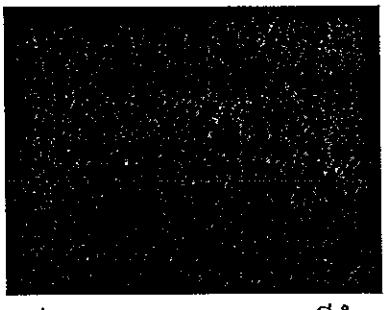
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 219 219 219
219 223 215 182 183 150 178 183 150 182 183 182 183 182 179 150 178 150 146 179
150 146 146 182 183 182 183 182 183 182 183 182 183 219 186 215 187 215 182 183
186 215 187 219 215 219 186 219 215 187 219 182 183 219 182 183 182 183 182 183
150 178 146 110 113 110 105 110 073 109 073 077 110 105 077 073 073 073 073 073
073 073 073 073 073 073 037 073 073 073 073 073 073 073 040 069 073 073 073 073
041 073 069 073 040 073 073 069 073 041 073 036 073 069 041 036 073 037 073 036

แสดงค่าต่างๆของแต่ละจุดภาพ ของรูปภาพประกอบ 4-16 เป็นภาพก้นขวดที่สะอาด จะพบว่าแต่ละจุดภาพ จะมีระดับเทาต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความเข้มของแสงที่บริเวณกลางรูป ซึ่งเป็นสีขาวจะมีค่าของจุดภาพ เป็น 255 ส่วนบริเวณนอกรอบนอกซึ่งมีระดับความเข้มต่างกันจะมีค่าของระดับเทาแต่ละจุดภาพ จะต่างกันค่าที่นำมาแสดงเพียง 320จุดภาพ หรือหนึ่งแถวส่วนแถวอื่นๆจะคล้ายกันขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงที่ จุดภาพ นั้นๆ

4.2.3 การรวมค่าระดับเทา จากการอ่านข้อมูลภาพจะพบว่าค่าต่างๆของแต่ละจุดภาพของรูปภาพก้นขวดที่สะอาด จะมีระดับเทาต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความเข้มของแสง ถ้ารวมค่าระดับเทาของภาพแต่ละภาพที่มีความเข้มต่างกันจะได้ผลรวมของระดับเทาต่างกันด้วย เช่นภาพประกอบ 4-17 ซึ่งเป็นภาพขนาด 320 x 240จุดภาพ ถ้าเป็นภาพสีขาวทั้งหมดแสดงว่าระดับ gray scale ของแต่ละจุดภาพ เป็น 255 ดังนั้นเมื่อรวมระดับ gray scale ทั้งหมดจะเท่ากับ 320 x 240 x 255 =19584000และ ภาพประกอบ 4-18 เป็นภาพสีดำผลรวม เท่ากับ 320 x 240 x 0 = 0



ภาพประกอบ 4-17 แสดงภาพสีขาว



ภาพประกอบ 4-18 แสดงภาพสีดำ

จากการรวมค่าระดับเทาของภาพที่มีสีขาวและภาพที่มีสีดำทำให้ทราบว่าภาพที่มีความเข้มน้อยผลรวมระดับเทาจะมีค่าน้อยกว่าภาพที่มีความเข้มมาก จากหลักการดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการตรวจขวดได้เพราะว่าขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน สิ่งแปลกปลอมนั้นจะเป็นส่วนที่บังแสง

ทำให้ส่วนนั้นมีความเข้มน้อยเมื่อเทียบกับขวดที่สะอาดเพราะขวดที่สะอาดจะมีพื้นที่ ที่มีความเข้มสูงมากกว่า โดยได้ทำการทดสอบกับขวดสะอาดและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมผลดังแสดงไว้ในตาราง 4-4

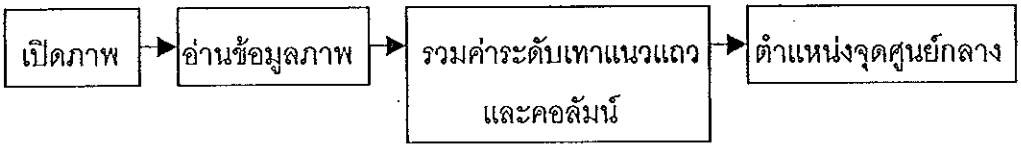
ตาราง 4-4 แสดงผลการรวมค่าระดับเทาของขวดสะอาดและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม

ขวดลักษณะต่างๆ	ผลรวมระดับเทา
1 ขวดสะอาด	4060465
2 ขวดที่มีหลอดพลาสติกอยู่ภายใน	3777966
3 ขวดที่มีถุงพลาสติกอยู่ภายใน	3780718
4 ขวดที่มีเปลือกทอฟฟี่อยู่ภายใน	3618112
5 ขวดที่มีขอบฝาขวดน้ำดื่มอยู่ภายใน	4085861
6 ขวดที่มีถ่านไฟฉายอยู่ภายใน	3501948
7 ขวดที่มีพลาสติกแข็งอยู่ภายใน	3905150
8 ขวดที่มีเศษผ้าอยู่ภายใน	3543037
9 ขวดที่มีก้นบุหรี่อยู่ภายใน	4014548

จะสังเกตุเห็นว่าภาพก้นขวดที่สะอาดจะมีผลรวมระดับเทามากกว่าภาพของก้นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมเพราะที่บริเวณก้นขวด ขวดที่สะอาดมีพื้นที่ที่สว่างมากกว่าทำให้ผลรวมระดับเทามากกว่า แต่ขวดที่มีขอบฝาขวดน้ำดื่มอยู่ภายในจะมีค่าผลรวมระดับเทามากกว่าภาพของขวดที่สะอาด เพราะเกิดจากการสะท้อนภายในเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวทำได้โดยการพิจารณาเฉพาะพื้นที่บริเวณก้นขวดเท่านั้น

4.3 การหาตำแหน่งก้นขวด

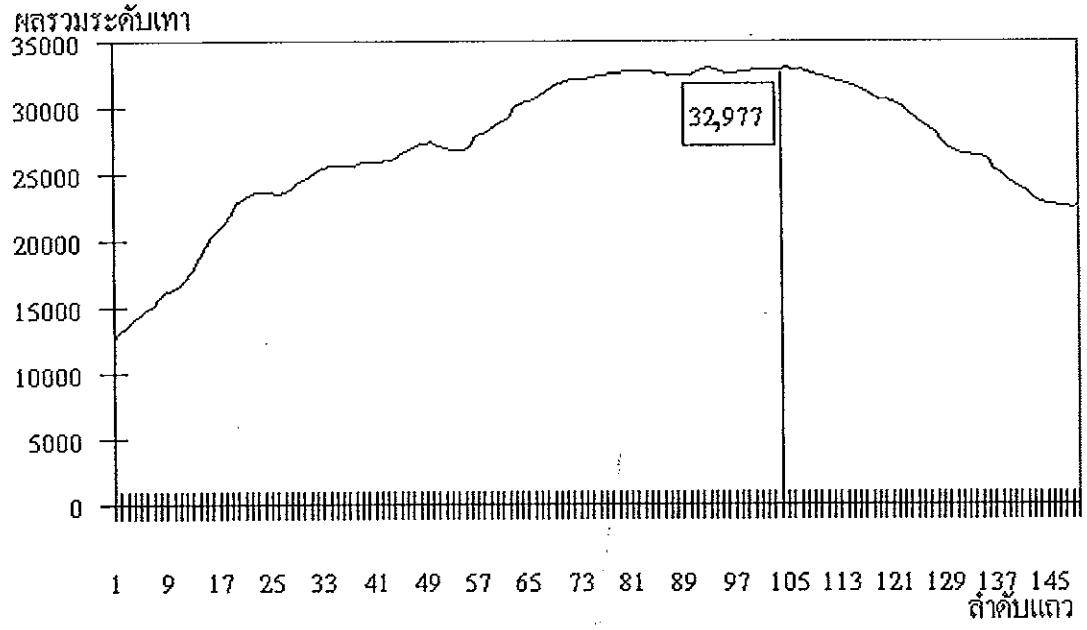
จากการตรวจขวดโดยการรวมค่าระดับเทานั้นความผิดพลาดเกิดจากการรวมระดับเทาทั้งภาพซึ่งจะรวมเอาพื้นที่อยู่รอบนอกบริเวณก้นขวดซึ่งเป็นส่วนที่เกิดจากการสะท้อนดังนั้นเพื่อแก้ข้อผิดพลาดดังกล่าวจึงต้องหาตำแหน่งของบริเวณก้นขวดเพื่อนำเฉพาะบริเวณก้นขวดมาทำการตรวจสอบหาสิ่งแปลกปลอม ในการหาตำแหน่งบริเวณก้นนั้นจะอาศัยการหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของก้นขวด



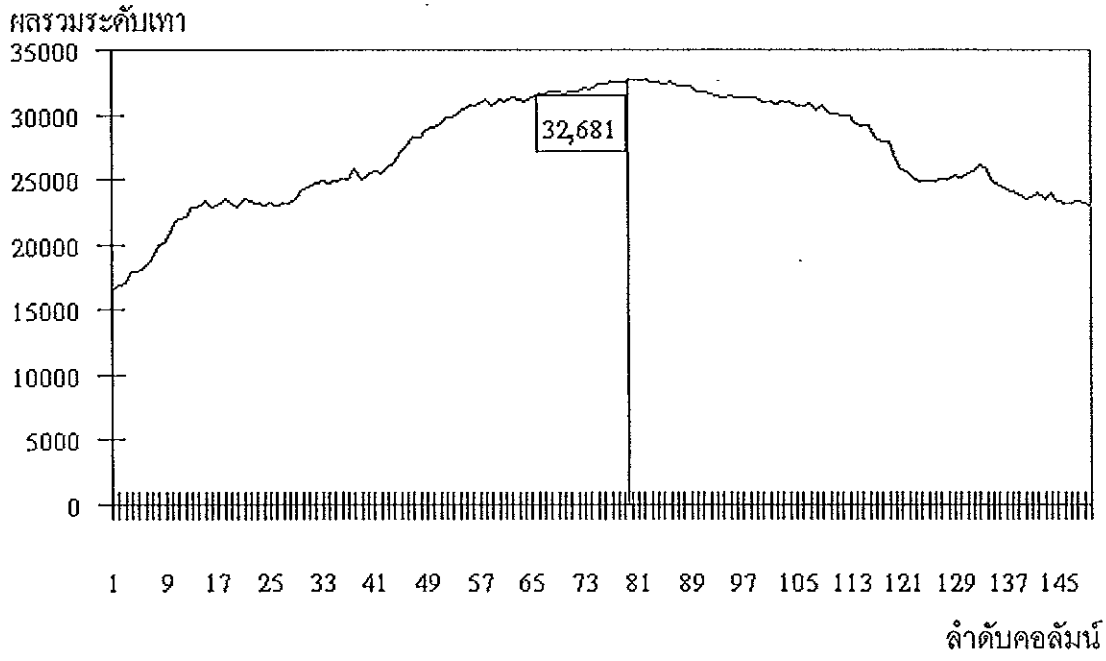
ภาพประกอบ 4-19 แสดง Block Diagram การหาตำแหน่งก้นขวด

4.3.1 การหาจุดศูนย์กลางของก้นขวด

เนื่องจากขวดที่สะอาดที่บริเวณจุดศูนย์กลางจะมีความสว่างมากกว่าบริเวณอื่นดังนั้นถ้ารวมค่าระดับเทาของแต่ละPixelในแนวแถวและแนวคอลัมน์จะได้ค่าผลรวมซึ่งมีค่าค่อยๆเพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุดและค่อยๆลดต่ำลงดังนั้นจุดศูนย์กลางก้นขวดคือจุดตัดของจุดที่ผลรวมระดับเทามากที่สุดของแนวแถวและแนวคอลัมน์ดังแสดงใน ภาพประกอบ 4-20 และ ภาพประกอบ 4-21



ภาพประกอบ 4-20 แสดง Profile ผลรวมแนวแถว



ภาพประกอบ 4-21 แสดง Profile ผลรวมแนวคอลัมน์

จากภาพประกอบ 4-20 พบว่าค่าสูงสุดอยู่แถวที่104และภาพประกอบ 4-21 ค่าสูงสุดอยู่คอลัมน์ที่ 79 ดังนั้นจุดศูนย์กลางของก้นขวดจะอยู่ที่จุดตัดของแถว104และคอลัมน์ที่ 79 ในภาพประกอบ 4-20 และ 4-21ข้อมูลที่นำมาหา Profile เป็นข้อมูลจากการรันโปรแกรมอ่านข้อมูลภาพของขวดที่สะอาด การรวมระดับ เทา ในแนวแถว และแนว คอลัมน์ เป็นโปรแกรมที่อ่านข้อมูลภาพและนำข้อมูลภาพบางส่วน เข้ามาเก็บไว้ใน array ขนาด 150 x 150 โดยข้อมูลภาพที่นำมาเก็บนั้นเป็นข้อมูลที่อยู่บริเวณตรงกลางของภาพ ซึ่งจะครอบคลุมพื้นที่บริเวณก้นขวดหลังจากนำข้อมูลเก็บใน array แล้ว ทำการรวมระดับเทาของ Pixel แต่ละแถวแต่ละคอลัมน์ ซึ่งมีจำนวน 150 แถว และ 150 คอลัมน์ ดังผลจากการรันโปรแกรม

sum row

12616	13229	13561	14068	14401	14871	15167	15825	16153	16372
16697	17171	17682	18854	19616	20277	20861	21409	21920	22828
23194	23449	23599	23672	23567	23489	23595	23778	24179	24544
24804	25165	25457	25602	25607	25639	25638	25570	25858	25934
25934	25930	26007	26116	26588	26734	26993	27244	27325	27354
27098	26921	26846	26805	26775	27066	27860	28010	28296	28589
28988	29269	30001	30291	30435	30654	30872	31199	31709	31890

31994	32067	32103	32144	32247	32393	32465	32534	32569	32653
32685	32718	32717	32680	32612	32533	32497	32393	32384	32425
32570	32821	32972	32899	32676	32611	32607	32680	32717	32891
32899	32900	32900	32937	32977	32865	32828	32678	32537	32428
32323	32065	31960	31816	31669	31492	31265	30974	30648	30547
30464	30323	29959	29609	29120	28803	28546	28081	27467	26994
26628	26555	26483	26373	26304	26081	25242	24982	24580	24252
23960	23640	23125	22942	22792	22654	22610	22504	22463	22504

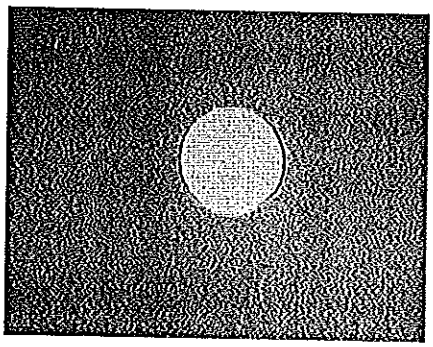
sum column

16426	16933	17067	17953	17951	18410	18916	19938	20220	21401
21920	22048	22801	22839	23334	22816	23040	23534	23204	22944
23466	23278	23116	23019	23176	23030	23124	23186	23437	24178
24417	24772	24842	24690	24913	24999	24984	25724	24962	25258
25699	25432	25884	26230	27165	27641	28236	28227	28868	28957
29341	29777	29781	30312	30537	30716	30804	31159	30722	31214
30955	31241	31123	31074	31258	31644	31573	31798	31712	31677
31728	31827	32032	31983	32465	32426	32490	32594	32588	32681
32641	32646	32485	32518	32427	32477	32208	32201	32172	31764
31773	31687	31422	31346	31475	31382	31321	31311	31280	30933
30984	30877	30996	30936	30651	30665	30843	30442	30636	30099
30083	29994	29906	29247	29217	29167	28192	27953	27939	26590
25772	25482	25004	24945	24833	24845	25050	25005	25387	25231
25557	25644	26145	25854	24936	24487	24186	24099	23894	23555
23577	23892	23484	23922	23261	23197	23220	23384	23122	23029

จากการทำงานของโปรแกรมจะได้ผลรวมระดับเทาแนวแถวและแนวคอลัมน์ แนวแถวค่าที่มากที่สุดคือ32977ซึ่งอยู่ที่แถว104และแนวคอลัมน์ค่าที่มากที่สุดคือ32681ซึ่งอยู่คอลัมน์ที่79ดังนั้นจุดศูนย์กลางของขวดจะอยู่ที่จุดตัดของแถวที่104และคอลัมน์ที่79จากการใช้โปรแกรมหาจุดศูนย์กลางอัตโนมัติทำให้ทราบตำแหน่งของก้นขวดได้ซึ่งสามารถคำนวนหาพื้นที่บริเวณก้นขวดได้เช่นเดียวกัน

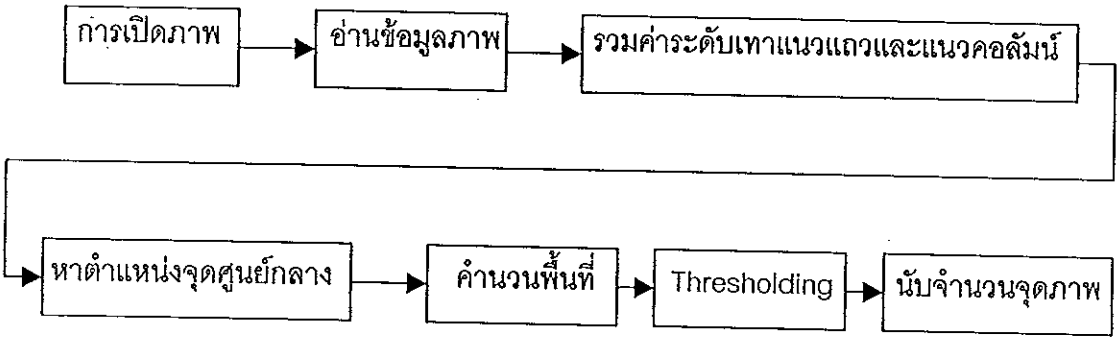
4.3.2 การหาพื้นที่ก้นขวด

เมื่อหาจุดศูนย์กลางจากการรวมค่าระดับเทาของจุดภาพ(Pixel)ได้ก็สามารถหาพื้นที่ของก้นขวดได้ในการหาพื้นที่ก้นขวดจะต้องทราบพื้นที่ก้นขวดจริงก่อนโดยการทาสีดำบนแผ่นพลาสติกแต่เว้นไว้เท่ากับพื้นที่ของก้นขวดดังภาพประกอบ 4-22



ภาพประกอบ 4-22
แสดงแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับหาพื้นที่

ใช้โปรแกรมอ่านภาพหาระดับเทาของภาพพลาสติกสีดำสำหรับหาพื้นที่พบว่าจะมีระดับเทา2 ระดับคือ 0 และ 255บริเวณที่ทาสีดำจะเป็น 0 บริเวณที่สีขาวจะเป็น 255 นับจำนวนจุดภาพที่มีระดับเทา255ในแถวที่มีจุดภาพระดับเทา255มากที่สุดมีจำนวน 64 จุด ดังนั้นเส้นผ่าศูนย์ของก้นขวดจะมีจำนวน64 จุดภาพ และนับจำนวนจุดภาพที่มีระดับเทา255ได้เท่ากับ 2048 จุดภาพ แสดงว่าพื้นที่ของก้นขวดมีจำนวน2048 จุดภาพ จากการเปิดภาพ จนถึงการหาพื้นที่ก้นขวดซึ่งจะได้แนวทางการตรวจขวดโดยแสดงดัง Block Diagram



ภาพประกอบ 4-23
แสดง Block Diagram การหาจำนวนจุดภาพ(Pixel)

Thresholding เมื่อได้พื้นที่ก้นขวดแล้วจะต้องมีการกำหนดจุดแบ่ง(Threshold)เพื่อเป็นการแยกว่าขวดใดสะอาดขวดใดมีสิ่งแปลกปลอมจากการทดสอบกับขวดน้ำอัดลม(coke)ซึ่งเป็นขวดแก้วสีขาวใสพบว่าบริเวณก้นขวดแต่ละจุดภาพมีระดับเทาเท่ากับ 255 ดังนั้นในการตรวจขวดจะอาศัยจุดแบ่ง255เป็นจุดแบ่งแยก ถ้าจุดภาพบริเวณก้นขวดที่มีระดับเทา 255 มีจำนวนเท่ากับ 2048 จุด แสดงว่าขวดนั้นเป็นขวดสะอาด ถ้าจุดภาพ บริเวณก้นขวดที่มีระดับเทา 255 มีจำนวนน้อยกว่า 2048 จุด แสดงว่าขวดนั้นเป็นขวดสกปรกหรือเป็นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม

การหลักการต่างๆได้ออกแบบโปรแกรมตรวจขวดโดยการอาศัยการหาจุดศูนย์กลางโดยอัตโนมัติซึ่งได้ทำการทดสอบกับขวดน้ำอัดลม(coke)ขวดสะอาด 100ขวด และขวดมีสิ่งแปลกปลอม100ขวด ผลการทดสอบดังแสดงไว้ในตาราง 4-5

ตาราง 4-5 แสดงผลการทดสอบการตรวจขวดโดยการหาตำแหน่งก้นขวดอัตโนมัติ ค่าในตารางแสดงตำแหน่งจุดศูนย์กลางและจำนวนของจุดภาพที่มีระดับเทา 255 ของก้นขวด

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน					ขวดสะอาด			
สิ่งแปลกปลอม	Center		Threshold		Center		Threshold	
	row	col	200	255	row	col	200	255
1 หลอดพลาสติก	99	77	2020	1965	88	75	2011	972
2 หลอดพลาสติก	91	86	1985	1665	103	81	2048	2048
3 ถุงพลาสติก	61	85	1683	380	104	82	2048	2048
4 เปลือกทอฟฟี่	107	56	1900	788	94	72	2042	2031
5 เปลือกทอฟฟี่	101	84	483	388	93	88	2047	2038
6 หลอดน้ำแข็ง	104	80	1860	1648	94	82	2048	2048
7 หลอดน้ำแข็ง	108	73	1964	1914	93	96	2017	966
8 จุดสีดำกลางขวด	87	77	2046	2025	99	84	2048	2045
9 จุดสีดำกลางขวด	89	92	2039	834	97	85	2048	2047
10 จุดสีดำกลางขวด	92	85	2029	2025	93	86	2048	2042
11จุดสีดำกลางขวด	92	77	2046	2036	89	87	2048	1029
12 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	87	69	2000	829	92	75	2047	2041
13 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	94	82	2042	1927	89	77	2048	1038
14 ก้นบุหรี่	79	92	1986	842	101	88	2039	2025

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน					ขวดสะอาด			
สิ่งแปลกปลอม	Center		Threshold		Center		Threshold	
	row	col	200	255	row	col	200	255
15 ถ่านไฟฉาย	61	84	1752	1475	101	81	2048	2048
16 เศษพลาสติกแข็ง	115	72	2035	1982	88	75	2003	1916
17 เศษพลาสติกแข็ง	120	90	2008	1934	82	84	1033	930
18 ข้อต่อสายไฟฟ้า	104	82	1902	1889	89	74	2033	1012
19 เศษผ้า	127	50	1268	1181	94	89	2039	2015
20 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	96	83	2023	1967	93	73	2042	2021
21 พลาสติกกลมสีดำ	79	94	1021	863	92	68	2022	1965
22 ยางเส้นวงกลม	92	87	1975	1918	91	77	2048	2037
23 ตะปู	82	74	1004	844	93	82	2048	2048
24 ฝาน้ำอัดลม	111	92	2046	2047	88	84	2048	2033
25 พลาสติกใส	94	88	2014	1837	101	79	2048	2047
26 พลาสติกใส	92	99	1004	951	93	90	2046	2028
27 เศษกระดาษ	102	69	1895	1742	94	93	2037	2002
28 ปากกา	80	62	2023	639	103	84	2042	2039
29 หลอดพลาสติก	103	102	1990	809	94	80	2048	2046
30 หลอดพลาสติก	95	95	2034	1874	103	84	2048	2037
31 แท่งดินสอ	127	128	1870	1824	99	88	2048	2038
32 หลอดพลาสติก	92	95	1952	1680	91	72	2044	906
33 พลาสติกใส	99	88	2045	1930	101	84	2048	2046
34 เศษผ้า	99	110	1993	1816	92	72	2046	2038
35 หลอดพลาสติก	90	74	859	509	100	93	2040	2002
36 เปลือกทอฟฟี่	123	120	1547	1499	89	87	2048	1046
37 ซองบุหรี่	82	106	932	549	89	82	2043	1010
38 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	100	94	2048	2044	94	95	2024	2007
39 พลาสติกใส	99	93	1853	1719	82	85	2048	1042
40 เศษกระดาษ	80	106	735	494	92	84	2048	2048

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน					ขวดสะอาด			
สิ่งแปลกปลอม	Center		Threshold		Center		Threshold	
	row	col	200	255	row	col	200	255
41 เศษกระดาษ	117	90	2014	962	96	78	2048	2046
42 วัตถุขนาดเล็ก	105	94	2023	1994	97	79	2047	2046
43 เศษกระดาษ	104	99	1820	1330	99	77	2045	2028
44 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	93	85	2045	2024	88	84	2024	1023
45 พลาสติกใส	81	93	833	641	96	78	2048	2045
46 หลอดพลาสติก	89	84	2011	973	91	90	2043	1030
47 เศษผ้า	120	55	658	431	93	98	2006	900
48 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	98	93	2040	1029	96	84	2048	2048
49 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	101	97	2033	2009	98	76	2047	2036
50 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	100	84	2047	2034	97	74	2043	2024
51 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	96	97	2037	2030	99	79	2048	2046
52 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	82	86	1048	955	90	94	2034	971
53 หลอดพลาสติก	107	89	735	495	95	91	2033	2017
54 กระดาษแข็ง	95	95	2037	2030	93	89	2048	2039
55 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	104	83	2045	2014	89	79	2039	1036
56 หลอดพลาสติก	102	93	1854	1706	99	79	2042	2041
57 หลอดพลาสติก	87	86	2036	890	92	79	2048	2037
58 หลอดพลาสติก	92	80	2035	986	87	79	2044	1026
59 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	92	89	2022	944	87	84	2044	1020
60 ฝาขวดน้ำดื่ม	125	149	1597	144	96	86	2047	1030
61 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	91	76	1030	894	90	72	2039	1005
62 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	94	80	2042	1907	99	83	2048	2040
63 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	90	83	2039	895	93	78	2048	1038
64 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	95	91	2038	2015	91	86	2047	2045
65 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	100	95	2048	2044	86	81	1005	994
66 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	93	89	2046	2041	100	85	2045	2040

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน					ขวดสะอาด			
สิ่งแปลกปลอม	Center		Threshold		Center		Threshold	
	row	col	200	255	row	col	200	255
67 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	92	83	2040	1036	93	77	2047	2041
68 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	102	86	2048	2046	90	83	2041	1927
69 เศษผ้าขนาดเล็ก	89	78	2047	1001	92	79	2048	1044
70 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	100	79	2043	1955	91	73	2039	1980
71 เศษกระดาษ	87	97	204	971	92	76	2044	2033
72 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	97	88	2036	1975	103	79	2048	2043
73 เศษผ้า	65	95	511	209	92	77	2047	2038
74 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	106	88	2038	1978	100	85	2048	2045
75 พลาสติกใส	106	92	1795	349	87	83	2036	1020
76 หลอดพลาสติก	95	68	2038	1877	99	88	2046	2032
77 พลาสติกใส	101	114	2023	1863	89	73	2045	1011
78 เศษผ้า	83	52	1237	126	104	85	2048	2045
79 พลาสติกสีดำ	88	90	2048	1033	90	94	2037	977
80 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	95	94	2045	2033	90	87	2048	1046
81 เศษกระดาษ	87	82	1690	1536	104	79	2048	2045
82 เศษผ้า	83	100	1896	502	98	87	2046	2034
83 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	104	93	2043	2010	92	78	2048	2048
84 เศษลูกมะนาว	67	117	1420	317	93	82	2048	2048
85 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	89	90	2039	1010	95	79	2048	2047
86 กระดาษ	88	74	1950	1584	104	80	2048	2043
87 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	87	93	2046	957	87	77	2042	1996
88 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	94	90	2048	2010	98	83	2046	2046
89 เปลือกทอฟฟี่	73	119	1418	410	85	88	1033	886
90 หลอดพลาสติก	84	98	1037	935	97	83	2048	2047
91 เปลือกทอฟฟี่	74	115	452	410	86	85	2047	2026
92 เปลือกทอฟฟี่	62	66	1710	1535	89	94	1039	910

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน					ขวดสะอาด			
สิ่งแปลกปลอม	Center		Threshold		Center		Threshold	
	row	col	200	255	row	col	200	255
93 เปลือกทอฟฟี่	32	75	762	555	91	88	1051	1009
94 เปลือกทอฟฟี่	79	84	933	719	94	75	2042	2018
95 ยางเส้น	86	90	2002	980	89	80	2048	1052
96 เปลือกทอฟฟี่	128	63	1978	1929	99	80	2046	2041
97 ฝาขวด	111	103	2030	2008	89	77	1046	1025
98 ฝาขวด	121	124	1939	1607	92	71	2037	1989
99 ก้นบุหรี่	102	89	2048	2048	99	82	2048	2048
100 ลูกมะนาว	73	62	640	531	82	87	1022	854

จากตาราง 4-5 เมื่อนำมาหาความสามารถในการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอมโดยพิจารณาที่จุดแบ่งต่างๆและการกำหนดค่าอ้างอิงซึ่งผลดังแสดงไว้ดังตาราง 4-6

ค่าอ้างอิง (จำนวนPixel)	ขวดสะอาด(%)		ขวดมีสิ่งแปลกปลอม(%)	
	T=200	T=255	T=200	T=255
2048	41	10	93	99
2047	50	14	91	98
2046	56	19	87	97

ตาราง 4-6 แสดงความสามารถในการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอม เมื่อหาตำแหน่งก้นขวดอัตโนมัติ (T=ค่า Threshold)

จากตารางจะเห็นว่าความสามารถในการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอมได้ไม่ดีดังเช่นที่ค่าอ้างอิง 2048พบว่าถ้าใช้จุดแบ่งแยก 200(Threshold=200)จะสามารถแยกขวดสะอาดได้ถูกต้อง 41%หมายความว่ามีขวดสะอาด 100 ขวดเมื่อนำมาทดสอบกับโปรแกรมจะบอกว่าเป็นขวดที่สะอาดเพียง 41ขวดเท่านั้นและเมื่อนำขวดที่มีสิ่ง แปลกปลอมมาทดสอบกับโปรแกรมโดยใช้จุดแบ่งแยก 200(Threshold=200)จะแยกขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมได้ถูกต้อง 93%ส่วนที่ค่าอ้างอิงและจุดแบ่งแยกThreshold)ต่างๆสามารถดูได้จากตาราง สาเหตุที่การแยกขวดสะอาดได้ไม่ดีเนื่องมาจากแสงที่สะท้อนภายในขวดทำให้การคำนวนจุดศูนย์กลางไม่ตรงกับความเป็นจริงเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวทำได้โดยการล๊อกขวดที่ทำการตรวจสอบให้อยู่ในตำแหน่งเดิม

4.3.3 การหาพื้นที่ก้นขวดโดยการกำหนดจุดศูนย์กลางคงที่

การหาพื้นที่ก้นขวดโดยการหาจุดศูนย์กลางอัตโนมัติยังมีข้อผิดพลาดอยู่บ้างเนื่องจากผลรวมระดับเทาในบางแถวหรือบางคอลัมน์ค่าสูงสุดอาจจะมีหลายค่าทำให้การคำนวนจุดศูนย์กลางผิดไปจากความเป็นจริงเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงกำหนดให้จุดศูนย์กลางของก้นขวดมีค่าเท่ากันทุกครั้งและการวางตำแหน่งขวดจะต้องวางที่จุดเดิมทุกครั้งการคำนวนจะใช้ขั้นตอนเหมือนกับการตรวจขวดโดยการหาตำแหน่งก้นขวดโดยอัตโนมัติเพียงแต่วิธีนี้ไม่ต้องหาจุดศูนย์กลางเพราะกำหนดให้คงที่เท่าเดิมทุกครั้งซึ่งผลการทดสอบดังแสดงไว้ในตาราง 4-7

ตาราง 4-7 แสดงผลการทดสอบการตรวจขวดโดยการกำหนดตำแหน่งก้นขวดคงที่

ค่าในตารางเป็นจำนวนจุดภาพ(Pixel) บริเวณก้นขวดที่มีระดับเทา255

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน			ขวดสะอาด	
รายการสิ่งแปลกปลอม	Threshold		Threshold	
	T=200	T=255	T=200	T=255
1 หลอดพลาสติก	2012	1833	2048	2041
2 หลอดพลาสติก	1971	1719	2048	2048
3 ถุงพลาสติก	1553	205	2048	2048
4 เปลือกทอฟฟี่	1418	1368	2048	2048
5 เปลือกทอฟฟี่	1297	1197	2048	2048
6 หลอดน้ำแข็ง	1568	1701	2048	2048
7 หลอดน้ำแข็ง	1825	1684	2048	2048
8 จุดสีดำกลางขวด	2035	2035	2048	2048
9 จุดสีดำกลางขวด	2048	976	2048	2048
10 จุดสีดำกลางขวด	2023	2015	2048	2048
11จุดสีดำกลางขวด	2048	2048	2048	2048
12 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2041	1977	2048	2048
13 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2039	1960	2048	2048
14 ก้นบุหรี่	2023	2022	2048	2048
15 ถ่านไฟฉาย	1459	1448	2048	2048
16 เศษพลาสติกแข็ง	795	791	2047	2043
17 เศษพลาสติกแข็ง	1858	1845	2048	2048

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน			ขวดสะอาด	
รายการสิ่งแปลกปลอม	Threshold		Threshold	
	T=200	T=255	T=200	T=255
18 ข้อต่อสายไฟฟ้า	1877	1871	2048	2048
19 เศษผ้า	7	3	2048	2048
20 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2025	1968	2048	2048
21 พลาสติกกลมสีดำ	1671	1655	2048	2048
22 ยางเส้นวงกลม	2008	1968	2048	2048
23 ตะปู	2046	2045	2048	2048
24 ฝาน้ำอัดลม	543	537	2048	2048
25 พลาสติกใส	2012	1828	2048	2048
26 พลาสติกใส	1048	1027	2048	2048
27 เศษกระดาษ	1549	382	2048	2048
28 ปากกา	1975	1961	2048	2048
29 หลอดพลาสติก	480	297	2048	2048
30 หลอดพลาสติก	2036	1845	2046	2048
31 แท่งดินสอ	366	319	2048	2048
32 หลอดพลาสติก	1820	534	2048	2048
33 พลาสติกใส	2041	1869	2048	2048
34 เศษผ้า	1751	346	2048	2048
35 หลอดพลาสติก	912	640	2047	2048
36 เปลือกทอฟฟี่	1186	145	2048	2048
37 ซองบุหรี่	1813	1451	2048	2048
38 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2034	2016	2047	2048
39 พลาสติกใส	1669	1564	2048	2048
40 เศษกระดาษ	2008	1908	2048	2048
41 เศษกระดาษ	1736	1512	2048	2048
42 วัตถุขนาดเล็ก	2018	1978	2048	2048
43 เศษกระดาษ	621	217	2048	2048

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน			ขวดสะอาด	
รายการสิ่งแปลกปลอม	Threshold		Threshold	
	T=200	T=255	T=200	T=255
44 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2041	2008	2048	2048
45 พลาสติกใส	2030	1971	2048	2048
46 หลอดพลาสติก	2006	1968	2048	2048
47 เศษผ้า	1116	1040	2048	2043
48 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	1040	945	2048	2046
49 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2022	948	2048	2047
50 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2036	970	2048	2048
51 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2042	2020	2048	2048
52 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2048	1993	2048	2048
53 หลอดพลาสติก	1761	1630	2048	2048
54 กระดาษแข็ง	2044	2029	2048	2048
55 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2040	2020	2048	2048
56 หลอดพลาสติก	1947	1886	2048	2048
57 หลอดพลาสติก	2030	1016	2048	2048
58 หลอดพลาสติก	2038	1011	2048	2048
59 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	1994	1862	2047	2039
60 ฝาขวดน้ำดื่ม	1552	1542	2048	2016
61 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	1042	1012	2048	2048
62 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2044	917	2048	2044
63 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2036	916	2048	1046
64 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2029	1988	2048	2048
65 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2041	973	2048	1053
66 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2034	1997	2048	1053
67 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2032	2016	2048	2046
68 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2043	2025	2048	1039
69 เศษผ้าขนาดเล็ก	2048	2033	2048	2046

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน			ขวดสะอาด	
รายการสิ่งแปลกปลอม	Threshold		Threshold	
	T=200	T=255	T=200	T=255
70 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2047	1984	2048	2048
71 เศษกระดาษ	2038	2005	2048	2048
72 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2036	1560	2048	2048
73 เศษผ้า	1534	1511	2048	2048
74 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2026	1905	2048	2048
75 พลาสติกใส	1869	1581	2048	2048
76 หลอดพลาสติก	2023	1901	2048	2048
77 พลาสติกใส	1757	1461	2048	2048
78 เศษผ้า	16	4	2048	2048
79 พลาสติกสีดำ	2047	2031	2048	2038
80 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2039	2011	2048	2048
81 เศษกระดาษ	1757	1603	2048	2048
82 เศษผ้า	845	509	2048	1053
83 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2045	1968	2048	2048
84 เศษลูกมะนาว	1354	1329	2048	2048
85 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	1028	986	2048	2048
86 กระดาษ	961	449	2048	2048
87 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2037	1965	2048	2048
88 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	2037	1001	2048	2048
89 เปลือกทอฟฟี่	1361	1353	2048	2048
90 หลอดพลาสติก	2031	2011	2048	1034
91 เปลือกทอฟฟี่	406	380	2048	2048
92 เปลือกทอฟฟี่	1659	1626	2048	2048
93 เปลือกทอฟฟี่	1264	1259	2048	2048
94 เปลือกทอฟฟี่	983	964	2048	2048
95 ยางเส้น	1994	1947	2048	2048

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน			ขวดสะอาด	
รายการสิ่งแปลกปลอม	Threshold		Threshold	
	T=200	T=255	T=200	T=255
96 เปลือกทอฟฟี่	305	284	2048	2048
97 ฝาขวด	423	414	2048	2048
98 ฝาขวด	214	203	2048	2048
99 ก้นบุหรี่	2040	2007	2048	2048
100 ลูกมะนาว	1422	1367	2048	2048

จากตาราง 4-7เมื่อนำมาหาความสามารถการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอมโดยพิจารณาที่จุดแบ่งต่างๆและการกำหนดค่าอ้างอิงซึ่งผลดังแสดงไว้ดังตาราง4-8

ค่าอ้างอิง	ขวดสะอาด(%)		ขวดมีสิ่งแปลกปลอม(%)	
(จำนวนจุดภาพ)	T=200	T=255	T=200	T=255
2048	95	83	96	99
2047	99	84	94	100
2046	100	87	93	100

ตาราง4-8 แสดงความสามารถในการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอม
เมื่อกำหนดตำแหน่งก้นขวดให้คงที่

จากตารางจะเห็นว่าความสามารถในการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอมโดยวิธีกำหนดตำแหน่งก้นขวดให้คงที่จะดีกว่าการใช้โปรแกรมหาจุดศูนย์อัตโนมัติดังเช่นที่ค่าอ้างอิง 2048 พบว่าถ้าใช้จุดแบ่งแยก200(Threshold=200)จะสามารถแยกขวดสะอาดได้ถูกต้อง 95%หมายความว่ามีขวดสะอาด 100 ขวดเมื่อนำมาทดสอบกับโปรแกรมจะบอกว่าเป็นขวดที่สะอาดเพียง 95ขวดและเมื่อนำขวดที่มีสิ่ง แปลกปลอมมาทดสอบกับโปรแกรมโดยใช้จุดแบ่งแยก200(Threshold=200)จะแยกขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมได้ถูกต้อง 96%ส่วนที่ค่าอ้างอิงและจุดแบ่งแยกต่างๆสามารถดูได้จากตาราง

จากการทดสอบการตรวจขวด 3วิธี

1 รวมค่าระดับเทาทั้งภาพ

2 นับจำนวนจุดภาพ(Pixel)ในพื้นที่บริเวณก้นขวดโดยการหาจุดศูนย์กลางอัตโนมัติ

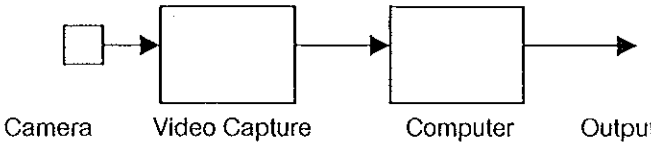
3 นับจำนวนจุดภาพ(Pixel)ในพื้นที่บริเวณก้นขวดโดยการล๊อกขวดเพื่อให้จุดศูนย์กลางคงที่

วิธีที่ 3 เป็นวิธีที่ถูกต้องมากที่สุด

จากการศึกษาทั้งหมดเป็นการอ่านข้อมูลภาพจากไฟล์มาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่าขวดใดสะอาดขวดใดมีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายในแต่ในการทำงานของระบบจริงๆจะต้องทำงานในเวลาจริงเพราะขวดที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมีจำนวนมากซึ่งเคลื่อนที่บนสายพานตลอดเวลา ดังนั้นจะต้องมี Video Capture Card ทำหน้าที่เก็บข้อมูลเพื่อให้ Computer อ่านข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้จะได้กล่าวถึงการออกแบบการ์ด Video Capture ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

4.4 การออกแบบการ์ด Video Capture

การ์ด Video Capture ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงข้อมูลภาพซึ่งรับมาจากกล้องรับภาพให้อยู่ในรูปแบบที่ Computer อ่านได้และเก็บข้อมูลซึ่งถูกติดตั้งอยู่ระหว่าง กล้องรับภาพ(Camera)และ Computer



ภาพประกอบ4-24 แสดง Block Diagram ส่วนประกอบของระบบ

4.4.1 การทำงานของระบบ

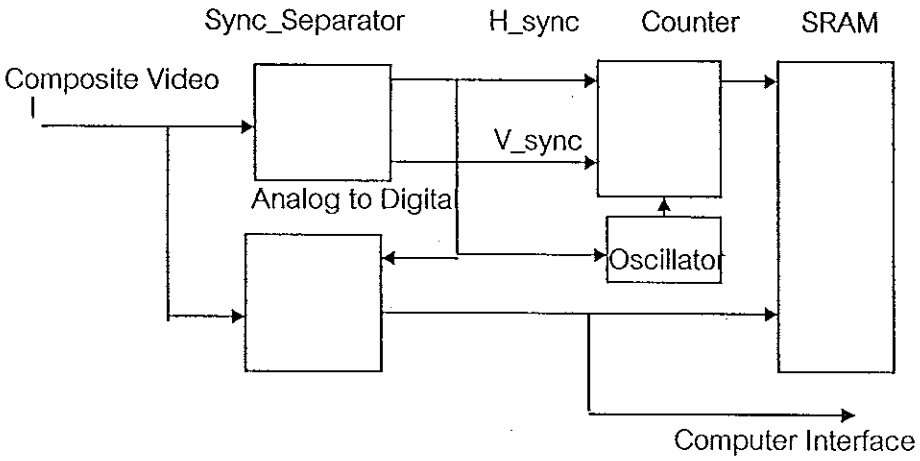
Camera ทำหน้าที่รับสัญญาณภาพก้นขวดเป็นกล้องชนิดขาวดำที่มีความละเอียด 320*240 Pixel สัญญาณที่ได้จะเป็นสัญญาณภาพรวม(Composite Video)

Video Capture ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงข้อมูลภาพ ให้อยู่ในรูปแบบที่ Computer อ่านได้และเก็บข้อมูลขนาด 64Kbyte และจะต้องทำงานที่มีความเร็วสูง

Computer ทำหน้าที่ประมวลผลโดยจะทำงานเมื่อมีสัญญาณควบคุมจากภายนอกจะอ่านข้อมูลที่เก็บอยู่ในการ์ด video capture และจะทำการประมวลผลโดยใช้โปรแกรมภาษาซีซึ่งได้แสดงไว้ในภาคผนวก

Output Signal เป็นสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ภายนอกซึ่งจะให้สัญญาณเมื่อขวดที่เข้ามาตรวจสอบเป็นขวดที่มีวัตถุแปลกปลอมอยู่ภายใน ซึ่งสัญญาณที่ได้จะนำไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น Solenoid, Alarm หรืออุปกรณ์อื่นๆ

4.4.2 การทำงานของ Video Capture



ภาพประกอบ4-25 แสดง Block Diagram ส่วนประกอบของการ์ด Video Capture

Composite Video เป็นสัญญาณภาพรวมซึ่งได้จากกล้อง (Camera) สัญญาณภาพรวมนั้นจะประกอบไปด้วยสัญญาณต่างๆที่สำคัญคือสัญญาณภาพและสัญญาณ Synchronization โดยสัญญาณ Synchronization นั้นจะแบ่งสัญญาณออกเป็น 2 ชนิด คือ

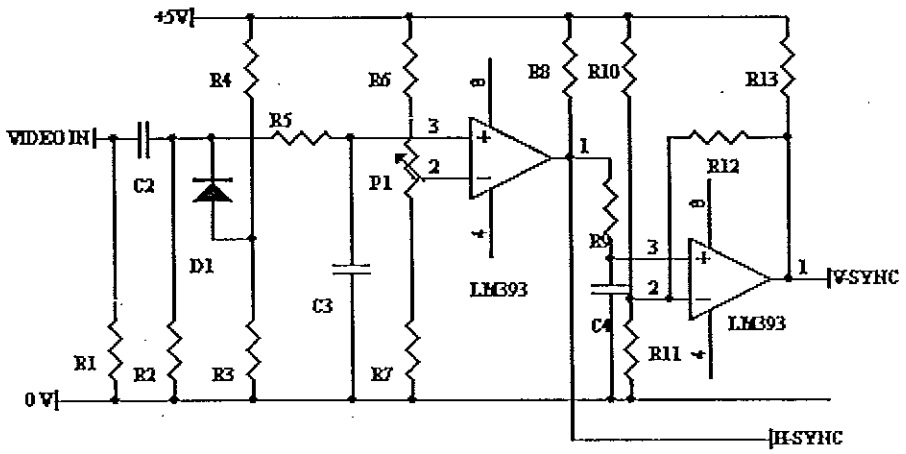
- Horizontal Synchronization
- Vertical Synchronization

4.4.2.1 Synchronize Separator (วงจรแยกสัญญาณซิงค์)

ในการที่จะส่งสัญญาณภาพเพื่อให้ปรากฏบนจอ Monitor นั้น เป็นการส่งข้อมูลแบบอ้างอิงเวลา และความถี่ ระหว่างข้อมูลที่ส่งมา กับข้อมูลที่รับได้ เพื่อให้เกิดเหตุการณ์ที่สอดคล้องกันและเกิดภาพที่ถูกต้องตามตำแหน่ง ดังนั้นในการ สแกนเส้นสัญญาณภาพต้องใช้สัญญาณซิ้งค์ ในการกำหนดตำแหน่งการเกิดภาพ จึงจำเป็นที่จะต้องออกแบบวงจรแยกสัญญาณ ซิ้งค์ออกจากสัญญาณภาพรวม (Composite Video)เพื่อนำสัญญาณที่ได้ไปใช้ในวงจรกำเนิดตำแหน่งภาพ

วงจรแยกสัญญาณซิงค์แนวนอน (H-Sync) จะทำหน้าที่แยกสัญญาณซิงค์แนวนอน ซึ่งมีความถี่ 15.6 KHz ออกจากสัญญาณภาพรวม(Composite Signal) โดยสัญญาณเอาท์พุท ที่ได้จากวงจรนี้ จะเป็นส่วนที่จะควบคุมให้วงจรกำเนิด Address Memory ทำงานต่อไป

วงจรแยกสัญญาณ ซิงค์แนวตั้ง (V-Sync) จะทำหน้าที่แยกสัญญาณซิงค์แนวตั้งซึ่ง เป็นสัญญาณที่ควบคุมการสแกนในแนวตั้งมีความถี่ 50Hz ถ้าไม่มีสัญญาณนี้จะทำให้ภาพมีอาการซ้ำซ้อนทางแนวตั้ง



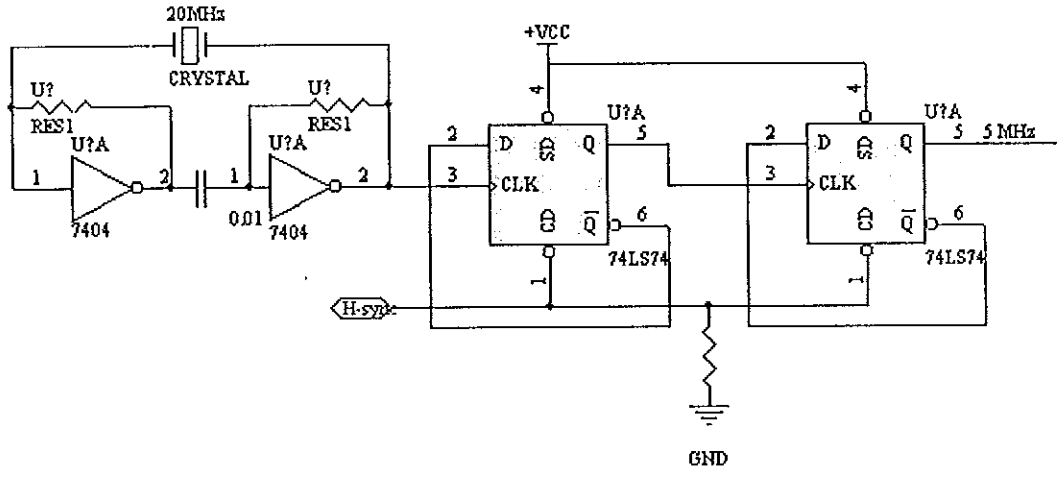
ภาพประกอบ 4-26 แสดง วงจรแยกสัญญาณซิงค์

Video in คือสัญญาณภาพรวม(Composite Video)จากกล้องถ่ายภาพ(Camera)

H-sync และ V–sync คือสัญญาณเอาท์พุทของวงจรซึ่งนำไปควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ

4.4.2.2 **วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา**(Oscillator)

วงจรนี้มีความสำคัญมาก เพราะในวงจรต่าง ๆ ที่จะออกแบบต่อไปจะต้องมีการกำหนดเวลาของการเกิดสัญญาณต่างๆที่แน่นอนเพื่อที่จะให้ได้สัญญาณเอาท์พุทของวงจรส่วนต่างๆถูกต้องและเนื่องจากต้องการสัญญาณนาฬิกาที่มีความถูกต้องแน่นอน จึงสร้างวงจรส่วนนี้โดยอาศัยคริสตอลขนาด 20 MHz และนำมาผ่านวงจรหาร 4 โดยใช้ IC เบอร์ 74 LS74 เพื่อให้ได้สัญญาณนาฬิกาขนาด 5 MHz สำหรับใช้การในอ้างอิง

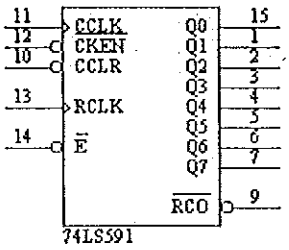


ภาพประกอบ 4-27 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกานี้จะทำงานเมื่อมีสัญญาณซิงค์แนวนอน(H-sync)เข้ามากระตุ้นถ้าไม่มีสัญญาณซิงค์แนวนอนวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาจะไม่ทำงาน

4.4.2.3 วงจรกำเนิด Address ของ Memory

เนื่องจากข้อมูลที่จะใช้เก็บใน Memory นั้น จะต้องมีการอ้างตำแหน่ง ดังนั้นจะต้องออกแบบวงจรที่กำเนิด Address ให้กับ Memoryโดย Addressนี้จะต้องถูกต้องตามตำแหน่งของข้อมูลภาพด้วย ในการออกแบบวงจรส่วนนี้จะใช้ IC เบอร์ 74 LS590 ซึ่งเป็น IC Binary Counter ขนาด 8 Bits



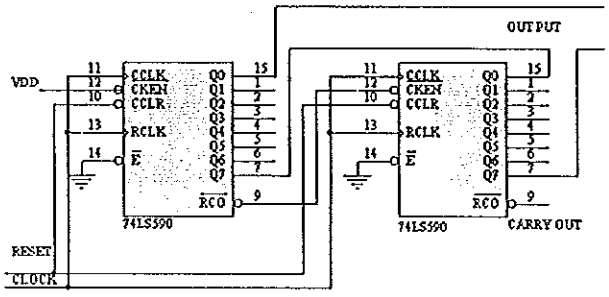
ภาพประกอบ 4-28 แสดงขาสัญญาณของ IC 74LS590

การนับของ IC

สัญญาณที่ต้องการจะนับ จะป้อนเข้าที่ขา CCLK เมื่อสัญญาณขานี้ เปลี่ยนจาก "0" ไปเป็น "1" เคาน์เตอร์จะจับขอบพัลส์ขาขึ้น และทำการนับโดยเพิ่มค่าในตัวมันเองเป็นหนึ่งการนับนี้จะควบคุมได้โดยป้อนสัญญาณเข้าที่ขา CCLKEN ถ้าหากสัญญาณที่ขานี้มีค่าเป็น "0" IC จะทำหน้าที่เป็นเคาน์เตอร์ คือ นับพัลส์ที่ขา CCLK ไปเรื่อยๆจนกระทั่ง สัญญาณที่ป้อนเข้าที่ขา CCLKEN เปลี่ยนสภาวะเป็น "1" IC ก็จะหยุดนับ ถึงแม้ว่าพัลส์ที่ขา CCLK จะเปลี่ยนไปเรื่อยๆ ก็ตาม นอกจากนี้สัญญาณที่ขา RCO ยังสามารถนำมาใช้ในการควบคุมการทำงานของขา CCLKEN ได้อีกด้วย ในกรณีที่มีการต่อพ่วง IC เคาน์เตอร์ เบอร์นี้หลายๆตัว ดังเช่นในการออกแบบ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เอาท์พุทของตัวทด (RCO)

สัญญาณของขานี้จะเป็นตัวทดไปยังหลักต่อไป สำหรับ IC เบอร์ 74LS590 นี้ ขา RCO จะเป็น "0" เมื่อนับมาถึงค่า FF (11111111)



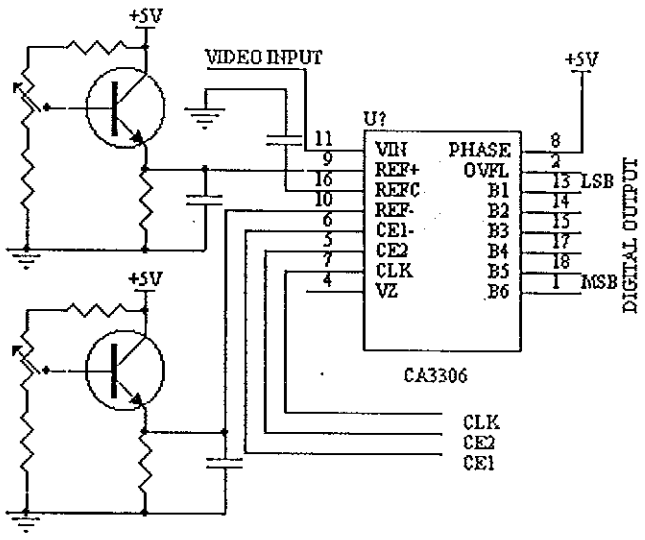
ภาพประกอบ 4-29 แสดง การต่อ IC เคาน์เตอร์ เบอร์ 74LS590 เข้าด้วยกัน

จากหลักการทำงานของ IC เคาน์เตอร์ เบอร์ 74LS590 นี้สามารถนำมาต่อพ่วงกัน เพื่อนำมาทำเป็นวงจรกำเนิด Address ให้กับ Memory ที่ใช้เก็บข้อมูลของสัญญาณภาพ ที่ได้จากการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ด้วยวงจร ADC โดยวงจรกำเนิด Address จะมี Diagram ดังภาพประกอบ 4-29 และมีหลักการทำงานดังนี้

วงจรจะเริ่มทำงานเมื่อมีสัญญาณ CCLK และมีสัญญาณมาทำการ Enable ที่ขา CLKEN โดยสัญญาณที่ป้อนเข้าที่ขา CCLK จะมีความถี่ 5 MHz จากวงจร Oscillator จะ Sampling สัญญาณ ภาพรวม (Composite Video) เป็นจำนวน 256 จุด ในการ Scan สัญญาณภาพ 1 เส้น ซึ่งก็คือสัญญาณที่ใช้ในการกำหนด Address ของ Memory ตั้งแต่ A0 จนถึง A7 เมื่อมีการนับจนครบ 256 จุด ใน 1 เส้น ก็จะมีสัญญาณจากขา RCO ของ IC เบอร์ 74LS590 ตัวที่ 1 มาทำการเคลียร์การทำงานของ IC ตัวที่ 1 นี้ เพื่อทำการ Sampling สัญญาณภาพในเส้นที่ 2 ต่อไป ในขณะเดียวกัน สัญญาณจากขา RCO นี้ ก็จะไปทำการ Enable ขา CCLKEN ของ IC เบอร์ 74LS590 ตัวที่ 2 เพื่อทำการนับจำนวนเส้นสัญญาณภาพจนครบ 256 เส้น ใน 1 จอภาพ ซึ่งเอาต์พุตที่ได้จาก IC เบอร์ 74LS590 ตัวที่ 2 นี้ก็จะเป็นตัวกำเนิด Address ตั้งแต่ A8 จนถึง A15 หลังจากนั้น เมื่อทำการนับครบ 256 เส้นแล้ว ก็จะมีสัญญาณ RCO ที่ขา IC เบอร์ 74LS590 ตัวที่ 2 ไปทำการเคลียร์การทำงานของ IC เคาน์เตอร์ทั้ง 2 ตัว ในขณะเดียวกันสัญญาณจากขา RCO ของ IC เคาน์เตอร์เบอร์ 74LS590 ตัวที่ 2 นี้จะเป็นตัวบอกกับ CPU ว่าขณะนี้ได้ทำการเก็บภาพเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งเป็นจังหวะเดียวกับที่วงจร ADC ได้ทำการแปลงข้อมูลจากอนาลอกเป็นดิจิตอล เสร็จเรียบร้อยแล้วเช่นกัน และทำการหยุดการทำงานของวงจร ADC ด้วยสัญญาณนี้ด้วย สำหรับรูปวงจร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ซึ่งเป็นวงจรทั้งหมดของอุปกรณ์ การ์ด Video Capture

4.4.2.4 Analog to Digital (วงจรแปลงสัญญาณภาพ)

ส่วนของวงจรแปลงสัญญาณภาพวงจรส่วนนี้จะทำการแปลงสัญญาณภาพที่เป็นสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อเป็นข้อมูลภาพที่สามารถเก็บไว้ในหน่วยความจำ วงจรส่วนนี้จะใช้ IC เบอร์ CA3306 ซึ่ง IC เบอร์ CA3306 นี้จะมีลักษณะเป็น Flash A/D ขนาด 6 บิต ที่มี ความเร็วสูง คือ มีความเร็ว 18 MSPS โดย IC ตัวดังกล่าวนี้ จะใช้เทคนิคการแปลงข้อมูลแบบขนานหรือแบบแฟลช (Flash)



ภาพประกอบ 4-30 แสดง การใช้งาน IC CA3306

การทำงานของวงจร สัญญาณอินพุทซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอกจะเข้ามาทางขา 11(Vin) สัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่ 5MHz ถูกป้อนเข้าที่ขา 7 วงจรจะทำงานเมื่อมีสัญญาณควบคุมที่ขา CE1 เป็นลอจิก "0"และขา CE2 เป็นลอจิก "1" ขา 9 (Vref+)เป็นขาควบคุมระดับสีขาวและขา 10 (Vref-)เป็นขาควบคุมระดับสีดำ

4.4.2.5 ส่วนเก็บข้อมูลภาพ (Memory)

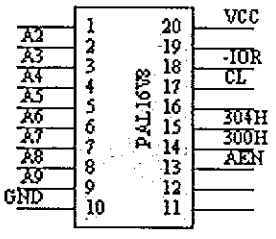
ส่วนนี้จะใช้หน่วยความจำขนาด 64 Kbytes เก็บข้อมูลภาพโดยใช้ SRAM เบอร์ 62256D ซึ่งเป็น RAM ขนาด 32 Kbytes ขนาด 8 Bits จำนวน 2 ตัวข้อมูลภาพที่นำมาเก็บคือสัญญาณ

ภาพรวมที่ถูกแปลงจากอนาลอกเป็นดิจิตอลโดย IC CA3306 การเก็บข้อมูลจะเก็บตรงตำแหน่งของภาพนั้นๆซึ่งถูกควบคุมโดยวงจรกำเนิดสัญญาณ Address

4.4.3 การออกแบบวงจรอินเตอร์เฟส

จากการออกแบบวงจรต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น จะได้สัญญาณตามที่ต้องการ ยังเหลือ วงจรส่วนสุดท้ายที่จำเป็นต้องมี มิฉะนั้นแล้วก็จะไม่สามารถทำงานติดต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ วงจรส่วนนี้เรียกว่า วงจร "อินเตอร์เฟส" โดยความหมายแล้ว วงจรส่วนนี้ก็คือวงจรที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อระหว่างวงจรภายนอกกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการออกแบบวงจรส่วนนี้จะต้องมี ความสัมพันธ์กับโครงสร้าง ทางฮาร์ดแวร์ และ ความเหมาะสมกับโครงสร้างทาง ซอฟแวร์ ของ เครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้น ในการที่จะสร้างวงจรอินเตอร์เฟส จะต้องมีความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับเมนบอร์ดของเครื่องคอมพิวเตอร์

ในการออกแบบวงจรอินเตอร์เฟสมีการติดต่อกับการ์ด Video Capture อยู่ 2 ส่วนคือส่วน I/O ซึ่งใช้สำหรับการเขียนพอร์ตและการติดต่อกับหน่วยความจำ การติดต่อ I/Oจะใช้พอร์ตหมายเลข 300 H ส่งสัญญาณเพื่อให้วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา วงจรกำเนิดแอดเดรส วงจรแปลงสัญญาณภาพทำงานทำการแปลงสัญญาณและส่ง สัญญาณเพื่อให้ Memory ทำการเก็บข้อมูล ในการวิจัยนี้ใช้พอร์ตหมายเลข 300 Hสำหรับการเขียน I / O และจะใช้แอดเดรส 8 เส้น คือ A2 ถึง A9 สำหรับการถอดระหัส พอร์ต และในการเขียนพอร์ตสัญญาณที่จะต้องนำมาเกี่ยวข้องคือ สัญญาณ AEN และสัญญาณ IOW ซึ่งจะทำงานที่ลอจิก " 0 " ดังนั้นจะต้องมีวงจรสร้างสัญญาณเพื่อการเขียนพอร์ตโดยใช้ PAL หรือ PLD (Programmable Logic Devices)เป็นอุปกรณ์ในการออกแบบดังแสดงในภาพประกอบ 4-31

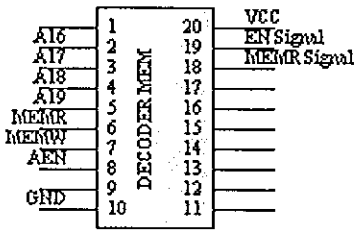


ภาพประกอบ 4-31 แสดงขาสัญญาณต่างๆของ PAL16V8 สำหรับเขียน I/O

จากภาพประกอบ 4-31 การทำงานของ ICจะขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่ได้ทำการออกแบบซึ่งได้แสดงไว้ข้างล่าง

```
        decoder for frame grabber
    decoder2 (in  aen, iowd, a9, a8, a7, a6, a5, a4, a3, a2;      out d300, d304,
d308,cl)
    {
    d300 = a9 & (!iowd) & (aen) & a8 & (!a7) & (!a6) & (!a5) & (!a4) & (!a3) & (!a2);
    d304 = !((aen) & (!iowd) & a9 & a8 & (!a7) & (!a6) & (!a5) &(!a4) & (!a3) & a2);
    d308 = a9 & (!iowd) & (aen) & a8 & (!a7) & (!a6) & (!a5) & (!a4) & a3 & (!a2);
    cl = !(a9 & (!iowd) & (aen) & a8 & (!a7) & (!a6) & (!a5) & (!a4) & (!a3) & (!a2));
    putpart("g16v8","decoder2",
            _,a2,a3,a4,a5,a6,a7,a8,a9,GND,
            _,_,aen,d300,d304,d308,cl,iowd,_,VCC);
        }
```

ส่วนในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำนั้นก็จะมีการถอดระหัสพอร์ตเหมือนกับการเขียนพอร์ต จะต่างกันก็คือ ในการอ่านหน่วยความจำจะใช้สัญญาณ IOR ซึ่งทำงานที่ลอจิก "0" แทนสัญญาณ IOW ที่ใช้ในการเขียนพอร์ต และในการออกแบบนั้นพอร์ตใดพอร์ตหนึ่งจะทำหน้าที่เขียนและอ่านพอร์ตในเวลาเดียวกันไม่ได้ ดังนั้นในการอ่านหรือเขียนพอร์ตนั้นจะต้องแยกเป็นคนละพอร์ตกัน เช่นเดียวกับการถอดระหัสพอร์ต I/O แต่ในการ ถอดระหัส หน่วยความจำ จะให้สัญญาณ A16, A17, A18, A19 มาทำการถอดระหัส และจะมีสัญญาณจากขา AEN, MEMW , MEMR เข้ามาเกี่ยวข้องในการเขียนหรืออ่านหน่วยความจำด้วย ตามลำดับ และวงจรที่ใช้ในการถอดระหัสแอดเดรสจะใช้ PAL หรือ PLD (Programmable Logiic Devices)เป็นอุปกรณ์ในการออกแบบดังแสดงใน ภาพประกอบ 4-32

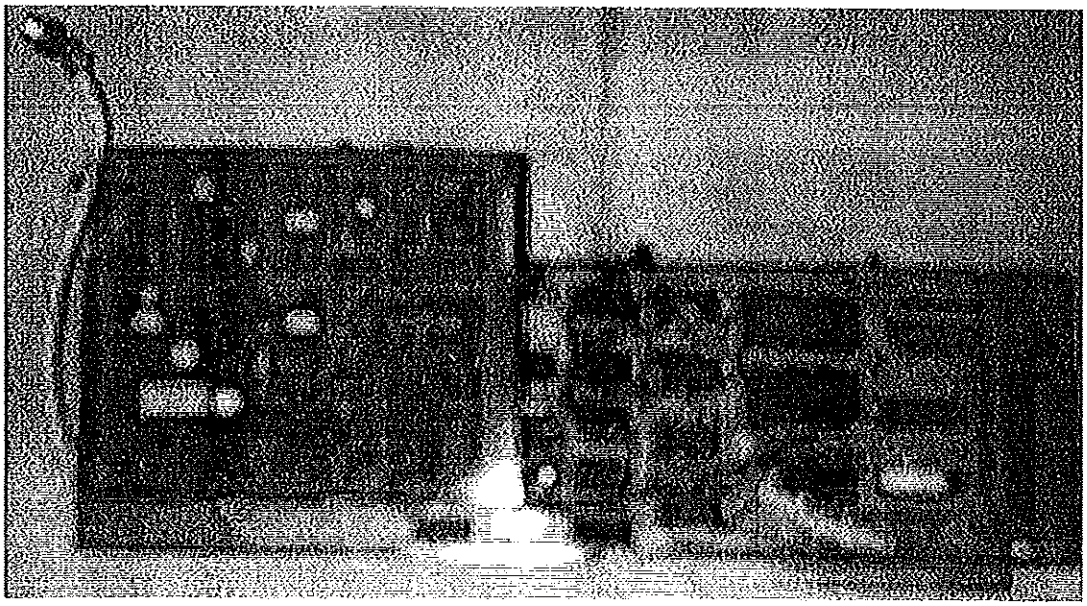


ภาพประกอบ 4-32

แสดงขาสัญญาณต่างๆของ PAL16V8 เพื่อการถอดระหัส หน่วยความจำ การทำงานของ ICจะขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่ได้ทำการออกแบบ

```
enable
enable (in  memr,memw,aen,a16, a17, a18, a19; out enable,rewr)
{
    enable = !(a16 & (!a17) & a18 & a19 & aen & ((!memr) |(!memw)));  /* e
    rewr =   memr;  /* write memory */
    putpart("g16v8","enable",
            _,a16,a17,a18,a19,memr,memw,aen,_,GND,
            _,_,_,_,_,_,_,rewr,enable,VCC);
        }
```

จากการออกแบบวงจรส่วนต่างๆของการ์ด Video Capture และส่วนของวงจรอินเตอร์เฟสและได้ทำการประกอบวงจรที่สมบูรณ์โดยใช้แผ่นปริ้นอเนกประสงค์ซึ่งเป็นแผ่นปริ้นสำหรับเสียบใน Slot ISA BUS ของ Computer



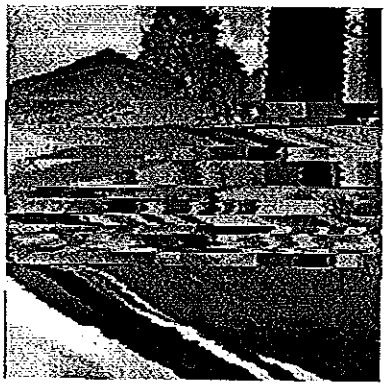
ภาพประกอบ 4-33

แสดง Video Capture ที่ได้ออกแบบซึ่งประกอบบนแผ่นปริ้นอเนกประสงค์

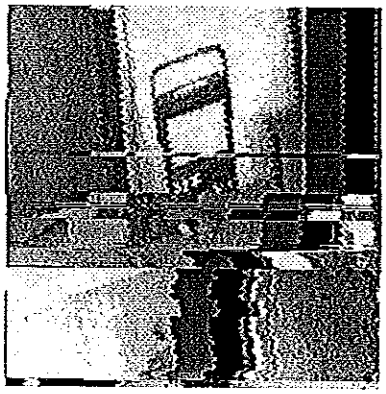
การใช้งาน Video Capture โดยการเสียบเข้ากับ Slot ISA BUS ของคอมพิวเตอร์ซึ่งการทำงานจะมีโปรแกรมควบคุมเพื่อเขียนและอ่านข้อมูลต่างๆ

4.5 ผลการทดลอง Video Capture

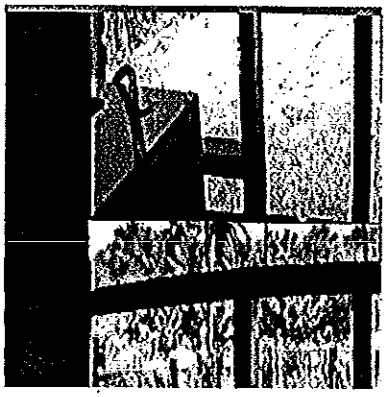
4.5.1 โดยการถ่ายและบันทึกภาพต่างๆ



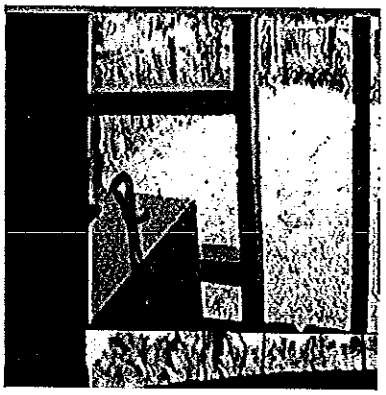
ภาพประกอบ 4-34
แสดงภาพที่มีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณซิงค์



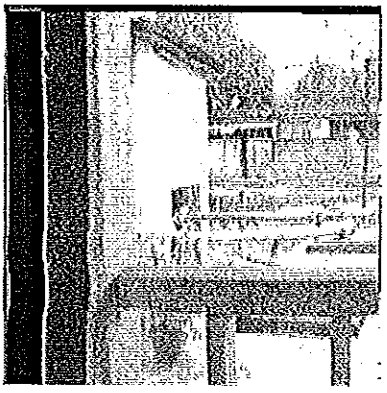
ภาพประกอบ 4-35
แสดงภาพที่มีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณซิงค์



ภาพประกอบ 4-36
แสดงภาพที่มีปัญหาเกี่ยวกับ V-Sync

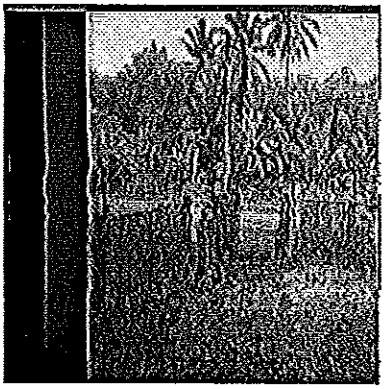


ภาพประกอบ 4-37
แสดงภาพที่มีปัญหาเกี่ยวกับV-Sync



ภาพประกอบ 4-38
แสดงภาพที่ปรับให้เป็นขาว

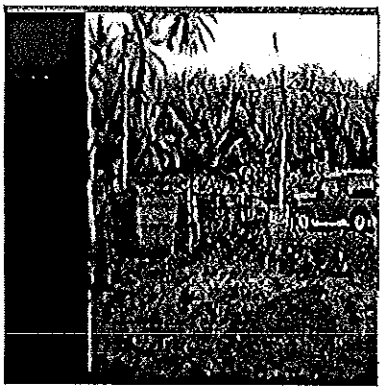
ภาพประกอบ 4-39
แสดงภาพที่ปรับให้เป็นดำ



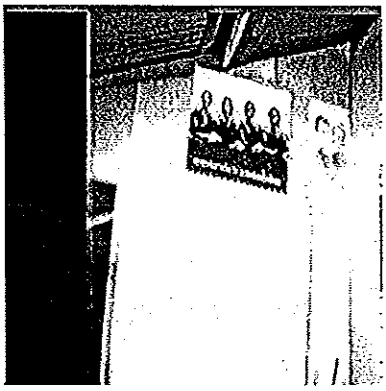
ภาพประกอบ 4-40
แสดงภาพที่ปรับให้เป็นขาว

ภาพประกอบ 4-41
แสดงภาพที่ปรับให้เป็นดำ

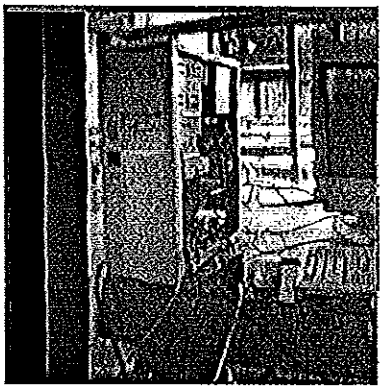
ภาพประกอบ 4-42
แสดงภาพที่ปรับให้เป็นขาว



ภาพประกอบ 4-43
แสดงภาพที่ปรับให้เป็นดำ

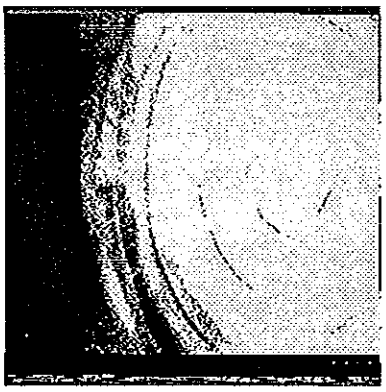


ภาพประกอบ 4-44
แสดงภาพที่ปรับให้เป็นขาว



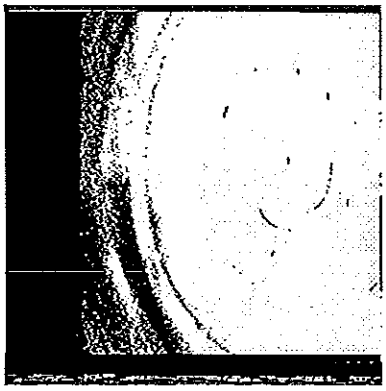
ภาพประกอบ 4-45
แสดงภาพที่ปรับให้เป็นดำ

4.5.2 โดยการถ่ายและบันทึกภาพก้นขวดที่สะอาดและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม

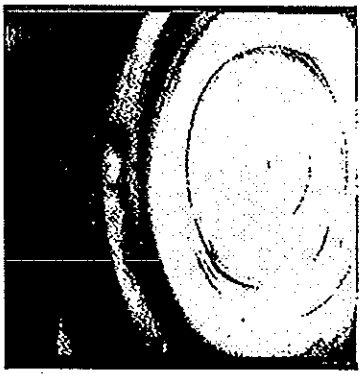


ภาพประกอบ 4-46
แสดงภาพก้นขวดสะอาด

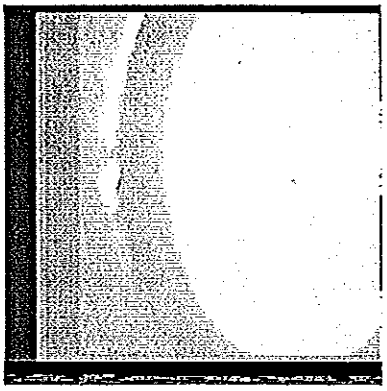
ภาพประกอบ 4-47
แสดงภาพก้นขวดมีสิ่งแปลกปลอม



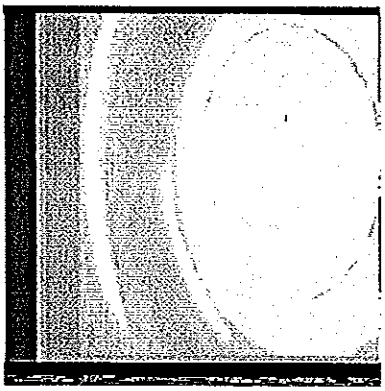
ภาพประกอบ 4-48
แสดงภาพก้นขวดมีสิ่งแปลกปลอม



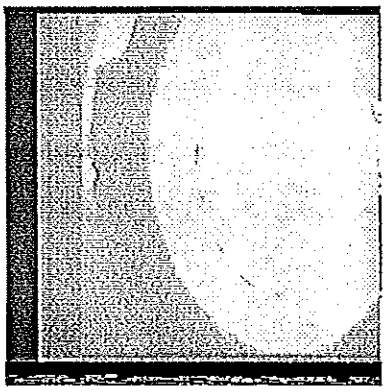
ภาพประกอบ 4-49
แสดงภาพก้นขวดมีสิ่งแปลกปลอม



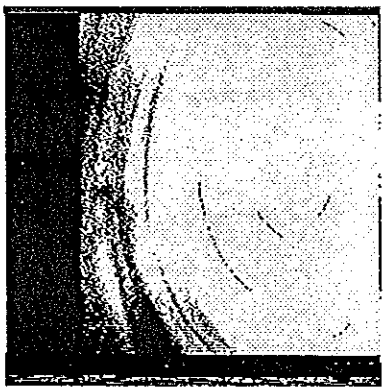
ภาพประกอบ 4-50
แสดงภาพก้นขวดมีสิ่งแปลกปลอม



ภาพประกอบ 4-51
แสดงภาพก้นขวดมีสิ่งแปลกปลอม



ภาพประกอบ 4-52
แสดงภาพก้นขวดสะอาด



ภาพประกอบ 4-53
แสดงภาพก้นขวดสะอาด

ภาพประกอบ 4-54
แสดงภาพก้นขวดสะอาด

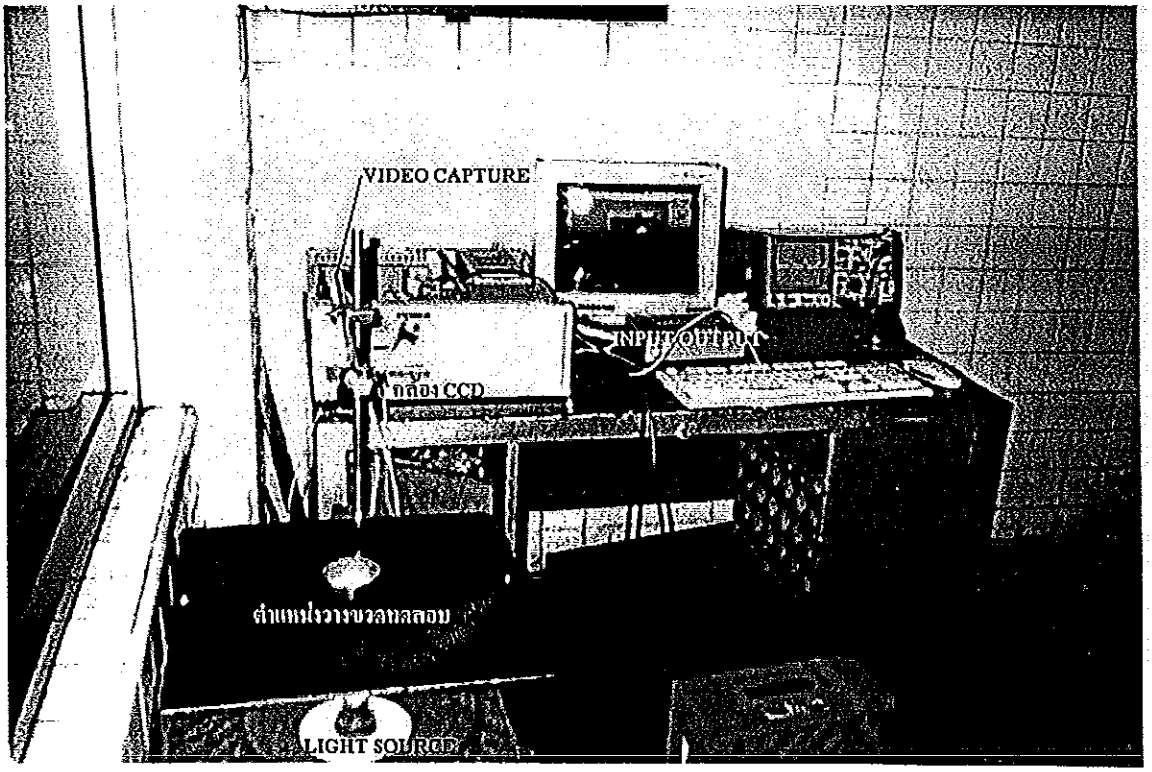
ภาพประกอบ 4-55
แสดงภาพก้นขวดสะอาด

ภาพประกอบ 4-56
แสดงภาพก้นขวดมีสิ่งแปลกปลอม

ภาพประกอบ 4-57
แสดงภาพก้นขวดมีสิ่งแปลกปลอม

4.6 ผลการทดลองการตรวจขวด

โดยการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆดังภาพประกอบ 4-58



ภาพประกอบ 4-58 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์

ขั้นตอนการทดสอบ

1. เปิดสวิทช์ให้แหล่งกำเนิดแสง(Light Source)ทำงาน
2. นำขวดที่ต้องการทดสอบวางตรงตำแหน่งวางขวด
3. กดสวิทช์ Start ที่ กล่อง Input Output
4. สังเกตุหลอดไฟที่กล่อง Input Output ถ้าหลอดไฟติดแสดงว่าเป็นขวดมีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน ถ้าหลอดไฟไม่ติดแสดงว่าเป็นขวดที่สะอาด

การทดสอบได้ทำการทดสอบขวดสะอาด 100 ขวด และขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม 100 ขวดผลการทดสอบดังแสดงไว้ในตาราง 4-9

ตาราง 4-9 แสดงผลการตรวจขวดโดยใช้ขวดสะอาด 100 ขวดและขวดมีสิ่งแปลกปลอม 100ขวด

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน			ขวดสะอาด	
รายการสิ่งแปลกปลอม	Threshold		Threshold	
	T=200	T=252	T=200	T=252
1 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
2 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
3 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
4 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
5 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
6 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
7 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
8 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
9 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ผิด	ถูก	ถูก	ถูก
10 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
11 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ผิด	ถูก	ถูก	ถูก
12 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
13 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
14 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
15 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
16 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ผิด	ผิด
17 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
18 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
19 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
20 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
21ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
22 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
23 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
24 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน			ขวดสะอาด	
รายการสิ่งแปลกปลอม	Threshold		Threshold	
	T=200	T=252	T=200	T=252
25 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
26 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
27 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
28 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
29 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
30 เปลือกทอฟฟี่	ถูก	ถูก	ผิด	ถูก
31 เปลือกทอฟฟี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
32 เปลือกทอฟฟี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
33 เปลือกทอฟฟี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
34 เปลือกทอฟฟี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
35 เปลือกทอฟฟี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
36 เปลือกทอฟฟี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
37 เปลือกทอฟฟี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
38 เปลือกทอฟฟี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
39 เปลือกทอฟฟี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
40 เปลือกทอฟฟี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
41 เปลือกทอฟฟี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
42 ถ่านไฟฉาย	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
43 ถ่านไฟฉาย	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
44 ถ่านไฟฉาย	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
45 ถ่านไฟฉาย	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
46 ถ่านไฟฉาย	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
47 ถ่านไฟฉาย	ถูก	ถูก	ผิด	ผิด
48 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
49 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
50 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน			ขวดสะอาด	
รายการสิ่งแปลกปลอม	Threshold		Threshold	
	T=200	T=252	T=200	T=252
51 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
52 หลอดพลาสติก	ถูก	ผิด	ถูก	ถูก
53 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
54 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
55 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
56 หลอดพลาสติก	ผิด	ถูก	ถูก	ถูก
57 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
58 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
59 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ผิด	ผิด
60 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
61 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
62 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
63 พลาสติกใส	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
64 พลาสติกใส	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
65 พลาสติกใส	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
66 พลาสติกใส	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
67 พลาสติกใส	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
68 พลาสติกใส	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
69 พลาสติกใส	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
70 พลาสติกใส	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
71 พลาสติกใส	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
72 พลาสติกใส	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
73 เศษกระดาษ	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
74 เศษกระดาษ	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
75 ยางเส้นเป็นวงกลม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
76 วัตถุขนาดเล็ก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก

ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายใน			ขวดสะอาด	
รายการสิ่งแปลกปลอม	Threshold		Threshold	
	T=200	T=252	T=200	T=252
77 เศษกระดาษ	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
78 เศษผ้า	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
79 วัตถุขนาดเล็ก	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
80 ก้นบุหรี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
81 วัตถุขนาดเล็ก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
82 วัตถุขนาดเล็ก	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด
83 ยางเส้นเป็นวงกลม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
84 หลอดพลาสติก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
85 ขอบฝาขวดน้ำดื่ม	ผิด	ถูก	ถูก	ถูก
86 เศษกระดาษ	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
87 เศษกระดาษ	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
88 ก้นบุหรี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
89 ยางเส้นเป็นวงกลม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
90 เศษผ้า	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
91 ข้อต่อสายไฟฟ้า	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
92 เศษกระดาษ	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
93 ฝาน้ำอัดลม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
94 ก้นบุหรี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
95 ยางเส้นเป็นวงกลม	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
96 ซองบุหรี่	ถูก	ถูก	ผิด	ถูก
97 ซองบุหรี่	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
98 จุดดำกลางขวด	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
99 จุดดำกึ่งกลางขวด	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
100 จุดดำริมขอบขวด	ถูก	ผิด	ถูก	ถูก

จากตาราง 4-9 เมื่อนำมาหาความสามารถการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอมได้แสดงไว้ดังตาราง 4-10

ขวดสะอาด(%)		ขวดมีสิ่งแปลกปลอม(%)	
T=200	T=252	T=200	T=252
95	84	96	98

ตาราง 4-10 แสดงความสามารถการตรวจขวด

ตาราง 4-10 แสดงความสามารถในการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอม จากตารางจะเห็นว่าถ้าใช้ค่า Threshold = 200 ความสามารถในการแยกขวดสะอาดได้ถูกต้อง 95%และความสามารถในการแยกขวดมีสิ่งแปลกปลอมได้ถูกต้อง 96 % ถ้าใช้ ค่า Threshold =252 ความสามารถในการแยกขวดสะอาดได้ถูกต้อง 84%และความสามารถในการแยกขวดมีสิ่งแปลกปลอมได้ถูกต้อง 98 %ในการเลือกใช้งานควรเลือกค่า Threshold = 252 เพราะสามารถแยกขวดมีสิ่งแปลกปลอมได้ถูกต้อง 98%

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติพบว่าขั้นตอนและหลักการคือการถ่ายภาพก้นขวดและนำภาพมาทำการวิเคราะห์หาว่าขวดใดเป็นขวดสะอาดขวดใดเป็นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายในการวิเคราะโดยการใช้วิธีการต่างๆดังนี้

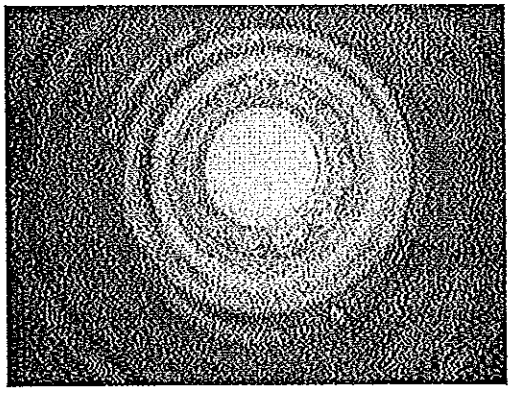
1 วิธีการรวมค่าระดับเทา

2 วิธีการนับจำนวนจุดภาพ(Pixel) โดยการหาตำแหน่งภาพอัตโนมัติ

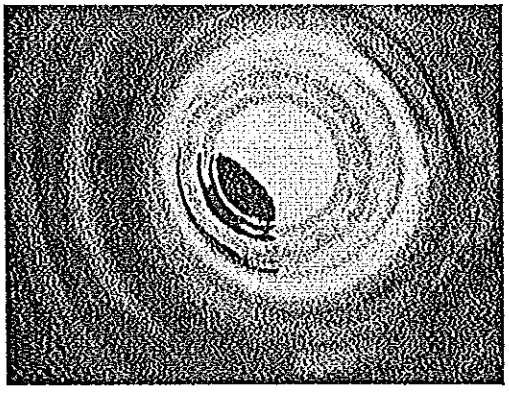
3 วิธีการนับจำนวนจุดภาพ(Pixel) โดยการล็อกขวดให้ตำแหน่งภาพคงที่

1 วิธีการรวมค่าระดับเทา

วิธีการรวมค่าระดับเทาโดยอาศัยหลักการความเข้มของแสงมีความแตกต่างกันระหว่างขวดสะอาดและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม ขวดที่สะอาดบริเวณก้นขวดจะมีความเข้มมากเนื่องจากแสงจากแหล่งกำเนิดแสงส่องที่ก้นขวด แต่ขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม สิ่งแปลกปลอมที่ก้นขวดจะบังแสงทำให้พื้นที่ ที่สว่างมีน้อยกว่าขวดที่สะอาดซึ่งสังเกตุได้ดังภาพประกอบ 5-1และภาพประกอบ 5-2



ภาพประกอบ 5-1
ภาพขวดสะอาด



ภาพประกอบ 5-2
ภาพขวดมีสิ่งแปลกปลอม

จากภาพประกอบ 5-1และภาพประกอบ 5-2 จะสังเกตุเห็นว่าภาพประกอบ 5-1ซึ่งเป็นขวดสะอาดบริเวณก้นขวดจะมีพื้นที่ ที่มีความสว่างมากกว่าขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม(ภาพประกอบ 5-2)ดังนั้นการรวมค่าระดับเทาของภาพก้นขวดที่สะอาดจะมีค่ามากกว่าผลรวมระดับเทาของขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม แต่ถ้าสิ่งแปลกปลอมเป็นวัตถุขนาดเล็กมากวิธีการดังกล่าวจะไม่ได้ผล

เพราะว่าการรวมค่าระดับเทานั้นเป็นการรวมค่าทั้งภาพซึ่งจะรวมเอาบริเวณนอกก้นขวดด้วย เนื่องจากความเข้มของบริเวณนอกก้นขวดในบางขวดอาจจะไม่เท่ากันซึ่งขึ้นอยู่กับการหักเหของแสงภายในขวดส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ในกรณีที่สิ่งแปลกปลอมเป็นวัตถุขนาดเล็ก การรวมค่าระดับเทาความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากภาพที่ถ่ายจะเป็นลักษณะ2มิติทำให้ค่าระดับเทาที่รวมจะเป็นการรวมทั้งภาพซึ่งจะรวมถึงส่วนที่ไม่ใช่บริเวณก้นขวดซึ่งเป็นส่วนที่เกิดจากการสะท้อนภายในขวดวิธีนับจำนวน จุดภาพ เป็นวิธีที่เหมาะสมเพราะจะนับจำนวน จุดภาพเฉพาะบริเวณก้นขวดเท่านั้นการวิเคราะห์จะต้องทราบจุดศูนย์กลางของก้นขวดก่อนเพื่อจะได้ทราบว่าบริเวณก้นขวดอยู่ส่วนใดของภาพในการหาจุดศูนย์กลางซึ่งสามารถหาได้ 2 วิธี คือการหาจุดศูนย์กลางโดยอัตโนมัติและการกำหนดจุดศูนย์กลางให้คงที่โดยการล็อกขวดให้อยู่ตำแหน่งเดิมทุกครั้งการตรวจขวดโดยการนับจำนวน จุดภาพ โดยการหาจุดศูนย์กลางโดยอัตโนมัติมีความผิดพลาดเนื่องจากจุดศูนย์กลางบางครั้งไม่ตรงกับความเป็นจริงเพราะการสะท้อนของแสงภายในขวด

2 วิธีการนับจำนวน จุดภาพ โดยการหาตำแหน่งภาพอัตโนมัติ

จากวิธีการรวมค่าระดับเทาความผิดพลาดซึ่งเกิดขึ้นได้ในกรณีที่สิ่งแปลกปลอมเป็นวัตถุขนาดเล็ก เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจะใช้วิธีการนับจำนวน จุดภาพ โดยการหาตำแหน่งภาพอัตโนมัติซึ่งวิธีนี้จะหาว่าตำแหน่งบริเวณก้นขวดอยู่ส่วนใดของภาพโดยการใช้วิธีการรวมค่าระดับเทาแนวแถวและแนวคอลัมน์ทำให้ได้ค่าสูงสุด 2ค่าคือค่าแนวแถวและค่าแนวคอลัมน์จุดศูนย์กลางคือจุดตัดของค่าสูงสุดแนวแถวและแนวคอลัมน์เมื่อได้ตำแหน่งจุดศูนย์กลางแล้วสามารถคำนวนหาจำนวน จุดภาพบริเวณก้นขวดได้โดยการกำหนดจุดแบ่งแยกหรือค่า Threshold เพื่อให้เหมาะกับขวดชนิดต่างๆเช่นกำหนดจุดแบ่งแยก 255 หมายความว่า จะนับจำนวน จุดภาพ ที่มีระดับเทา 255มีทั้งหมดเท่าใดและเทียบกับขวดที่สะอาดถ้าผลที่นับได้มีจำนวนน้อยกว่าจำนวน จุดภาพของขวดสะอาดแสดงว่าเป็นขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม การทดสอบโดยทำการทดสอบขวดสะอาด 100ขวดและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม100ขวดผลการทดสอบดัง ตาราง 5-1

ค่าอ้างอิง (จำนวน จุดภาพ)	ขวดสะอาด(%)		ขวดมีสิ่งแปลกปลอม(%)	
	T=200	T=255	T=200	T=255
2048	41	10	93	99
2047	50	14	91	98
2046	56	19	87	97

ตาราง 5-1 แสดงผลการตรวจขวดโดยการหาตำแหน่งก้นขวดอัตโนมัติ [%]

จากตารางจะเห็นว่าความสามารถในการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอมได้ไม่ดี ดังเช่นค่าอ้างอิง 2048 พบว่าถ้าใช้จุดแบ่งแยก200(Threshold=200)จะสามารถแยกขวดสะอาดได้ถูกต้อง 41%หมายความว่ามีขวดสะอาด 100 ขวดเมื่อนำมาทดสอบกับโปรแกรมจะบอกว่าเป็นขวดที่สะอาดเพียง 41ขวดเท่านั้นและเมื่อนำขวดที่มีสิ่ง แปลกปลอมมาทดสอบกับโปรแกรมโดยใช้จุดแบ่งแยก200(Threshold=200)จะแยกขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมได้ถูกต้อง 93%ส่วนที่ค่าอ้างอิงและจุดแบ่งแยก(Threshold)ต่างๆสามารถดูได้จากตาราง สาเหตุที่การแยกขวดสะอาดได้ไม่ดีเนื่องจากแสงที่สะท้อนภายในขวดทำให้ค่าสูงสุดของผลรวมแนวแถวและแนวคอลัมน์อาจจะมีหลายค่าจึงทำให้การคำนวนจุดศูนย์กลางไม่ตรงกับความเป็นจริงเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวทำได้โดยการล๊อกขวดที่ทำการตรวจสอบให้อยู่ในตำแหน่งเดิม

3 วิธีการนับจำนวน จุดภาพ โดยการล็อกขวดให้ตำแหน่งภาพคงที่

วิธีการนับจำนวน จุดภาพ โดยการหาตำแหน่งภาพอัตโนมัติเกิดความผิดพลาดสาเหตุที่การแยกขวดได้ไม่ดีเนื่องจากแสงที่สะท้อนภายในขวดทำให้ค่าสูงสุดของผลรวมแนวแถวและแนวคอลัมน์อาจจะมีหลายค่าจึงทำให้การคำนวนจุดศูนย์กลางไม่ตรงกับความเป็นจริงทำให้การคำนวนพื้นที่ก้นขวดคลาดเคลื่อนกับบริเวณก้นขวดจริงเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวทำได้โดยการล๊อกขวดที่ทำการตรวจสอบให้อยู่ในตำแหน่งเดิมและกำหนดจุดศูนย์กลางของขวดให้ตรงกับความเป็นจริงแล้วทำการกำหนดค่าจุดแบ่งแยก(Threshold)เพื่อคำนวนหาค่า จุดภาพ ต่อไป วิธีนี้เหมือนกับวิธีการนับจำนวน จุดภาพ โดยการหาตำแหน่งภาพอัตโนมัติเพียงแต่กำหนดตำแหน่งบริเวณก้นขวดหรือจุดศูนย์กลางให้คงที่เท่านั้นโดยการล๊อกขวดให้อยู่ตำแหน่งเดิมเมื่อทำการตรวจสอบ การทดสอบโดยใช้ขวดสะอาด 100 ขวดและขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม100 ขวดผลการทดสอบดังตาราง 5-2

ค่าอ้างอิง (จำนวน จุดภาพ)	ขวดสะอาด(%)		ขวดมีสิ่งแปลกปลอม(%)	
	T=200	T=255	T=200	T=255
2048	95	83	96	99
2047	99	84	94	100
2046	100	87	93	100

ตาราง 5-2 แสดงความสามารถในการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอม[%]

จากตารางจะเห็นว่าความสามารถในการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอมได้ดีกว่าการใช้โปรแกรมหาจุดศูนย์อัตโนมัติดังเช่นที่ค่าอ้างอิง 2048 พบว่าถ้าใช้จุดแบ่งแยก200 (Threshold=200)จะสามารถแยกขวดสะอาดได้ถูกต้อง 95%หมายความว่ามีขวดสะอาด 100 ขวดเมื่อนำมาทดสอบกับโปรแกรมจะบอกว่าเป็นขวดที่สะอาดเพียง 95ขวดและเมื่อนำขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมมาทดสอบกับโปรมแกรมโดยใช้จุดแบ่งแยก200(Threshold=200)จะแยกขวดที่มีสิ่งแปลกปลอมได้ถูกต้อง 96%ส่วนที่ค่าอ้างอิงและจุดแบ่งแยกต่างๆสามารถดูได้จากตาราง

จากการทดสอบการตรวจขวด 3 วิธี

วิธีการนับจำนวน จุดภาพ โดยการล็อกขวดให้ตำแหน่งภาพคงที่เป็นวิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุดจากการศึกษาทั้งหมดเป็นการอ่านข้อมูลภาพจากไฟล์มาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่าขวดใดสะอาดขวดใดมีสิ่งแปลกปลอมแต่ในการทำงานของระบบจริงๆจะต้องทำงานในเวลาจริงเพราะขวดที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมีจำนวนมากซึ่งเคลื่อนที่บนสายพานตลอดเวลา ดังนั้นจะต้องมีการ์ด Video Capture ทำหน้าที่เก็บข้อมูลเพื่อให้ Computer อ่านข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบการ์ด Video Capture เพื่อทำหน้าที่เก็บข้อมูลและเป็นส่วนที่ติดต่อกับ Computerสำหรับการ์ด Video Capture ที่ได้ทำการออกแบบมีความละเอียด 256*256 จุดภาพ ขนาด 6 Bits การ Decode I/O และ Decode Memory ใช้ PLD(Program Logic Device)เบอร์ 16V8

การติดตั้งระบบการตรวจขวด

ผลการนำการ์ด Video Capture ติดตั้งร่วมกับ Computer เพื่อทำการตรวจขวดโดยใช้โปรแกรมการนับจำนวน จุดภาพ โดยการล็อกขวดให้ตำแหน่งภาพคงที่ โดยการทดสอบกับขวดสะอาด 100 ขวด และขวดที่มีสิ่งแปลกปลอม 100 ขวด ผลการทดสอบดังแสดงไว้ในตาราง 5-3

ขวดสะอาด		ขวดมีสิ่งแปลกปลอม	
T=200	T=252	T=200	T=252
95	84	96	98

ตาราง 5-3 แสดงผลการตรวจขวดเมื่อติดตั้ง Video Capture(%)

ตาราง 5-3 แสดงความสามารถในการแยกขวดสะอาดและขวดมีสิ่งแปลกปลอมจาก ตารางจะเห็นว่าถ้าใช้ ค่าThreshold = 200 ความสามารถในการแยกขวดสะอาดได้ถูกต้อง 95% และความสามารถในการแยกขวดมีสิ่งแปลกปลอมได้ถูกต้อง96 %ถ้าใช้ค่าThreshold=252 ความสามารถในการแยกขวดสะอาดได้ถูกต้อง 84%และความสามารถในการแยกขวดมีสิ่งแปลกปลอมได้ถูกต้อง 98 %ในการเลือกใช้งานควรเลือกค่า Threshold =252 เพราะสามารถแยกขวดมีสิ่งแปลกปลอมได้ดีกว่า

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเครื่องตรวจขวดอัตโนมัติทำให้ทราบแนวทางต่างๆเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องตรวจขวดตลอดจนถึงปัญหาและแนวทางแก้ไขดังรายละเอียดข้างล่างสำหรับผู้ที่สนใจจะทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1 แหล่งกำเนิดแสง

จะต้องไม่สว่างเกินไปเพราะจะทำให้ไม่สามารถแยกพลาสติกโปร่งแสงได้ เพราะว่าถ้าความสว่างมากกล้องจับภาพจะไม่สามารถจับพลาสติกโปร่งแสงได้ความสว่างที่เหมาะสมคือต้องใช้กล้องจับภาพของก้นขวดที่มีพลาสติกโปร่งแสงอยู่ภายในโดยการปรับความสว่างของแหล่งกำเนิดแสงให้สามารถมองเห็นพลาสติกโปร่งแสงในจอภาพ ดังนั้น คอมพิวเตอร์ที่ใช้จะต้องสามารถติดต่อกับกล้องได้

2 การแยกสัญญาณซิ้งค์

สัญญาณซิ้งค์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากเพราะเป็นส่วนที่กำเนิดตำแหน่งภาพถ้าการแยกสัญญาณซิ้งค์ไม่ดีหรือสัญญาณซิ้งค์เปลี่ยนแปลงจะทำให้ตำแหน่งภาพเปลี่ยนแปลงไปทำให้พื้นที่บริเวณก้นขวดเปลี่ยนแปลงไม่ตรงกับความป็นจริงทำให้การคำนวนพื้นที่บริเวณก้นขวดผิดพลาดได้

3 ความเร็วในการตรวจขวด

ความเร็วในการตรวจขวดขึ้นอยู่กับการทำงานของการ์ด Video Capture และ Computer ที่ใช้ในวิจัยครั้งนี้ทดสอบความเร็วได้ 400 ขวดต่อนาทีซึ่งเป็นความเร็วที่นำไปใช้กับการผลิตได้ในการผลิตน้ำอัดลมความเร็วประมาณ 200 ขวดต่อนาที่สำหรับขวดขนาด 1000 ml ถ้าต้องการให้ความเร็วมากขึ้นทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์บางส่วนเช่น IC Analog to digital Converter,กล้อง

4 การนำไปใช้งาน

การนำไปใช้งานจะต้องออกแบบระบบเชิงกลสำหรับจับขวดและนำขวดเคลื่อนที่ผ่านกล้องเมื่อขวดผ่านกล้องจะต้องมีสัญญาณให้ระบบทำงานสัญญาณ Output ที่ได้จะต้องนำไปควบคุมอุปกรณ์คัดขวดออกจากสานพานการผลิตหรือสัญญาณเตือนต่างๆ

5 การประยุกต์ใช้งาน

นอกจากนำเครื่องนี้ใช้สำหรับตรวจขวดแล้วยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นๆได้มากมายที่เกี่ยวกับการบันทึกสัญญาณภาพ เช่น การตรวจจับขนาดของวัตถุต่างๆ การควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ หรือใช้ในงานที่เกี่ยวกับการทำงานโดยอาศัยการประมวลผลภาพเป็นต้น

ภาคผนวก

โปรแกรมอ่านไฟล์ภาพ

```
#include<stdio.h>
typedef struct {
        char id[2];
        long filesize;
        int reserve[2];
        long headersize;
        long infosize;
        long width;
        long depth;
        int  biplanes;
        int  bits;
        long biCompression;
        long biSizeImage;
        long biXPelsPerMeter;
        long biYPelsPerMeter;
        long biClrUsed;
        long ClrImportant;
} BMPHEAD;
BMPHEAD bmp;
main()
{
        FILE *fp;
        int width,depth,bytes,bits;
        if((fp = fopen("c:\\metip\\C81.bmp","rb")) == NULL)
                {
                        printf("error in open file\n");
                                exit(1);
```

```
                                        }
        while(fread(&bmp,sizeof bmp,1,fp) ==1)
                {
                        if(ferror(fp))
                                {
                                printf("error in file\n");
                                        exit(1);
                                                }
                printf("id[2]           = %c\n",bmp.id[2]);
                printf("filesize        = %d\n",bmp.filesize);
                printf("reserve[2]      = %d\n",bmp.reserve[2]);
                printf("headersize      = %d\n",bmp.headersize);
                printf("infosize        = %d\n",bmp.infosize);
                printf("Width           = %d\n",bmp.width);
                printf("depth           = %d\n",bmp.depth);
                printf("biplanes        = %d\n",bmp.biplanes);
                printf("bits            = %d\n",bmp.bits);
                printf("biCompression   = %d\n",bmp.biCompression);
                printf("biSizeImage     = %d\n",bmp.biSizeImage);
                printf("biXPelsPerMeter= %d\n",bmp.biXPelsPerMeter);
                printf("biYPelsPerMeter= %d\n",bmp.biYPelsPerMeter);
                printf("biClrUsed       = %d\n",bmp.biClrUsed);
                printf("ClrImportant    = %d\n",bmp.ClrImportant);
                        fclose(fp);
                        }
        return(0);
}
```

โปรแกรมอ่านข้อมูลภาพ

```
#include<stdio.h>
typedef struct {
        char id[2];
        long filesize;
        int reserve[2];
        long headersize;
        long infosize;
        long width;
        long depth;
        int  biplanes;
        int  bits;
        long biCompression;
        long biSizeImage;
        long biXPelsPerMeter;
        long biYPelsPerMeter;
        long biClrUsed;
        long ClrImportant;
} BMPHEAD;
BMPHEAD bmp;
int width,depth,bytes,bits,i, j;
main()
{
        FILE *fp;
        if((fp = fopen("c:\\metip\\C81.bmp","rb")) == NULL)
                {
                printf("error in open file\n");
                exit(1);
```

```
                }
        fread(&bmp,sizeof bmp,1,fp);
                width = (int)bmp.width;
                        depth = (int)bmp.depth;
        printf("\nwidth = %5d : depth = %5d header_size = %5d\n", width, depth,
bmp.headersize);
        printf("\nbits  = %5d : bitplans = %5d\n", bmp.bits, bmp.biplanes);
        getch();
                fseek(fp,(long)bmp.headersize,SEEK_SET);
                for (j = 0; j < depth; j++)
                {
                        printf("\n%3d\n", j);
                                for (i=0; i< width; i++)
                                        printf("%03d ", (getc(fp)) & 0xff);
                                                }
                                                fclose(fp);
                                                        return(0);
}
```

โปรแกรมรวมค่าระดับเทา

```
#include<stdio.h>
typedef struct {
        char id[2];
        long filesize;
        int reserve[2];
        long headersize;
        long infosize;
        long width;
        long depth;
        int  biplanes;
        int  bits;
        long biCompression;
        long biSizeImage;
        long biXPelsPerMeter;
        long biYPelsPerMeter;
        long biClrUsed;
        long ClrImportant;
} BMPHEAD;
BMPHEAD bmp;
int width,depth,bytes,bits,i,b,b1,c,k,j;
int pixel[150][150];
main()
{
        long count = 0;
        FILE *fp;
        if((fp = fopen("c:\\metip\\c81.bmp","rb")) == NULL)
                {
```

```
                printf("error in open file\n");
                        exit(1);
                                }
        fread(&bmp,sizeof bmp,1,fp);
        width = (int)bmp.width;
        depth = (int)bmp.depth;
        printf("PROGRAM T3.C\N");
        printf("\nwidth = %5d : depth = %5d header_size = %5d\n", width, depth,
bmp.headersize);
        printf("\nbits  = %5d : bitplans = %5d\n", bmp.bits, bmp.biplanes);
        getch();
        fseek(fp,(long)bmp.headersize,SEEK_SET);
        for (j = 0; j < depth; j++)
                for (i = 0; i < width; i++)
                {
                 c = getc(fp);
                        if((j>=45)&&(j<195)&&(i>=85)&&(i<235))
                                pixel[j-45][i-85] = c;
                                }
                for(j = 0;j < 150;j++)
                        {
                                for(i = 0;i <150;i++)
                                        count = count + pixel[j][i];
                                        }
                                printf("SUME GRAY SCALE = %ld ",count);
        fclose(fp);
        getch();
return(0);
}
```

โปรแกรมรวมค่าระดับเทาแนวแถวและแนวคอลัมส์

```
#include<stdio.h>
typedef struct {
        char id[2];
        long filesize;
        int reserve[2];
        long headersize;
        long infosize;
        long width;
        long depth;
        int  biplanes;
        int  bits;
        long biCompression;
        long biSizeImage;
        long biXPelsPerMeter;
        long biYPelsPerMeter;
        long biClrUsed;
        long ClrImportant;
} BMPHEAD;
BMPHEAD bmp;
int width,depth,bytes,bits,k,i,c,j,sum;
int pixel[150][150];
long count = 0;
long a = 0,b = 0;
main()
{
        FILE *fp,*fp1;
        if((fp = fopen("c:\\metip\\C81.bmp","rb")) == NULL)
```

```
{
        printf("error in open file\n");
                exit(1);
                        }
fread(&bmp,sizeof bmp,1,fp);
width = (int)bmp.width;
depth = (int)bmp.depth;
printf("\nPROGGRAM T4.C");
printf("\nwidth = %5d : depth = %5d header_size = %5d\n", width, depth,
bmp.headersize);
printf("\nbits  = %5d : bitplans = %5d\n", bmp.bits, bmp.biplanes);
getch();
fseek(fp,(long)bmp.headersize,SEEK_SET);
for (j = 0; j < depth; j++)
  for (i = 0; i < width; i++)
        {
          c = getc(fp);
              if((j>=45)&&(j<195)&&(i>=85)&&(i<235))
                  pixel[j-45][i-85] = c;
                    }
  for(j = 0;j < 150;j++)
        {
          for(i = 0;i <150;i++)
              count = count + pixel[j][i];
                      a = count;
                          count = 0;
                printf("= %ld ",a);
                        }
  getch();
```

```
        printf("sum colume\n");
            for(i = 0;i < 150;i++)
                {
                    for(j = 0;j <150;j++)
                        count = count + pixel[j][i];
                                    b = count;
                                        count = 0;
                                printf("= %ld ",b);
                            }
        fclose(fp);
        getch();
        return(0);
}
```

โปรแกรมการตรวจขวดโดยการหาตำแหน่งบริเวณก้นขวดอัตโนมัติ

```
#include<stdio.h>
typedef struct {
        char id[2];
        long filesize;
        int reserve[2];
        long headersize;
        long infosize;
        long width;
        long depth;
        int  biplanes;
        int  bits;
        long biCompression;
        long biSizeImage;
        long biXPelsPerMeter;
        long biYPelsPerMeter;
        long biClrUsed;
        long ClrImportant;
} BMPHEAD;
BMPHEAD bmp;
int width,depth,bytes,bits,b,b1,k,i,c,j,sum;
int pixel[150][150];
long count = 0;
long a = 0,a1 = 0;

main()
{
        FILE *fp,*fp1;
```

```
if((fp = fopen("c:\\metip\\C81.bmp","rb")) == NULL)
{
        printf("error in open file\n");
                exit(1);
                        }
fread(&bmp,sizeof bmp,1,fp);
width = (int)bmp.width;
depth = (int)bmp.depth;
printf("\nPROGGRAM T5.C");
printf("\nwidth = %5d : depth = %5d header_size = %5d\n", width, depth,
bmp.headersize);
printf("\nbits  = %5d : bitplans = %5d\n", bmp.bits, bmp.biplanes);
getch();
fseek(fp,(long)bmp.headersize,SEEK_SET);
for (j = 0; j < depth; j++)
  for (i = 0; i < width; i++)
        {
          c = getc(fp);
              if((j>=45)&&(j<195)&&(i>=85)&&(i<235))
                    pixel[j-45][i-85] = c;
                      }
        for(j = 0;j < 150;j++)
        {
          for(i = 0;i <150;i++)
              count = count + pixel[j][i];
                    if(count >a)
                      {
                          a = count;
                           b = j;
```

```
                                        }
                                                count = 0;
                                                 }
                for(i = 0;i <150;i++)
                {
                        for(j = 0;j < 150;j++)
                                count = count + pixel[j][i];
                                        if(count >a1)
                                          {
                                                a1 = count;
                                                 b1 = i;
                                                   }
                                                      count = 0;
                                                        }
                                                      j=b;
                                                      i=b1;
                                printf("row        = %d\n",b);
                                printf("colume     = %d\n",b1);
                                printf("pixel[j][i] = %d\n",pixel[j][i]);
        fclose(fp);
        return(0);
}
```

โปรแกรมการตรวจขวดโดยการล็อกให้ขวดอยู่คงที่

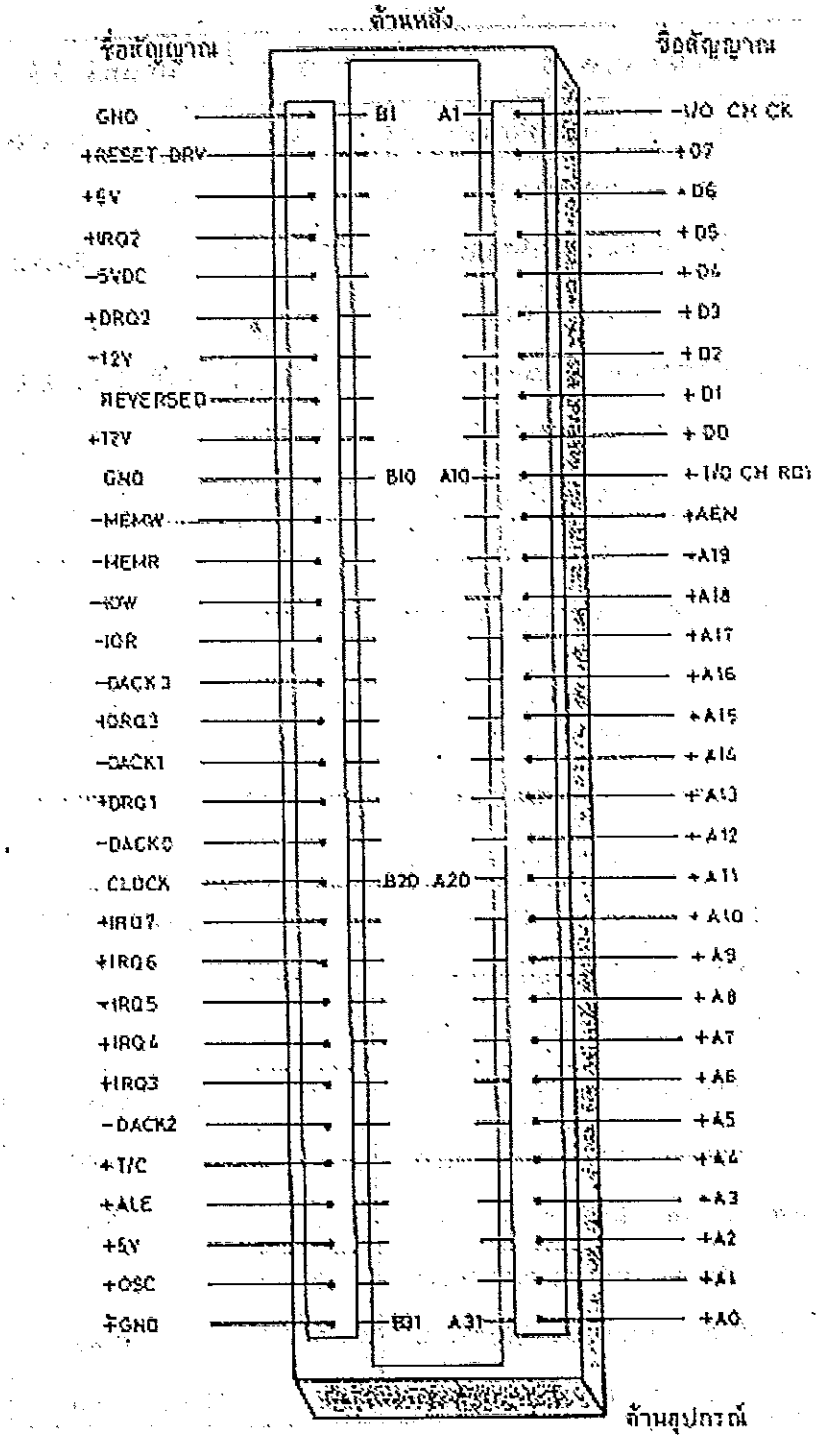
```
#include<stdio.h>
typedef struct {
        char id[2];
        long filesize;
        int reserve[2];
        long headersize;
        long infosize;
        long width;
        long depth;
        int  biplanes;
        int  bits;
        long biCompression;
        long biSizeImage;
        long biXPelsPerMeter;
        long biYPelsPerMeter;
        long biClrUsed;
        long ClrImportant;
} BMPHEAD;
BMPHEAD bmp;
int width,depth,bytes,bits,b,b1,t,t1,k,i,c,j,sum;
int pixel[150][150];
long count = 0,count1,e;
long a = 0,a1 = 0;
main()
{
FILE *fp,*fp1;
if((fp = fopen("c:\\metip\\c51.bmp","rb")) == NULL)
```

```
{
  printf("error in open file\n");
        exit(1);
              }
fread(&bmp,sizeof bmp,1,fp);
width = (int)bmp.width;
depth = (int)bmp.depth;
printf("\nwidth = %5d : depth = %5d header_size = %5d\n", width, depth,
bmp.headersize);
printf("bits  = %5d : bitplans = %5d\n", bmp.bits, bmp.biplanes);
getch();
fseek(fp,(long)bmp.headersize,SEEK_SET);
for (j = 0; j < depth; j++)
   for (i = 0; i < width; i++)
        {
          c = getc(fp);
         if((j>=45)&&(j<195)&&(i>=85)&&(i<235))
              pixel[j-45][i-85] = c;
                    }
         for(j = 0;j < 150;j++)
         {
           for(i = 0;i <150;i++)
                count = count + pixel[j][i];
                     if(count >a)
                       {
                          a = count;
                           b = 95;
                            }
                               count = 0;
```

```
                                                    }
            for(i = 0;i <150;i++)
            {
                    for(j = 0;j < 150;j++)
                            count = count + pixel[j][i];
                                    if(count >a1)
                                    {
                                            a1 = count;
                                             b1 = 88;
                                               }
                                                    count = 0;
                                                            }

    t=b1-32;
    t1=b1+32;
for(j = b;j >= b-32;j--)
      {
        for(i = t;i <t1;i++)
        {
              count1 = pixel[j][i];
               if(count1>=252)
                 e++;
                  }
                       t = t++;
                        t1 = t1--;
                          }
     t = b1-31;
     t1 =b1+31;
     for(j = b+1;j < b+32;j++)
```

```
{
  for(i = t;i <t1;i++)
  {
      count = pixel[j][i];
       if(count1>=252)
        e++;
         }
            t = t++;
             t1 = t1--;
              }
               j=b;
               i=b1;
          printf("\n row              = %d\n",b);
          printf("colume             = %d\n",b1);
          printf("number of pixel    = %ld\n",e);
          printf("gray scale of center = %d\n",pixel[j][i]);
fclose(fp);
getch();
return(0);
}
```



ภาพประกอบ ก1 แสดงการจัดวางขาสัญญาณต่างๆบนสล็อต PC

รายละเอียดของสัญญาณต่าง ๆ บนสล็อต

OSC (oscillator ; ขา B30) เป็นขาเอาต์พุต เป็นสัญญาณนาฬิกาความถี่ 14.31818 MHz

CLK (clock ; ขา B20) เป็นขาเอาต์พุต เป็นสัญญาณนาฬิกาความถี่ 4.77 MHz ซึ่งถูกใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาของระบบด้วย

RESET DRV (ขา B2) ขาสัญญาณนี้เป็นเอาต์พุต ซึ่งจะแอกทีฟ (ลอจิก "1") ในช่วงที่เราเริ่มจ่ายไฟให้กับระบบ และจะยังคงแอกทีฟไปจนกว่าระบบต่างๆ ภายใน IBM/PC จะพร้อมที่จะทำงานได้ จากนั้นสัญญาณนี้ก็จะเปลี่ยนกลับเป็นลอจิก "0" นอกจากนี้ในระหว่างการทำงานของ PC ถ้าระดับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟตกลง สัญญาณนี้ก็จะทำให้ถูกแอกทีฟเช่นกัน โดยทั่วไปแล้วสัญญาณนี้จะถูกนำไปใช้ในการรีเซ็ตวงจรอินเตอร์เฟสหรืออุปกรณ์ I/O ต่างๆ ในช่วงที่เริ่มจ่ายไฟให้กับระบบ ซึ่งจะเป็นการทำให้วงจรหรืออุปกรณ์เหล่านั้นถูกปรับให้อยู่ในสภาวะที่แน่นอน ก่อนที่จะเริ่มการทำงานในระบบ

A0-A19 (Address Bus ; ขา A31-A12) ขาสัญญาณทั้ง 20 ขานี้เป็นเอาต์พุตซึ่งใช้สำหรับกำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำ หรืออุปกรณ์ I/O ที่ 8088 ต้องการติดต่อด้วย โดยที่สัญญาณ A0 จะมีนัยสำคัญต่ำสุด (Least Significant Bit) และ A19 จะมีนัยสำคัญสูงสุด (Most Significant Bit) สำหรับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรส A0-A19 นี้ จะถูกกำหนดโดย 8088 ในระหว่างขบวนการอ่านหรือเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ หรืออุปกรณ์ I/O แต่ในช่วงของขบวนการ DMA นั้น DMA-Controller จะเป็นผู้กำหนดค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสเอง (ในระหว่างนี้ 8088 จะถูกตัดออกจากระบบ) จะเห็นได้ว่าจำนวนเส้นแอดเดรสนี้จะมีอยู่ 20 เส้น ซึ่งจะอ้างแอดเดรสของหน่วยความจำได้ถึง 1 Mbyte แต่อย่างไรก็ตามจะมีแอดเดรสบางแอดเดรสที่ถูกใช้งานโดย IBM/PC อยู่ก่อนแล้ว คือแอดเดรสของหน่วยความจำ RAM บนเมนบอร์ดที่ถูกใช้โดยระบบ และแอดเดรสสำหรับหน่วยความจำ ROM อีก 48 Kbyte ซึ่งถูกจัดในช่วงของแอดเดรสบนสุดใน 1 Mbyte คือ 0FC00H จนถึง 0FFFFFH (สำหรับ IBM PC/XT จะเป็น 64 Kbyte

สำหรับการอ้างแอดเดรสของพอร์ต I/O นั้น จะใช้เส้นแอดเดรสเพียง 16 เส้น คือ A0-A15 ซึ่งจะทำให้อ้างแอดเดรสของพอร์ตได้ 64 Kbyte พอร์ตโดยผ่านทางชุดคำสั่ง IN และ OUT ส่วนเส้นแอดเดรสที่เหลือคือ A16-A19 นั้นจะไม่ถูกใช้งาน อย่างไรก็ตามภายใน IBM/PC จะใช้เส้นแอดเดรสในการอ้างแอดเดรสของพอร์ตเพียง 10 เส้น คือจาก A0-A9 และค่าแอดเดรสที่ใช้งานจะต้องอยู่ในช่วง 0200H จนถึง 03FFH เท่านั้น

D0-D7 (Data Bus ; ขา A9-A2) ขาสัญญาณนี้จะเป็นแบบ Bi-Directional ซึ่งต่อกับบัสข้อมูลของระบบ เพื่อทำหน้าที่ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างพอร์ต I/O กับ IBM/PC โดยบิต D0 จะมีนัยสำคัญต่ำสุด และบิต D7 จะมีนัยสำคัญสูงสุด สำหรับในบัสไซเคิลของการเขียนข้อมูลที่สร้างขึ้นโดย 8088 นั้น ข้อมูลจะถูกส่งออกมาบนบัสข้อมูล ก่อนที่สัญญาณ IOW (ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลให้กับพอร์ต) หรือ MEMW (ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลให้กับหน่วยความจำ) จะเปลี่ยนจากลอจิก "0" เป็นลอจิก "1" (ขอบขาขึ้น) ซึ่งโดยทั่วไปขอบขาขึ้นของสัญญาณ IOW หรือ MEMW นี้ จะถูกใช้เพื่อสั่งให้พอร์ต I/O หรือหน่วยความจำที่มีแอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสรับข้อมูลไปเก็บไว้สำหรับในบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลที่สร้างขึ้นโดย 8088 นั้น พอร์ต I/O หรือหน่วยความจำที่ถูกอ้างถึงต้องส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูล ก่อนที่สัญญาณ IOR (ในกรณีที่ต้องการอ่านข้อมูลจากพอร์ต) หรือ MEMR (ในกรณีที่ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ) จะเปลี่ยนจากลอจิก "0" เป็นลอจิก "1" (ขอบขาขึ้น)

ALE (Address Latch Enable ; ขา B28) ขาสัญญาณนี้เป็นสัญญาณเอาต์พุตที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับแสดงการเริ่มต้นของบัสไซเคิล และแสดงให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่าแอดเดรสที่ 8088 ต้องการจะติดต่อด้วยนั้นถูกส่งออกมาบนบัสแอดเดรสแล้ว โดยที่สัญญาณ ALE นี้จะเปลี่ยนจากลอจิก "1" เป็นลอจิก "0" เมื่อค่าแอดเดรสที่ถูกต้องถูกส่งออกมาบนบัสข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นขอบขาลงของสัญญาณ ALE นี้จะถูกใช้ในการแลทช์ค่าแอดเดรส/ข้อมูล (Address/Data Bus ; AD0-AD7) ของ 8088 ทำให้สามารถแยกค่าแอดเดรส(A0-A19) และข้อมูล (A0-A7) ออกจากกันได้ อย่างไรก็ตามสัญญาณ ALE จะแอกทีฟเฉพาะในบัสไซเคิลที่สร้างขึ้นโดย 8088 เท่านั้น โดยจะไม่แอกทีฟในระหว่างขบวนการ DMA

I/O CHECK (I/O Channel Check ; ขา A1) ขาสัญญาณนี้เป็นอินพุตที่ใช้ในการแสดงความผิดพลาดเกี่ยวกับพาริตี้ที่เกิดขึ้นในการทำงานของวงจรอินเตอร์เฟตหรืออุปกรณ์ I/O เมื่อขาสัญญาณนี้ได้รับลอจิก "0 " จะทำให้ 8088 ถูกอินเตอร์รัพต์แบบ Non-Maskable (NMI) อย่างไรก็ตามเราสามารถที่จะกำหนดให้วงจรภายในของ IBM/PC ทำการขออินเตอร์รัพต์ (เมื่อได้รับสัญญาณ I/O CHECK) หรือไม่ก็ได้ โดยการกำหนดลอจิกของบิตข้อมูลของพอร์ตที่ควบคุมการขออินเตอร์รัพต์แบบ NMI คือบิต D7 ของพอร์ต 00A0H ในกรณีที่บิต D7 ของพอร์ต 00A0H ถูกเซ็ตเป็น "1" ก็จะทำให้วงจรภายนอกของอินเตอร์รัพต์แบบ NMI ได้ (Enable) แต่ถ้าบิต D7 ของพอร์ต 00A0H ถูกเซ็ตเป็น "0" ก็จะเป็นการดิสเอเบิล (Disable) การขออินเตอร์รัพต์แบบ NMI ดังนี้

Enable : ใช้คำสั่ง OUT ส่งข้อมูล 80H ไปยังพอร์ต 00A0H

Disable : ใช้คำสั่ง OUT ส่งข้อมูล 00H ไปยังพอร์ต 00A0H

และเนื่องจากยังมีอุปกรณ์อื่นที่สามารถขออินเตอร์รัพต์แบบ NMI ได้อีก ดังนั้นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานจะต้องสามารถตรวจสอบว่าการขออินเตอร์รัพต์นั้นเกิดขึ้นจากแหล่งใดได้ด้วย

I/O CHRDY (I/O Channel Ready ; ขา A10) ขาสัญญาณนี้เป็นอินพุตที่ใช้เพิ่มช่วงเวลาในบัสไซเคิลในกรณีที่อุปกรณ์ I/O หรือหน่วยความจำที่เกี่ยวข้องกับขบวนการในบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นนั้น ไม่สามารถทำงานทันตามช่วงเวลาปกติของบัสไซเคิลนั้นๆได้ (ช่วงเวลาของบัสไซเคิลที่เกี่ยวกับหน่วยความจำใช้ช่วงเวลาเท่ากับช่วงเวลาของคล็อก 4 ลูก หรือ 840 นาโนวินาที ในขณะที่บัสไซเคิลที่เกี่ยวกับ I/O จะใช้ช่วงเวลาเท่ากับช่วงเวลาของคล็อก 5 ลูก หรือ 1.05 ไมโครวินาที)

เมื่ออุปกรณ์ I/O หรือหน่วยความจำต้องการที่จะเพิ่มช่วงเวลาในบัสไซเคิลให้นานขึ้นอีกนั้น จะสามารถทำได้โดยการป้อนลอจิก "0" ให้กับขา I/O CHRDY ในช่วงเวลาที่ I/O หรือหน่วยความจำที่ถูกกำหนดนั้น ได้รับสัญญาณจากการดีโค้ดแอดเดรส และสัญญาณ MEMR, MEMW, IOR หรือ IOW แอกทีฟ สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับการเพิ่มช่วงเวลาในบัสไซเคิลนั้นจะกล่าวถึงอีกครั้งใน "การสร้าง Wait State"

IRQ2-IRQ7 (Interupt Request 2 Through 7 ; ขา B4 และ B25-B21) ขาสัญญาณทั้ง 6 นี้เป็นขาอินพุตที่ใช้สำหรับการขออินเตอร์รัพต์จาก 8088 โดยสัญญาณเหล่านี้จะต่อเข้ากับ 8259A บนเมนบอร์ดโดยตรง โปรแกรมในส่วน BIOS ของ IBM/PC จะทำการโปรแกรม 8259A ให้ IRQ2 มีลำดับความสำคัญสูงสุด (Highest Priority) และ IRQ7 มีลำดับความสำคัญต่ำสุดในกรณีที่มีการขออินเตอร์รัพต์เกิดขึ้นคือ ระดับลอจิกที่ขา IRQ ขาใดขาหนึ่งถูกเปลี่ยนจากลอจิก "0" เป็นลอจิก "1" (ขอบขาขึ้น) 8259A ก็จะทำการส่งสัญญาณ INT ให้กับ 8088 เพื่อทำการขออินเตอร์รัพต์

สิ่งสำคัญในการขออินเตอร์รัพต์โดยผ่านทาง IRQ2-IRQ7 นี้ ก็คืออุปกรณ์ที่ทำการขออินเตอร์รัพต์โดยผ่านทาง IRQ ขาใดก็ต้องรักษาระดับสัญญาณที่ขา IRQ นั้น ให้แอกทีฟ (ลอจิก "1") อยู่จนกว่าจะได้รับสัญญาณ INTA (Interupt Achnowledge) จาก 8088 เสียก่อน ถ้าไม่เช่นนั้นการขออินเตอร์รัพต์จะถูกยกเลิก และอินเตอร์รัพต์ Level 7 (IRQ7) ก็ถูกสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ ไม่ว่าการขออินเตอร์รัพต์ที่ถูกยกเลิกนั้นจะเป็นการขออินเตอร์รัพต์ใน Level หรือขาใด

แต่อย่างไรก็ตามสัญญาณ INTA นี้จะไม่ถูกต่อออกมาที่ขาของสล็อตด้วย ดังนั้นโปรแกรมที่ทำการตอบสนองต่อการขออินเตอร์รัพต์ (Interrupt Service Routine) จะต้องทำการรีเซ็ตสัญญาณ IRQ เองโดยใช้คำสั่ง OUT ไปยังพอร์ต I/O ที่เกี่ยวข้อง (ตารางอินเตอร์รัพต์ เวกเตอร์ ดังตาราง ข 1)

IOR (I/O Read ; ขา B14) ขาสัญญาณนี้เป็นเอาพุตแอกทีฟที่ลอจิก "0" ที่สร้างขึ้นโดย 8288 Bus Controller เพื่อใช้ในการแสดงว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นนี้ เป็นบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากพอร์ต I/O เพื่อให้พอร์ต I/O ที่มีแอดเดรสตรงกับแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้นส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูล โดยข้อมูลจะต้องถูกส่งออกมาบนบัสข้อมูลก่อนขอบขาขึ้นของสัญญาณ IOR ประมาณ 30 นาโนวินาที เพื่อให้มั่นใจได้ว่า 8088 สามารถรับข้อมูลได้ถูกต้อง สำหรับในขบวนการ DMA 8237A-5 DMA Controller จะทำการสร้างสัญญาณ IOR เอง โดยที่ค่าแอดเดรสที่อยู่บนบัสแอดเดรสจะเป็นค่าแอดเดรสของหน่วยความจำ (แทนที่จะเป็นแอดเดรสของพอร์ต I/O) ที่พอร์ต I/O ที่ขา DMA ต้องการจะนำข้อมูลไปเก็บ การที่พอร์ตใดจะส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูลนั้น จะอาศัยสัญญาณ DACK จาก DMA Controller เป็นตัวกำหนด เช่นกรณีที่สัญญาณ DACK1แอกทีฟก็จะแสดงว่าพอร์ต I/O ที่จะต้องส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูลก็คือพอร์ต I/O ที่ขอ DMA ผ่านทางแชนแนลที่ 1 (DRQ1) เป็นต้น

แอดเดรส	ระบบใช้สำหรับอินเตอร์รัพต์เวกเตอร์
00000H 0001FH	00-1F เรียกเข้าสู่ไบออส
00020H 0007FH	อินเตอร์รัพต์เวกเตอร์ เรียกหาระบบผ่านไบออส
00080H 0009FH	อินเตอร์รัพต์เวกเตอร์ 20-3F ซึ่งใช้โดยดอส
00100H 001FFH	อินเตอร์รัพต์เวกเตอร์ ที่ใช้โดยผู้ใช้ทั่วไป (40-7F
00200H 003FFH	อินเตอร์รัพต์เวกเตอร์ 80-FF ใช้โดยเบสิก
00400H 004FFH	พื้นที่ข้อมูลของไบออส
00500H 005FFH	พื้นที่ข้อมูลของเบสิกและดอส
00600H BFFFH	พื้นที่ที่ผู้ใช้ใช้ได้

ตาราง ข 1หน่วยความจำ RAM ในส่วนแรกของระบบ

IOW (I/O Write ; ขา B13) ขาสัญญาณนี้เป็นเอาพุตแอกทีฟที่ลอจิก "0" ซึ่งถูกสร้างขึ้นโดย 8288 Bus Controller เพื่อใช้แสดงว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นนี้ เป็นบัสไซเคิลของการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ต I/O เพื่อให้พอร์ต I/O ที่มีแอดเดรสตรงกับแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้น รับข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลไปเก็บไว้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากในช่วงเวลาที่สัญญาณ IOW นี้แอกทีฟ (ลอจิก "0") นั้นข้อมูลบนบัสข้อมูลอาจจะยังไม่สมบูรณ์ ดังนั้นในการออกแบบจึงควรใช้ขอบขาขึ้นของสัญญาณ IOW แทนขอบขาลงในการทำให้พอร์ต I/O ที่เกี่ยวข้องรับข้อมูลไปเก็บไว้ เพื่อให้ข้อมูลบนบัสข้อมูลสมบูรณ์เสียก่อน สำหรับในขบวนการ DMA นั้น DMA Controller จะทำการสร้างสัญญาณ IOW เอง โดยที่ค่าแอดเดรสที่อยู่บนบัสแอดเดรสจะเป็นค่าแอดเดรสของหน่วยความจำที่พอร์ต I/O ที่ขอ DMA ต้องการจะอ่านข้อมูล

MEMW (Memory Write ; ขา B11) ขานี้เป็นเอาต์พุตแอกทีฟที่ลอจิก "0" ซึ่ง 8288 Bus Controller สร้างขึ้นในระหว่างบัสไซเคิลในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำของ 8088 สัญญาณ MEMW นี้จะถูกส่งออกมาเพื่อให้หน่วยความจำที่แอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้น ทำการรับข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลไปเก็บไว้ โดยทั่วไปหน่วยความจำจะรับข้อมูลในช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณ MEMW

สำหรับในระหว่างขบวนการ DMA นั้น 8237A-5 DMA-Controller จะทำการควบคุมบัสต่างๆของระบบแทน 8088และสัญญาณ MEMW จะถูกใช้ในบัสไซเคิลของการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ (ข้อมูลถูกส่งจากอุปกรณ์ I/O ไปให้กับหน่วยความจำ)

MEMR (Memory Read ; ขา B12) ขานี้เป็นเอาต์พุตจาก 8288 ซึ่งสัญญาณนี้จะแอกทีฟ (ลอจิก "0") ในระหว่างบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำของ 8088 เพื่อให้หน่วยความจำที่มีแอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้น ทำการส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูล โดยหน่วยความจำนั้นจะต้องส่งข้อมูลออกมาในช่วงเวลา 30 นาโนวินาที ก่อนที่สัญญาณ MEMW จะกลับเป็นลอจิก "1" ทั้งนี้ก็เพื่อให้ 8088 ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง

สำหรับในระหว่างขบวนการ DMA นั้น DMA-Controller จะควบคุมบัสต่างๆของระบบแทน 8088 และสัญญาณ MEMR จะถูกใช้ในบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ (ข้อมูลถูกส่งจากหน่วยความจำไปให้กับอุปกรณ์ I/O)

DRQ1-DRQ3 (DMA Request 1-3 ; ขา B18, B6 และ ขา B16) ขาสัญญาณทั้งสามนี้เป็นสัญญาณอินพุตแอกทีฟที่ลอจิก "1" ซึ่งอุปกรณ์ภายนอกสามารถใช้ในการขอ DMA จากระบบโดยการป้อนระดับสัญญาณลอจิก "1" ให้กับขา DRQ ขาใดขาหนึ่ง (ขา DRQ ทั้งสามนี้จะต่อเข้ากับ DRQ1-DRQ3 ของ 8237A-5)

เมื่อ 8255A-5 ได้รับสัญญาณนี้แล้วก็จะตรวจสอบว่ามีการขอ DMA ในแชนแนลที่มีลำดับความสำคัญ (Priority) สูงกว่าหรือไม่ ถ้าไม่มีก็จะทำการขอ DMA จาก 8088 และตอบรับการขอ DMA จากอุปกรณ์ภายนอก (สัญญาณ Dack ของแชนแนลที่ขอ DMA จะแอกทีฟ) แต่ถ้ามี 8237A-5 ก็จะทำการขอ DMA ให้กับแชนแนลที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าก่อน แล้วจึงทำการขอ DMA ให้กับแชนแนลที่มีลำดับความสำคัญต่ำกว่า ภายใน ROM BIOS ของ IBM/PC จะโปรแกรม 8237A-5 ให้ DRQ1 มีลำดับความสำคัญสูงสุดและ DRQ3 มีลำดับความสำคัญต่ำสุด ดังนั้นถ้ามีการขอ DMA ของอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางแชนแนลที่1 (DRQ1) และแชนแนลที่ 2 (DRQ2) 8237A-5 ก็ทำการขอ DMA ให้กับแชนแนลที่ 1 ก่อน จากนั้นเมื่อเสร็จจากขบวนการ DMA ของแชนแนลที่ 1 แล้ว จึงจะทำการขอ DMA ให้กับแชนแนลที่ 2

อย่างไรก็ตาม 8237A-5 ยังมีแชนแนลสำหรับการขอ DMA อยู่อีก 1 แชนแนลคือ แชนแนลที่ 0 (DRQ0) ซึ่งในความเป็นจริงแล้วแชนแนลนี้จะมีลำดับความสำคัญที่สูงกว่าแชนแนลที่ 1 แต่จะไม่ถูกต่อออกมายังขาของสล็อต เนื่องจาก IBM/PC จะใช้แชนแนลที่ 0 นี้ในการรีเฟรชหน่วยความจำที่เป็นไดนามิก RAM

ในการขอ DMA นั้นสัญญาณ DRQ นี้ จะ ต้องแอกทีฟอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ถ้าสัญญาณนี้แอกทีฟอยู่นานเกินไป จะทำให้เกิดขบวนการ DMA ขึ้นมากกว่า 1 ขบวนการได้ สำหรับวงจรที่ขอ DMA โดยทั่วไปแล้วจะใช้สัญญาณตอบรับการขอ DMA หรือสัญญาณ DACK ของแชนแนลที่ขอ DMA นั้น ในการรีเซ็ตสัญญาณ DRQ เช่นอุปกรณ์ภายนอกที่ขอ DMA ผ่านทางแชนแนลที่ 1 (DRQ1) ก็จะคอยตรวจสอบการตอบรับการขอ DMA จากสัญญาณ DACK ของแชนแนลที่ 1 (DACK1) เมื่อได้รับสัญญาณจาก DACK1 แล้ว ก็จะรีเซ็ตสัญญาณ DRQ1
(เปลี่ยนจากลอจิก "1" เป็น "0")

DACK0-DACK3 (DMA Acknowledge 0-3 ; ขา B19, B17, B26 และ B15) สัญญาณทั้ง 4 นี้เป็นเอาต์พุตแอกทีฟที่ลอจิก "0" ซึ่ง 8237A-5 สร้างขึ้นเพื่อแสดงให้วงจรภายนอกที่ขอ DMA ทราบว่าการขอ DMA นั้น ได้รับการตอบสนองแล้ว และ 8327A-5 จะเข้าสู่ขบวนการ DMA เพื่อให้การส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ I/O ที่ขอ DMAกับหน่วยความจำเกิดขึ้นได้โดยตรง (คือไม่ต้องผ่าน 8088) โดยสัญญาณ DACK นี้จะแอกทีฟในแชนแนลใดก็ขึ้นอยู่กับว่าขบวนการ DMA ที่จะเกิดขึ้นนั้น เป็นการตอบสนองต่อการขอ DMA ในแชนแนลใด เช่นถ้าขบวนการ DMA ที่จะเกิดขึ้นนั้นเป็นการตอบสนองต่อการขอ DMA ในแชนแนลที่ 2 (DRQ2) สัญญาณ DACK2 ก็จะแอกทีฟเป็นต้น

ดังที่ได้กล่าวแล้วว่าสัญญาณ DRQ0 นั้น จะไม่ถูกส่งออกมายังขาของสล็อต ดังนั้นวงจรอินเตอร์เฟสจึงไม่สามารถจะขอ DMA ผ่านทางแชนแนล 0 ได้ แต่สัญญาณ DACK0 จะถูกส่งออกมายังสล็อตด้วย (ขา B19), ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะแสดงให้วงจรอินเตอร์เฟสต่างๆ ทราบว่าขบวนการ DMA ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ DACK0 แอกทีฟนั้น เป็นขบวนการที่ใช้สำหรับการรีเฟรชหน่วยความจำที่เป็นไดนามิก RAM ซึ่งวงจรอินเตอร์เฟสที่ใช้หน่วยความจำประเภทที่สามารถจะนำไปใช้ในการรีเฟรชไดนามิก RAM ที่อยู่ในวงจรได้

โดยที่การรีเฟรชหน่วยความจำนั้นจะเกิดขึ้นในทุกๆ 15.12 ไมโครวินาที หรือทุกๆ 72 คล็อก ดังนั้นสัญญาณ DACK0 นี้ก็จะแอกทีฟในทุกๆ 15.12 ไมโครวินาทีด้วย

AEN (Address Enable ; ขา A11)

สัญญาณนี้เป็นเอาต์พุตที่ใช้ในการแสดงว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สัญญาณ AEN แอกทีฟ (ลอจิก) "1"นั้น เป็นบัสไซเคิลของขบวนการ DMA

สำหรับบนเมนบอร์ดของ IBM/PC นั้น จะใช้สัญญาณนี้ในการดิสเอเบิล (Disable) 8288 Bus Controller และจะใช้ดิสเอเบิลพอร์ต I/O ต่างๆที่ไม่เกี่ยวข้องกับขบวนการ DMA ที่เกิดขึ้นนี้ ที่จำเป็นต้องทำเช่นนี้ก็เพราะในระหว่างขบวนการ DMA นั้น 8237A-5 จะส่งแอดเดรสของหน่วยความจำออกมาบนบัสแอดเดรส และจะทำให้สัญญาณ IOR หรือ IOW แอกทีฟด้วย ดังนั้นถ้าไม่ทำการดิสเอเบิลพอร์ด I/O ที่ไม่เกี่ยวข้องไว้ ก็อาจจะทำให้พอร์ต I/O ที่มีแอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรส (ซึ่งเป็นแอดเดรสของหน่วยความจำ) นั้น ทำการอ่านหรือส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูลทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้

T/C (Terminal Count ; ขา B27) :

สัญญาณนี้ถูกสร้างขึ้นจากการนำเอาสัญญาณเอาต์พุตที่ขา EOP ของ 8327A-5 มากลับลอจิก (โดยใช้เกต Inverter) ทำให้สัญญาณ T/C นี้แอกทีฟที่ลอจิก "1"

<u>การเชื่อมต่อบัสหรือสล็อต</u>

จากการที่ได้ทราบมาแล้วว่า บนสล็อตของ PC มีสัญญาณพื้นฐาน ที่จะให้ต่อเชื่อมวงจรภายนอกตามที่ต้องการได้ โดย ในการต่อวงจรอินเตอร์เฟส เพื่อต่อเชื่อมกับวงจรภายนอก จะต้องมีการกำหนดหมายเลขพอร์ตด้วย สำหรับในการวิจัยครั้งนี้การเขียนและอ่านพอร์ตนั้นสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 2ส่วน ซึ่งมีการทำงานตามลำดับคือ

1. ส่งสัญญาณในการเขียนหรืออ่านพอร์ต I / O
2. ส่งสัญญาณในการเขียนหรืออ่านหน่วยความจำ

จะเห็นว่า ในการทำงานทั้ง 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นการเขียนหรืออ่านพอร์ต I / O และส่วนที่เป็นการเขียนหรืออ่านหน่วยความจำ ซึ่งทั้งสองส่วนนี้จะต้องมีการกำหนดพอร์ตที่แน่นอน

<u>การกำหนดหมายเลขพอร์ตสำหรับการอ่านและเขียน I / O</u>

สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิต นั้นจะมีการกำหนดหมายเลขพอร์ต ที่มีลักษณะที่เป็นรูปแบบตายตัว จะเคลื่อนย้ายไปที่อื่นไม่ได้ เพราะอาจจะเกิดปัญหาสำหรับโปรแกรมหรือซอฟแวร์ในบางระดับ โดยในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ PC จะมีการกำหนดหมายเลขพอร์ตไว้สำหรับการใช้งานดังแสดงในตาราง ข 2

หมายเลขพอร์ต	หน้าที่การใช้งาน
000-00F	พอร์ตของชิพ DMA 8237A
020-021	พอร์ตของชิพอินเตอร์รัพต์คอนโทรลเลอร์ 8259A
040-043	พอร์ตของไอซีไทเมอร์ 8253
060-063	พอร์ตของ8255A ที่อยู่บนบอร์ด
080-083	พอร์ตของดีเอ็มเอที่ใช้กำหนดเพจ(page register)
OAX	รีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับ NMI
OCX	สงวนไว้
OEX	สงวนไว้
200-20F	พอร์ตที่ใช้ในการควบคุมเกม
210-217	ส่วนขยายเพิ่มเติม
220-24F	สงวนไว้
278-27F	สงวนไว้
2FO-2F7	สงวนไว้
2F8-2FF	พอร์ตสื่อสาร COM2
300-31F	โปรโตไทม์การ์ด
320-32F	วงจรควบคุมฮาร์ดดิสก์
378-37F	เครื่องพิมพ์แบบขนาน
380-38F	วงจรสื่อสาร SDLC
3AO-3AF	สงวนไว้
3BO-3BF	วงจรควบคุมการแสดงผลบนCRTแบบโมโนโครม

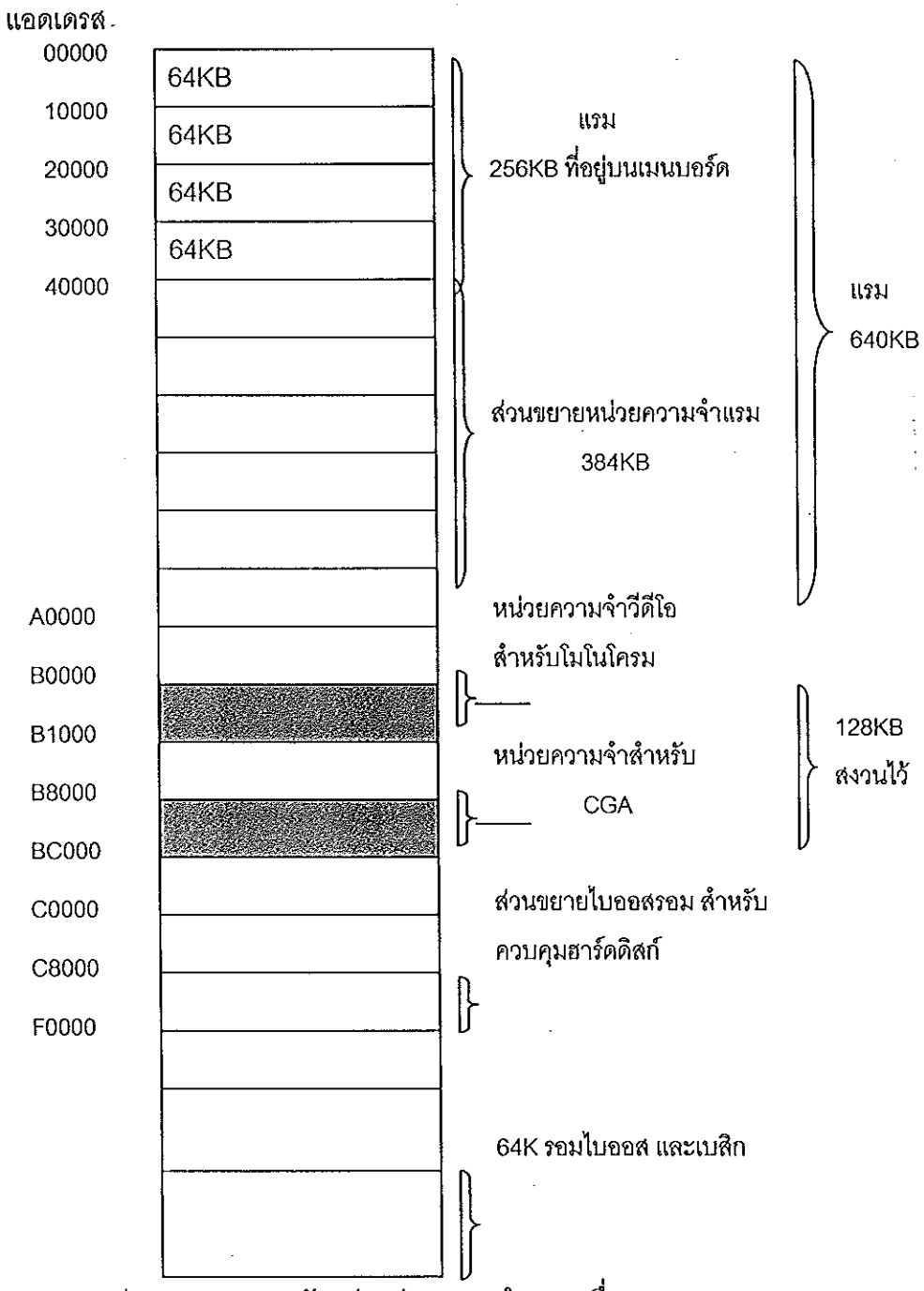
3CO-3CF	สงวนไว้
3DO-3DF	วงจรควบคุมการแสดงผลบนCRTแบบสี
3EO-3E7	สงวนไว้
3FO-3F7	วงจรควบคุมดิสไดร์ฟ
3F8-3FF	วงจรควบคุมพอร์ตสื่อสาร COM1

ตาราง ข 2 แสดงการใช้งานพอร์ตต่างๆของเครื่อง IBM/PC

จากหมายเลขพอร์ตที่เครื่อง IBM/PCได้กำหนดไว้จะเห็นว่าพอร์ตหมายเลข 300-31F เป็นหมายเลขพอร์ตที่ใช้สำหรับ โปรโตไทม์การ์ด หรือ วงจรภายนอก ดังนั้น จึงกำหนดให้มีการอ่านและเขียน I/O ที่หมายเลขพอร์ตในช่วงนี้ โดยพอร์ตหมายเลขดังกล่าวนี้ จะเป็นทางออกและทางเข้า ของสัญญาณที่ต้องการ และในการกำหนดหมายเลขพอร์ตใดๆ ในช่วง 300-31F นั้นสามารถทำได้โดยการ ถอดระหัส โดยใช้ IC PLD(Programmable Logic Device) เบอร์ 16V8H เป็นตัวเลือกพอร์ตซึ่งในการถอดระหัส พอร์ตในการวิจัยครั้งนี้ จะใช้เพียงพอร์ต 300H

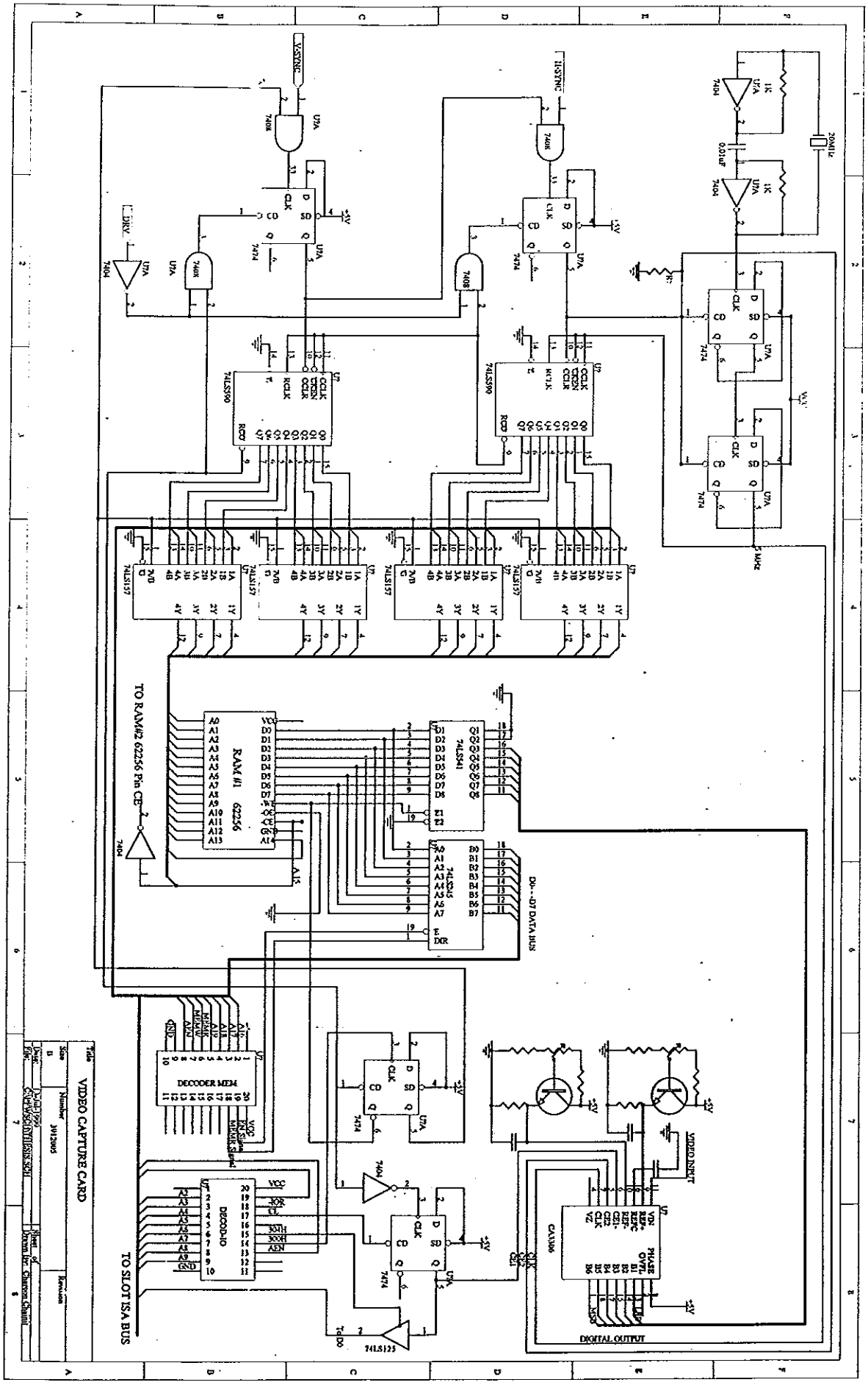
<u>การกำหนดหมายเลขแอดเดรสของ MEMORY</u>

ในระบบที่ใช้ CPU เบอร์ 80286 นั้นมีบัสแอดเดรส 20 เส้น ซึ่งอ้างอิงหน่วยความจำได้ถึง 2^{20} หรือเท่ากับ 1024 กิโลไบต์ การจัดแบ่งหน่วยความจำในระบบ จะเป็นแบบ "แอบโซลูต" หรือที่เรียกว่า เจาะจงกล่าวคือ รอมหรือแรม แต่ละตัวจะมีพื้นที่หรือแอดเดรสที่แน่นอน ซึ่งลักษณะจะคล้ายกับการกำหนดพอร์ตต่างๆ ที่แต่ละ
พอร์ตมีหน้าที่ที่แน่นอน และการจัดแบ่งหน่วยความจำที่จะกล่าวถึงนี้จะมีลักษณะแผนผังดังในภาพประกอบ ก 2



ภาพประกอบ ก 2 การจัดแบ่งหน่วยความจำของเครื่อง PC

จากภาพประกอบ 2ก จะเห็นว่าแอดเดรสในช่วง D0000 ถึง EFFFF เป็นช่วงที่ยังว่างไว้สำหรับขยายหน่วยความจำ ดังนั้นจึงนำแอดเดรสในช่วงนี้มากำหนด หมายเลขแอดเดรสให้กับหน่วยความจำ ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลภาพที่เป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งเก็บไว้ใน IC STATIC-RAM เบอร์ U62256 และในการกำหนดแอดเดรสนี้ จะต้องทำการ ถอดระหัสสัญญาณต่อไป


VIDEO CAPTURE CARD
TO SLOT ISA BUS
TO RAM#2 62256 Pin CE
RAM #1 62256
DECODER MEM
DECODE-IO
D0 - D7 DATA BUS
VIDEO INPUT
DIGITAL OUTPUT
20MHz
5 MHz
74LS245
74LS125
CA3306

บรรณานุกรม

กองบรรณาธิการ. 2539. "เก็บความทรงจำอย่างทันสมัย Digital Camara" MicrocomputerUser 37 (ธันวาคม 2539), 85 –104.

บุญนำ ศรีส้มแก้ว.2537. "อิมเมจโปรเซสซิ่งฉบับพื้น" เซมิคอนดักเตอร์ อิเลคทรอนิคส์ 143 (ตุลาคม 2537), 25-30.

เศกสิทธ์ คำชมภู.2539. "กล้องโมดูล CCDจิ๋ว และเลเซอร์ไดโอดโมดูล" เซมิคอนดักเตอร์ อิเลคทรอนิคส์ 161 (กรกฎาคม 2539), 122-125.

เศกสิทธ์ คำชมภู.2540. "ตรวจจับความเคลื่อนไหวพร้อมบันทึกภาพ" เซมิคอนดักเตอร์ อิเลคทรอนิคส์ 162 (มกราคม 2540), 24-30

ศูนย์รีโมทเซนซิ่งและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ภาคใต้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,2539. "การประมวลผลภาพเชิงตัวเลขในด้านรีโมทเซนซิ่ง ":สำนักวิจัยและพัฒนา.

ดร.ธนชาติ นุ่มนนท์.2539. "การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการหาค่าจุดแบ่งแยกอัตโนมัติ" วิศวกรรม มข 14 (มกราคม-มิถุนายน 2539), 14-25

กนกศักดิ์ เอี่ยมโอภาส "Digital Image Processing Introduction and Principles" วิศวกรรมสาร มก 18 (ธันวาคม-มีนาคม 2536), 30-42

ดร.กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ.2538."การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข"สาร NECTEC,เมษายน-มิถุนายน 2538

สัญชัย สุขสันติดิลก .2535."Image Storage Device For IBM/PC"คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ธันวาคม 2535)

ไกรสร พงษ์รักษา.2538. "กราฟิกในวินโดวส์" ไมโครคอมพิวเตอร์ 120(กรกฎาคม 2538) 271-274

ไชยันต์ สุวรรณชีวะศิริ.2535. "เจาะกึ๋นหุ่นยนต์ ตอน การเปลี่ยนสัญญาณภาพอะนาลอกเป็น ดิจิตอล" เซมิคอนดักเตอร์ อิเลคทรอนิคส์ 121(ตุลาคม 2535), 85-90

ไชยันต์ สุวรรณชีวะศิริ.2535. "เจาะกึ๋นหุ่นยนต์ ตอน การวิเคราะห์ความต่อเนื่องของจุด" เซมิคอนดักเตอร์ อิเลคทรอนิคส์ 122(พฤศจิกายน 2535), 105-111

นุกูล กระจาย.2540. การเขียนโปรแกรมในดอสและวินโดวส์ด้วยบอร์แลนด์ C++. :บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

Ronald Lumia,et at.1979 "An Example of the Use of CCD Processors in Automation" IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 28,No.2(June 1979) 105-108

John M,et at.1993 "Multiresolution Analysis ofRidges and Valleys in Grey-Scale Image" IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 15,No.6(June 1993)635-646

Karen L, et at. 1995 "Combining Image Compression and Classification Using Vector Quantization" IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 17,No.5(May 1995)461-473

Robert Jschalkoff.1989. "Digital Image Processing and Computer Vision" Jhonwiley & Sons, inc 1989

Coca-Cola Southeast & West Asia Division 1997 "Beverage Quality Manual "1997

Harley R. Myler And Arthur R. Weeks 1993 "The Pocket Handbook of Imaging Processing Algorithms in C "PTR Prentice Hall,inc 1993

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นาย จรูญ ไชยนิตย์

วัน เดือน ปี เกิด 27 มีนาคม 2506

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	2537

ตำแหน่ง

หัวหน้าหน่วยซ่อม 2 ทำหน้าที่ซ่อม, ออกแบบ, บำรุงรักษาเครื่องจักร แผนกวิศวกรรม ฝ่ายโรงงาน บริษัทหาดทิพย์ จำกัด (มหาชน)

ที่ทำงาน

บริษัท หาดทิพย์ จำกัด (มหาชน)

87/1 ถนน กาญจนวนิช ต. บ้านพรุ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90250 Tel (074)210008-18