สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ

MULTIPLE CHOICES ANSWER SHEET EXAMINATION SYSTEM BY IMAGE PROCESSING

T034060

โดย

นายธีรพงศ์ บุญก่อเกื้อ

นายพรชัย ลีเลิศวงศ์สกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่..........

เลขทะเบียน 34060

วัน, เดือน, ปี - 1 ต.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ
MULTIPLE CHOICES ANSWER SHEET EXAMINATION SYSTEM BY IMAGE PROCESSING

โดย

นายธีรพงศ์ บุญก่อเกื้อ

นายพรชัย ลีเลิศวงศ์สกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. สุรเดช ตรีไตรลักษณะ

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2541

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ

ผู้จัดทำ

นายธีรพงค์ บุญก่อเกื้อ 39013198

นายพรชัย ลีเลิศวงศ์สกุล 39013200

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.สุรเดช ตรีไตรลักษณะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ

นายธีรพงค์ บุญก่อเกื้อ
นายพรชัย ลีเลิศวงศ์สกุล
อ. สุรเดช ตรีไตรลักษณะ (อาจารย์ที่ปรึกษา)
ปีการศึกษา 2541

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาและประยุกต์ใช้งานวิธีการเปรียบเทียบข้อมูลภาพกับการตรวจข้อสอบ ซึ่งในการตรวจข้อสอบจะตรวจสอบจากกระดาษคำตอบแบบปรนัยที่มีรูปแบบเฉพาะตามที่ได้กำหนดไว้ ระบบตรวจข้อสอบดังกล่าวนี้มีลักษณะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปสามารถที่จะใช้ได้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไป ในส่วนของการเก็บข้อมูลภาพของกระดาษคำตอบจะใช้สแกนเนอร์ทำการสแกนภาพกระดาษคำตอบไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ แล้วจึงนำข้อมูลภาพที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบข้อมูลภาพโดยใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นมาทำการประมวลผลข้อมูลภาพดังกล่าว เพื่อให้ได้ผลของคะแนนสอบตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTIPLE CHOICES ANSWER SHEET EXAMINATION SYSTEM BY IMAGE PROCESSING

Mr. Teerapong Boonkorkuar
Mr. Pornchai Leelertwongsakul
Mr. Suradej Tretriluxana (Advisor)
Educational Year 1998

Abstract

This study is concerning an application of imaging comparision to scrutinize a choice-styled answer sheet. This system is in form of software that can run on any personal computers. By using a general purpose scanner, the image of answer sheet will be scanned and kept in personal computer's memory. After comparision and processing by the software, the needed score will be shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำงานครั้งนี้สำเร็จไปด้วยดี เพราะมีผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้ที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำ ทั้งทางทฤษฎีและแนวทางดำเนินงานในทางปฏิบัติ ตลอดจนวิธีแก้ไขปัญหาหลักที่เกิดขึ้นต่างๆ ระหว่างการดำเนินงาน บุคคลท่านนั้นคือ อาจารย์ สุรเดช ตรีไตรลักษณะ รวมทั้งเพื่อนๆ ที่คอยช่วยแนะนำวิธีต่างๆ ซึ่งมีประโยชน์ในการดำเนินงาน และการแก้ปัญหาส่วนย่อยที่เกิดขึ้น ความดีต่างๆ ที่เกิดขึ้น ผู้เขียนขอมอบให้ท่านอาจารย์และเพื่อนๆที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานครั้งนี้

(นายธีรพงศ์ บุญก่อเกื้อ)

(นายพรชัย ลีเลิศวงศ์สกุล)

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
Abstract	III
สารบัญ	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ไฟล์ข้อมูลภาพกราฟฟิกชนิด BMP	2
2.1 รูปแบบของไฟล์ข้อมูลภาพชนิด BMP	2
2.2 โครงสร้างของไฟล์ข้อมูลภาพชนิด BMP	2
2.3 การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลภาพชนิด BMP	3
บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการของการประมวลผลภาพ	4
3.1 การนำเสนอข้อมูลภาพดิจิตอล	4
3.2 องค์ประกอบของระบบประมวลผลภาพดิจิตอล	5
3.2.1 ตัวประมวลผลภาพดิจิตอล	5
3.2.2 ดิจิไตเซอร์	6
3.2.3 ดิจิตอลคอมพิวเตอร์	6
3.2.4 อุปกรณ์เก็บข้อมูล	6
3.2.5 อุปกรณ์แสดงผล	7
3.3 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ	7
3.3.1 พิกเซล	7
3.3.2 หน้าต่าง	9
3.3.3 ตำแหน่งของพิกเซล	10
3.3.4 ระดับเทา	12
3.3.5 ฮิสโตแกรม	14
3.4 การจำลองภาพ	16
3.5 พื้นฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพ	17
3.5.1 สิ่งรอบข้างพิกเซล	17
3.5.2 ความต่อเนื่องของจุดภาพ	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.5.3 การวัดระยะห่างระหว่างพิกเซล 19
3.6 การสุ่มแบบต่อเนื่อง 20
บทที่ 4 การออกแบบระบบตรวจข้อสอบ 23
4.1 ส่วนประกอบของระบบตรวจข้อสอบ 23
4.2 การเก็บภาพกระดาษคำตอบ 24
4.2.1 โหมดที่ใช้ในการสแกน 24
4.2.2 ความละเอียดที่ใช้ในการสแกน 25
4.3 โปรแกรมประมวลผล 25
4.3.1 ส่วนของโปรแกรมตรวจข้อสอบ 28
4.4 การใช้งานโปรแกรมประมวลผล 36
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง 38
5.1 การทดลองประสิทธิภาพในการตรวจ 38
5.2 ผลการทดลอง 39
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ 41
เอกสารอ้างอิง 42
ภาคผนวก 43
ภาคผนวก ก ตัวอย่างกระดาษคำตอบที่ใช้ในระบบตรวจข้อสอบ 44
ภาคผนวก ข โปรแกรมตรวจข้อสอบ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ 1

รูปที่ 3.1 ข้อมูลภาพแบบดิจิตอลแสดงถึงแนวแกน x และ y และฟังก์ชันแสดงความเข้มของแสดง ณ จุด (x,y) ใดๆ 4

รูปที่ 3.2 องค์ประกอบของระบบประมวลผลข้อมูลภาพ 5

รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์ของภาพโดยทั่วไปกับพิกเซลเมตริกซ์ 8

รูปที่ 3.4 ดัชนีของพิกเซลในเมตริกซ์ 9

รูปที่ 3.5 แสดงหน้าต่างของภาพและหน้าต่างของพิกเซล 10

รูปที่ 3.6 การแปลงภาพให้เป็นพิกเซลเมตริกซ์ 11

รูปที่ 3.7 การแสดงผลของจุดภาพ 12

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างของระดับเทา 13

รูปที่ 3.9 ฮิสโตแกรมที่มี 8 ระดับเทา 14

รูปที่ 3.10 การสร้างฮิสโตแกรมจากภาพ 15

รูปที่ 3.11 แสดงจุดภาพที่โดนจุดภาพที่เราสนใจล้อมรอบ 18

รูปที่ 4.1 บล็อคไดอะแกรมแสดงระบบตรวจข้อสอบ 23

รูปที่ 4.2 แสดงส่วนของโปรแกรมประมวลผล 26

รูปที่ 4.3 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมหลัก 28

รูปที่ 4.4 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมหลัก 29

รูปที่ 4.5 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมตรวจรหัสวิชา 30

รูปที่ 4.6 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมย่อยตรวจรหัสวิชา 31

รูปที่ 4.7 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมตรวจรหัสประจำตัวนักศึกษา 32

รูปที่ 4.8 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมย่อยตรวจรหัสประจำตัวนักศึกษา 33

รูปที่ 4.9 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมตรวจสอบคำตอบ 34

รูปที่ 4.10 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมย่อยตรวจสอบคำตอบ 35

รูปที่ 4.11 แสดงหน้าจอของโปรแกรมประมวลผล 36

รูปที่ 4.12 แสดงผลการตรวจข้อสอบ 37

รูปที่ 5.1 แสดงแนวการวางกระดาษคำตอบ 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าย่านของระดับเทา 12

ตารางที่ 2.2 จำนวนบิตที่ต้องใช้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของ N และ m 22

ตารางที่ 2.3 จำนวนของไบต์ (8 บิต) ที่ต้องใช้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง ขนาดของ N และ m 22

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการเก็บภาพที่ความละเอียดต่างๆกัน 25

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองการตรวจข้อสอบครั้งที่ 1 39

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองการตรวจข้อสอบครั้งที่ 2 39

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองการตรวจข้อสอบครั้งที่ 3 40

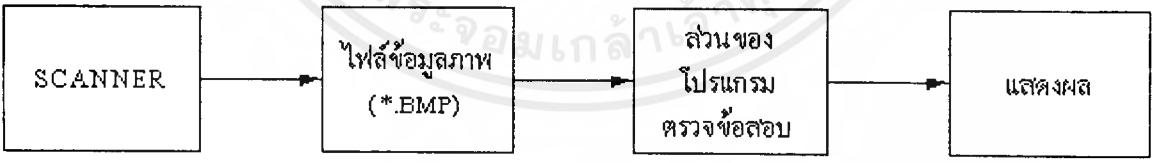
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ระบบตรวจข้อสอบโดยวิธีเปรียบเทียบข้อมูลภาพ ซึ่งอยู่ในลักษณะของโปรแกรมสำเร็จรูปนี้ เป็นอีกแนวความคิดหนึ่งในการสร้างเครื่องตรวจข้อสอบ เพื่อให้ทำงานแทนการตรวจโดยใช้มนุษย์ ซึ่งใช้เวลานานกว่าและมีความผิดพลาดสูง โดยสามารถตรวจข้อสอบแบบปรนัยที่ใช้กระดาษคำตอบในรูปแบบเฉพาะที่ได้ออกแบบเอาไว้ และจะแสดงผลคะแนนบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

นอกจากจะเป็นการประหยัดเวลาและมีความแม่นยำสูงแล้ว การสร้างระบบตรวจข้อสอบด้วยวิธีนี้ยังเป็นการช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้อย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับการซื้อเครื่องตรวจข้อสอบที่มีราคาสูง หรือการจ้างให้สถาบันอื่นที่มีเครื่องเป็นผู้ตรวจ อีกทั้งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับการสร้างเครื่องตรวจข้อสอบด้วยวิธีอื่น แนวความคิดนี้ก็นับได้ว่ามีข้อได้เปรียบอยู่มาก เนื่องจากโปรแกรมสำเร็จรูปนี้สามารถติดตั้งลงบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และใช้งานควบคู่กับเครื่องสแกนเนอร์ อุปกรณ์ทั้งสองชนิดนี้มีใช้กันอยู่โดยทั่วไป ซึ่งนอกจากจะนำมาใช้เป็นระบบตรวจข้อสอบแล้ว ก็ยังสามารถใช้งานในด้านอื่นๆ ได้ตามปกติ ข้อดีของแนวความคิดนี้ คือ สามารถเพิ่มจำนวนข้อสอบที่ทำการตรวจ และการเคลื่อนย้ายสามารถกระทำได้โดยง่ายเนื่องจากอยู่ในรูปของโปรแกรม

ขอบเขตงานทั้งหมดของระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพที่ได้ทำขึ้นมานี้มีลักษณะดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 1.1 เครื่องสแกนเนอร์จะทำการสแกนกระดาษคำตอบที่เป็นเฉลย และสแกนกระดาษคำตอบของนักศึกษาที่จะทำการตรวจ ซึ่งจะได้ไฟล์ข้อมูลภาพชนิด BMP (BitMap) จากนั้นทำการเปรียบเทียบไฟล์ข้อมูลภาพกระดาษคำตอบของนักศึกษากับไฟล์ข้อมูลภาพกระดาษคำตอบที่เป็นเฉลย จะทำให้ได้คะแนนสอบของนักศึกษาออกมา แล้วนำคะแนนสอบของนักศึกษาออกแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ไฟล์ข้อมูลภาพกราฟฟิกชนิด BMP

2.1 รูปแบบของไฟล์ข้อมูลภาพชนิด BMP

รูปแบบของไฟล์ข้อมูลภาพชนิด BMP เป็นฟอร์แมตของวินโดว์ Bitmapped ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับไฟล์กราฟฟิกบนวินโดว์ ซึ่งใช้ในการตัดต่อหรือสำเนาภาพต่างๆลงบนโปรแกรม Clipboard เมื่อเวลาจัดเก็บไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น BMP ซึ่งฟอร์แมตนี้ยังสามารถใช้เป็น Wallpaper ได้อีกด้วย

2.2 โครงสร้างของไฟล์ข้อมูลภาพชนิด BMP

โครงสร้างของไฟล์ BMP จะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. ข้อมูล header
2. ข้อมูล palette
3. ข้อมูลภาพ

1. ข้อมูล header คือ ข้อมูลที่อยู่บริเวณส่วนหัวของไฟล์ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่บอกรายละเอียดต่างๆของภาพ เช่น ความกว้าง ความยาวของภาพ จำนวนสี จำนวนบิต ความละเอียดเป็นต้น

2. ข้อมูล palette คือ ข้อมูลที่บอกถึงชุดของจานสี (palette) ที่เกิดจากการผสมแม่สีทั้งสาม คือ RED GREEN BLUE มาผสมกันได้เป็นสีต่างๆตามจำนวนสีของภาพ เช่น รูปขนาด 4 บิท จะมี 16 สี รูปขนาด 8 บิท จะมี 256 สี เป็นต้น ซึ่งถ้ามีจำนวนสีน้อยๆก็จะมีการเก็บค่า palette นี้ลงไฟล์ไปด้วย แต่ถ้าเป็นรูปประเภท 24 บิท จะไม่มีค่า palette แต่จะใช้วิธีการเก็บค่าแม่สีทั้งสามลงไปเป็นข้อมูลแทนเพราะถ้าเก็บค่า palette ที่มีถึง 16.7 ล้านสีลงไปด้วยจะเปลืองพื้นที่มาก ข้อแตกต่างของ BMP คือ ไฟล์ BMP จะเก็บค่าของ palette = ชุดละ 4 ไบต์แต่ก็ใช้แค่ 3 ไบต์ คือ RED GREEN BLUE อย่างละ 1 ไบต์

3. ข้อมูลภาพ คือ ข้อมูลสีของภาพแต่ละจุดบนจอภาพที่มาประกอบกันเป็นรูปภาพ ซึ่งค่าที่เก็บนี้จะเป็นค่าที่ใช้ในการชี้ตาราง palette หมายเลขอะไร เช่น จุดแรกมีค่าเป็น 10 ก็ไปเปิดตาราง palette หมายเลข 10 สมมติว่า ได้ความเข้มของแม่สีเป็น R = 0 G = 0 B = 100 ก็จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดนี้เป็นสีน้ำเงิน ซึ่งถ้าเป็นในกรณีของรูป 24 บิต จะเป็นการอ่านข้อมูลขึ้นมา 3 ค่า เป็นค่าของแม่สี RGB แล้วนำไปผสมบนจอแทน

2.3 การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลภาพชนิด BMP

การเก็บไฟล์ข้อมูลภาพชนิด BMP มีการเก็บอยู่ 2 แบบ คือ

1. แบบบีบอัดข้อมูล

    1.1 RLE4 เป็นการบีบอัดข้อมูลแบบ Run Length Encoder แบบ 4 บิต

    1.2 RLE8 เป็นการบีบอัดข้อมูลแบบ Run Length Encoder แบบ 8 บิต

2. แบบไม่ได้บีบอัดข้อมูล

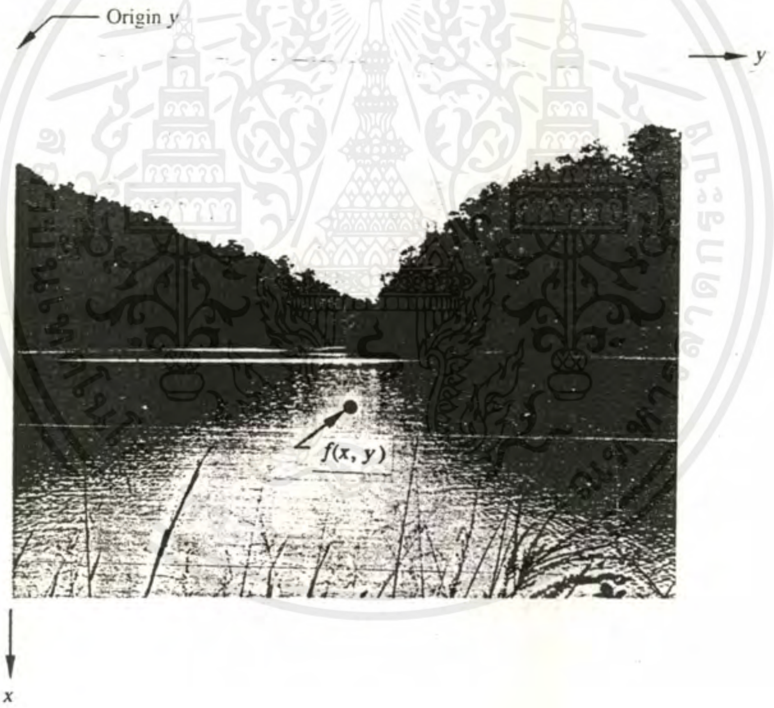
    เป็นการเก็บข้อมูลจริงๆ ซึ่งทำให้ไฟล์ภาพค่อนข้างใหญ่ แต่จะทำการแสดงภาพได้รวดเร็วเพราะไม่ต้องเสียเวลาในการคลายข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีและหลักการของการประมวลผลภาพ

3.1 การนำเสนอข้อมูลภาพดิจิตอล (Digital representation)

คำว่า อิมเมจ (image) หมายถึง ความเข้มของแสงซึ่งแสดงได้ด้วยฟังก์ชั่นความเข้มของแสงในระนาบ 2 มิติ f(x,y) โดย x และ y เป็นโคออดิเนทที่เกิดขึ้นที่ภาพจริง ณ. จุดต่างๆ และค่าของฟังก์ชั่น f ณ. จุด (x,y) ใดๆ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความสว่างหรือระดับเทา (gray level) ของภาพที่จุดนั้นๆ ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



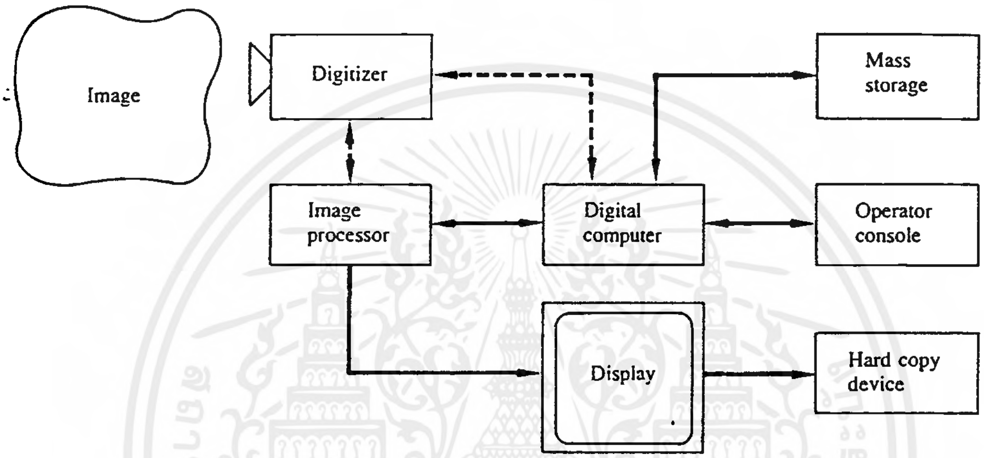
รูปที่ 3.1 ข้อมูลภาพแบบดิจิตอลแสดงถึงแนวแกน x และ y
และฟังก์ชั่นแสดงความเข้มของแสง ณ.จุด (x,y) ใดๆ

ในการพิจารณาข้อมูลภาพแบบดิจิตอลจะแทนด้วยเมตริกซ์หนึ่งซึ่งมีแถวและหลักที่มีลักษณะเป็นเอกลักษณ์ ก็จะได้ค่าของระดับเทา ณ. จุดต่างๆ โคออดิเนทหรือจุดต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเมตริกซ์ เรียกว่า พิกเซล (pixel) หรือจุดย่อยของภาพ (picture element) โดยทั่วไปขนาดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลภาพสามารถเปลี่ยนแปลงได้แล้วแต่การใช้งาน โดยมากจะเลือกเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส และจะแบ่งระดับเทาด้วยตัวเลขจำนวนเต็มยกกำลังสอง เช่นพื้นที่ 512 × 512 และมีระดับเทา 128 ระดับ

3.2 องค์ประกอบของระบบประมวลผลภาพดิจิตอล (Element of a digital image processing)



รูปที่ 3.2 องค์ประกอบของระบบประมวลผลข้อมูลภาพ

ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบประมวลผลข้อมูลภาพ โดยทั่วไปแสดงได้ดังรูปที่ 3.2 การทำงานในแต่ละบล็อกอธิบายได้ดังนี้

3.2.1 ตัวประมวลผลภาพดิจิตอล (Image processor)

ตัวประมวลผลภาพดิจิตอลเป็นหัวใจของระบบประมวลผลภาพ ตัวประมวลผลภาพประกอบด้วย ชุดโมดูลของฮาร์ดแวร์ ซึ่งมีหน้าที่การทำงาน 4 อย่างคือ การได้มาซึ่งภาพดิจิตอล เก็บข้อมูล ประมวลผลระดับล่าง และแสดงผล โมดูลของภาพดิจิตอลจะมีสัญญาณโทรทัศน์เป็นอินพุทและแปลงสัญญาณอินพุทให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ตัวประมวลผลภาพที่ทันสมัยสามารถทำภาพให้เป็นสัญญาณดิจิตอลภายในเวลา 1 เฟรม (1/30 วินาที) ด้วยเหตุนี้จึงเรียกตัวที่นำภาพออกมาแสดงว่าเป็น “เฟรมแกรบเบอร์ (frame grabber)”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลเก็บข้อมูลภาพ หรือ เฟรมบัฟเฟอร์ (frame buffer) เป็นหน่วยความจำที่สามารถเก็บภาพดิจิตอลโดยทั่วไป โมดูลเก็บภาพจะรวมอยู่ในตัวประมวลผลภาพ คุณสมบัติที่เด่นชัดของตัวเก็บข้อมูลภาพคือ สารบัญของหน่วยความจำสามารถโหลดหรือผ่านที่อัตราความเร็วของโทรทัศน์ (30 ภาพต่อวินาที) และกลับกัน หน่วยความจำสามารถทำแอดเดรสที่อัตราความเร็วของโทรทัศน์ด้วยโมดูลแสดงผล โดยเอาท์พุทจะออกมาที่จอมอนิเตอร์ตำแหน่งของหน่วยความจำสามารถขยายหรือเลื่อนในแนวตั้งและแนวนอนได้ โมดูลประมวลผลภาพทำหน้าที่ในระดับล่างเช่นเดียวกับการกระทำเชิงเลขและลอจิก (Arithematic Logic Operation) โมดูลนี้จึงมักถูกเรียกว่า "หน่วยกระทำเชิงเลขและลอจิก" (Arithematic Logic Unit : ALU) ส่วนนี้เป็นฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบเป็นพิเศษโดยให้อัตราความเร็วในการประมวลผลภาพขนาน

3.2.2 ดิจิไตเซอร์ (Digitizer)

ดิจิไตเซอร์เปลี่ยนสัญญาณข้อมูลภาพให้เป็นข้อมูลเชิงเลขเพื่อเป็นอินพุทให้กับดิจิตอลคอมพิวเตอร์ (digital computer) จำพวกของอุปกรณ์ที่ใช้กันได้แก่ ไมโครเดนซิโตมิเตอร์ (microdensitometer) สแกนเนอร์ (scaner) กล้องวีดิคอน (vidicon camera) และ โฟโต้เซนซิทีฟโซลิดสเตทอาร์เรย์ (photo sensitive solid state arays) อุปกรณ์ 2 ชนิดแรก จะต้องมีภาพหรือฟิล์มโปร่งแสงมาป้อนก่อนทำการดิจิไตเซอร์ ส่วนอุปกรณ์ชนิดอื่นสามารถบันทึกเก็บไว้เป็นข้อมูลภาพได้

3.2.3 ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ (Digital computer)

จากที่กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับตัวประมวลผลข้อมูลภาพ (image processor) แต่ระดับการประมวลผลของตัวประมวลผลยังต่ำ ดังนั้นโดยทั่วไปเราจะพบว่า ตัวประมวลผลภาพจะต่อเชื่อม (interface) กับคอมพิวเตอร์ ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการประมวลผลภาพ ในย่านตั้งแต่ไมโครโปรเซสเซอร์จนถึงระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ สามารถที่จะคำนวณฟังก์ชั่นที่ซับซ้อนบนพื้นที่ของภาพใหญ่ๆได้ ในระบบการประมวลผลภาพขนาดเล็กจะใช้มินิคอมพิวเตอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ก็เพียงพอ กรณีข้อมูลภาพมีขนาดใหญ่จะต้องใช้คอมพิวเตอร์ระดับเมนเฟรม ในการใช้งานการประมวลผลภาพขณะทำการประมวลจะต้องใช้หน่วยความจำมาก หน่วยความจำหลักอาจไม่เพียงพอจึงต้องมีอุปกรณ์ต่อพ่วงขณะทำงาน

3.2.4 อุปกรณ์เก็บข้อมูล (Storage device)

ข้อมูลภาพขนาด 512 × 512 พิกเซล แต่ละพิกเซลมีการควอนไตซ์ 8 บิต จะต้องใช้หน่วยความจำ 0.25 เมกะไบต์ ตัวเก็บข้อมูลหลักๆมีอยู่ 3 ชนิด คือ แผ่นแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(magnetic disk) เทปแม่เหล็ก (magnetic tape) และแผ่นแสง (optical disk) แผ่นแม่เหล็กมีความจุ 700 เมกะไบต์หรือมากกว่า เทปแม่เหล็กแบบบความหนาแน่นสูง (6400 ไบต์ต่อนิ้ว) สามารถเก็บข้อมูลภาพโดยประมาณ 4 ฟุต แผ่นแสงทำงานโดยอาศัยเลเซอร์ในการอ่านหรือเขียน สามารถจุข้อมูลได้ 4 กิกะไบต์หรือประมาณ 16,000 ข้อมูลภาพต่อแผ่น

3.2.5 อุปกรณ์แสดงผล (Display device)

อุปกรณ์ที่ทันสมัยที่ใช้ในการแสดงผลการประมวลผลภาพคือ จอมอนิเตอร์แบบโมโนโครมและจอสี มอนิเตอร์จะขับเอาท์พุทที่ได้มาจาก ส่วนแสดงผลข้อมูลภายในตัวประมวลผลภาพ สัญญาณดังกล่าวสามารถนำไปเก็บบันทึกไว้ได้ในอุปกรณ์บันทึกสัญญาณเช่น สไลด์ ภาพถ่ายและฟิล์ม อุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ เช่น จอหลอดแบบคาโถด (cathode ray tube) และอุปกรณ์เครื่องพิมพ์ (printing device)

3.3 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ

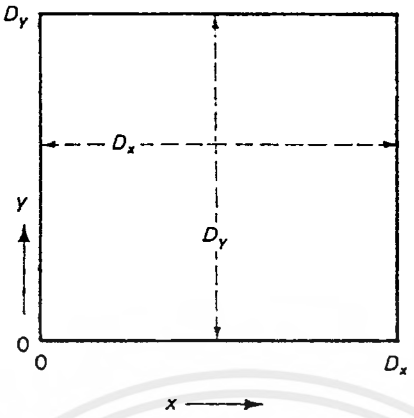
3.3.1 พิกเซล (Pixel)

การแสดงข้อมูลภาพดิจิตอลสามารถอธิบายได้ด้วยเมตริกซ์ N × M และให้จุดต่างๆที่อยู่ในเมตริกซ์เป็นจุด (x,y) ใดๆซึ่งเป็นส่วนประกอบของจอภาพในแต่ละจุด (x,y) ใดๆ เรียกว่า "พิกเซลหรือจุดภาพ" และในแต่ละพิกเซลจะแสดงให้เราเห็นได้ด้วยฟังก์ชั่นของความเข้มของแสง (องค์ประกอบของ p(i,j)) เมื่อเราเปรียบเทียบระหว่างภาพและพิกเซลเมตริก (pixel matrix) ดังรูปที่ 3.3 จะเห็นว่าจุดกำเนิดของภาพจะอยู่ที่มุมล่างซ้าย แต่จุดกำเนิดของพิกเซลจะอยู่ที่มุมบนซ้าย ซึ่งจะเป็นลักษณะการประมวลผลภาพในกราฟฟิกของคอมพิวเตอร์

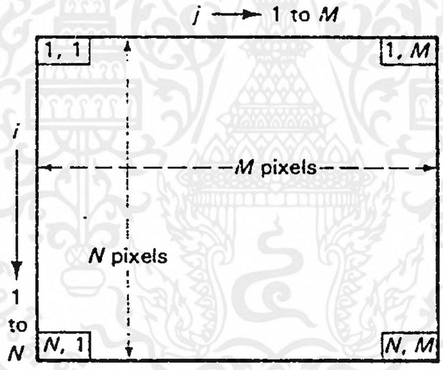
กล่าวคือ $i = x$ เมื่อ $1 \leq i \leq N$

$j = (M-y)$ เมื่อ $1 \leq j \leq M$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a) ลักษณะของรูปภาพ



b) ลักษณะของพิกเซลเมตริกซ์

รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์ของภาพโดยทั่วไปกับพิกเซลเมตริกซ์

เมื่อ $x = D_x / N$

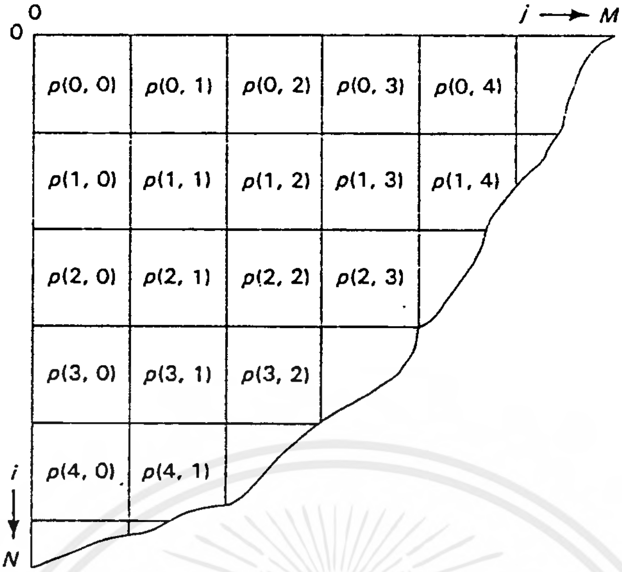
$y = D_y / M$

N = จำนวนสูงสุดของพิกเซลในแนวตั้ง

M = จำนวนสูงสุดของพิกเซลในแนวนอน

เมื่อเราให้จุดต่างๆบนเมตริกซ์เป็น p(i,j) ใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

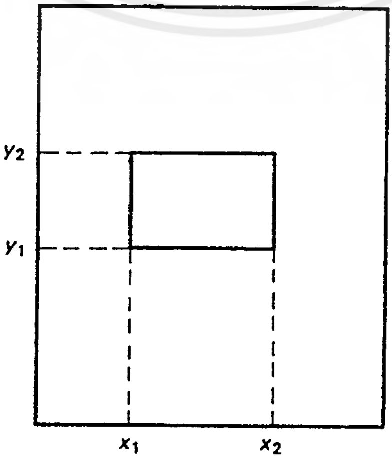


รูปที่ 3.4 ดัชนีของพิกเซลในเมตริกซ์

ค่าของพิกเซลหรือฟังก์ชั่น p(i,j) ณ. จุดใดๆ จะแสดงได้ด้วยค่าของความเข้มของแสง ซึ่งอาจแบ่งได้หลายระดับ ถ้ามี 2 ระดับก็จะเป็นแค่ 0 กับ 1

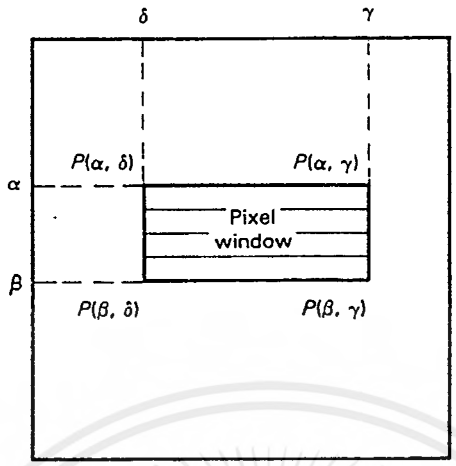
3.3.2 หน้าต่าง (Windows)

เป็นพื้นที่ส่วนย่อยของภาพหรือเรียกว่า " หน้าต่าง " และสามารถกำหนดได้ด้วยมุม 4 มุมแสดงได้ด้วยค่าของพิกเซล $P(\beta,\delta)$, $P(\beta,\gamma)$, $P(\alpha,\delta)$, $P(\alpha,\gamma)$ แสดงได้ดังรูปที่ 3.5



a) หน้าต่างของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



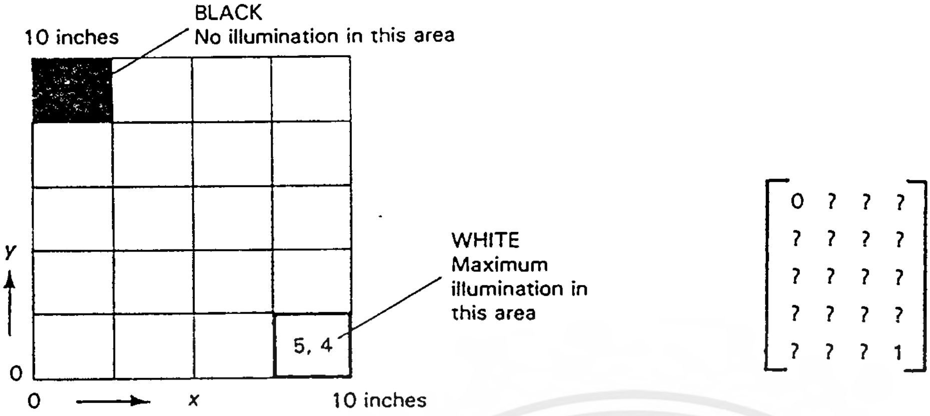
b) หน้าต่างของพิกเซล

รูปที่ 3.5 แสดงหน้าต่างของภาพและหน้าต่างของพิกเซล

3.3.3 ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel position)

ตำแหน่งของจุดภาพหรือพิกเซลทุกจุดจะต้องอยู่ภายในพื้นที่ N × M เมื่อเราพิจารณาจากรูปที่ 3.6 (a) จะเห็นว่าไม่มีแสงบริเวณมุมบนซ้ายและบริเวณที่สว่างที่สุดอยู่ที่มุมล่างขวาของภาพซึ่งมีขนาด 10 × 10 นิ้ว พื้นที่ที่ไม่มีแสงแสดงได้ด้วยศูนย์ ส่วนพื้นที่ที่สว่างที่สุดแสดงได้ด้วยหนึ่ง และภาพที่เห็นได้คือ 5 × 4 เมตริกซ์ (5 แถว 4 คอลัมน์) แต่ละส่วนของภาพจะกว้าง 2.5 นิ้ว บริเวณมุมซ้ายจะเป็นศูนย์ และพื้นที่ 2.5 × 2 ตารางนิ้ว จะเป็นหนึ่ง ซึ่งนำมาเขียนเป็นเมตริกซ์ได้ดังรูปที่ 3.6 (b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a) ภาพ b) แปลงเป็นพิกเซลเมตริกซ์

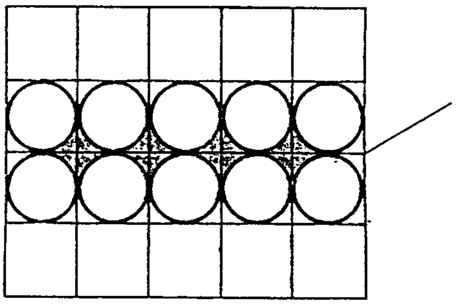
รูปที่ 3.6 การแปลงภาพให้เป็นพิกเซลล์เมตริกซ์

จากเมตริกซ์ในรูปที่ 3.6 (b) ถ้ามีระดับ (gray code) เป็น 16 ระดับ ค่าของพิกเซล ณ.บริเวณที่สว่างที่สุดจะมีค่าเป็น 15

ลักษณะการแสดงผลในแต่ละพิกเซลหรือจุดภาพจะขึ้นอยู่กับเซ็นเซอร์ซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะ

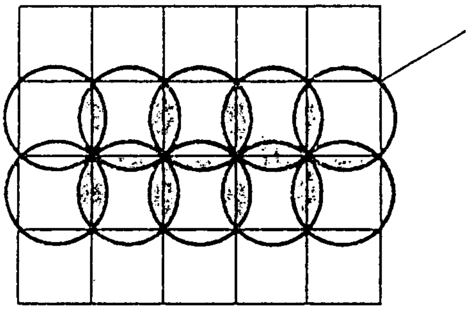
1. แสดงผลเฉพาะพิกเซล
2. แสดงผลเหลื่อมกัน

ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.7



a) แสดงผลเฉพาะพิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



b) แสดงผลเหลื่อมกัน

รูปที่ 3.7 การแสดงผลของจุดภาพ

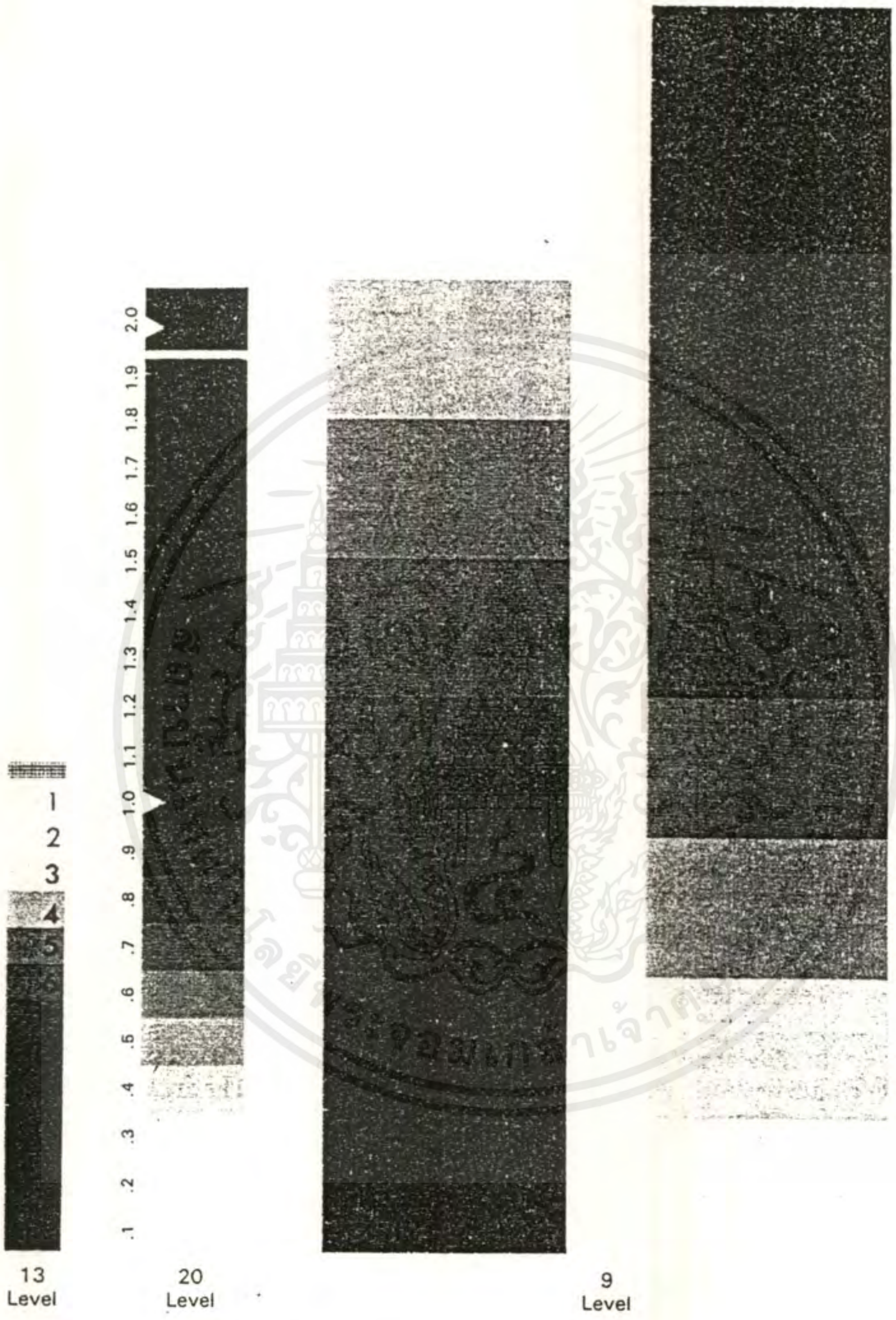
3.3.4 ระดับเทา (gray scale)

ระดับเทา เป็นค่าที่บอกถึงความสว่างของจุดภาพ เราสามารถเพิ่มความสว่างหรือระดับเทาให้กับจุดภาพได้หลายระดับ โดยการเพิ่มจำนวนของบิตในการนำเสนอค่าของพิกเซล ตัวอย่างเช่น ต้องการระดับความสว่าง 4 ระดับต้องใช้บิตจำนวน 2 บิต 16 ระดับต้องใช้บิตจำนวน 4 บิต 256 ระดับต้องใช้บิตจำนวน 8 บิต จำนวนของระดับความสว่างหาได้จาก 2 ยกกำลังด้วยจำนวนบิต

ระดับเทา		ค่าย่านของระดับเทา
2^1	2 ค่า	0 และ 1
2^2	4 ค่า	0 ถึง 3
2^4	16 ค่า	0 ถึง 15
2^8	256 ค่า	0 ถึง 255

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าย่านของระดับเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างของระดับเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ฮิสโตแกรม (Histograms)

ฮิสโตแกรมเป็นกราฟแท่งที่บอกถึงความถี่ของแต่ละความเข้มของแสง (gray scale) ของภาพ จากรูปในแนวแกน x เป็นค่าของระดับเทา และแกน y เป็นจำนวนของจุดภาพที่มีระดับเทาต่างๆ

เราสามารถทำการสร้างฮิสโตแกรมได้โดย

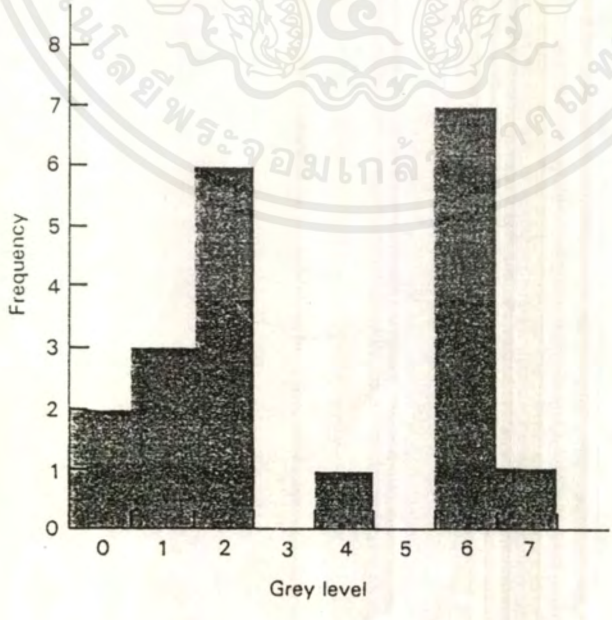
1. ทำภาพให้เป็นระดับที่แตกต่างกัน
2. นับจำนวนจุดภาพที่มีระดับเทาเดียวกัน ทุกระดับเทา
3. พล็อตความถี่ของจุดภาพที่แต่ละระดับเทา

โดยเราสามารถหาความน่าจะเป็นของจุดภาพ ณ. ระดับเทาหนึ่งๆได้ตามสมการ

P(b) ณ. จุด (x,y) ในภาพ = ค่าของ b / จำนวนพิกเซลทั้งหมดในภาพ

เช่น ที่ระดับเทา 6 ค่าของฮิสโตแกรมเท่ากับ 7 จะได้

$$P(6) = \frac{7}{20}$$
$$= 0.35$$

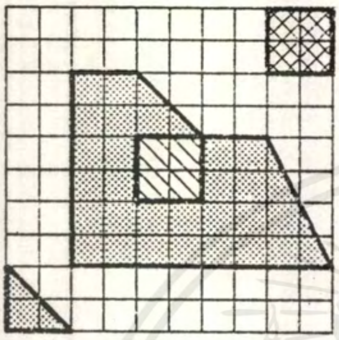


รูปที่ 3.9 ฮิสโตแกรมที่มี 8 ระดับเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างของฮิสโตแกรมจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของภาพ ประโยชน์ของฮิสโตแกรมคือใช้สำหรับปรับค่าเทรสโฮลด์ (threshold) เพื่อจะแปลงระดับเทาของภาพให้เป็นภาพ 2 ระดับหรือใช้สำหรับปรับแต่งส่วนของสเปกตรัมระดับเทา

ตัวอย่างของภาพที่มีระดับเทาต่างกันเมื่อนำมาสร้างเป็นฮิสโตแกรม



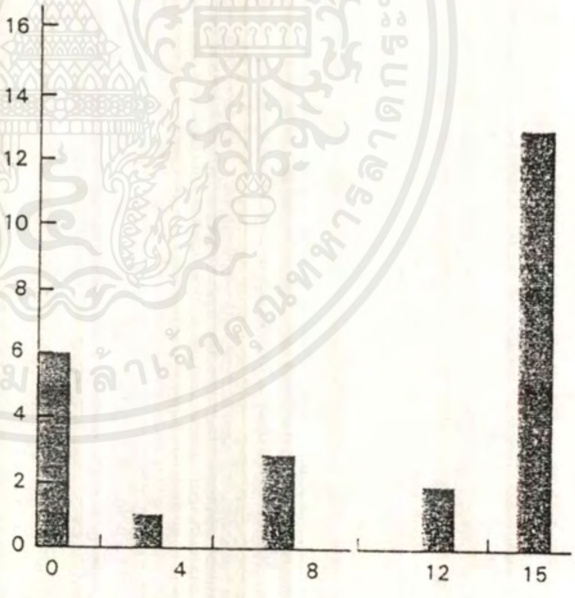
a) ขั้นที่ 1

$$\begin{bmatrix} 15 & 15 & 15 & 15 & 12 \\ 15 & 0 & 7 & 15 & 15 \\ 15 & 0 & 7 & 0 & 12 \\ 15 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 7 & 15 & 15 & 15 & 15 \end{bmatrix}$$

b) ขั้นที่ 2

Value	Number of Pixels
0	6
3	1
7	3
12	2
15	13
	Total 25

c) ขั้นที่ 3



d) ขั้นที่ 4

รูปที่ 3.10 การสร้างฮิสโตแกรมจากภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการสร้างฮิสโตแกรมจากภาพ

1. หาจำนวนทั้งหมดของพิกเซลในเมตริก M N

   จะเห็นว่า M = 10 N = 10

   พิกเซลทั้งหมด = 10 × 10 = 100

2. สร้างพื้นที่ของภาพแทนด้วยเมตริกซ์ จากตัวอย่างจะได้เมตริกซ์ 5 × 5 จำนวนของพิกเซลทั้งหมดที่แทนในเมตริกซ์จะลดลงเหลือ 25 พิกเซล
3. ทำตารางความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเทาและจำนวนของพิกเซล
4. สร้างฮิสโตแกรมเป็นกราฟแท่งโดยให้ระดับเทาเพิ่มทีละ 1 ระดับในแนวแกน x และเนื่องจากค่าระดับเทาสูงสุดคือ 15 จึงมีระดับเทาทั้งหมด 16 ระดับในแนวแกน y

3.4 การจำลองภาพ

จากคำจำกัดความของ อิมเมจ (image) หมายถึง ฟังก์ชั่นความเข้มของแสงในระนาบ 2 มิติ คือ f(x,y) เมื่อค่าของ f ที่อยู่บนโคออดิเนท (x,y) คือความสว่างบนภาพ ณ.จุดนั้นๆแสงจะอยู่ในรูปของพลังงาน ค่าฟังก์ชั่น f(x,y) จึงไม่เป็นศูนย์และมีค่าๆหนึ่งนั่นคือ

$$0 \leq f(x,y) \leq \infty \qquad (3.1)$$

เราเห็นภาพของวัตถุได้โดยการอาศัยการสะท้อนของแสงที่ไปกระทบวัตถุ ซึ่งสามารถอธิบายฟังก์ชั่น f(x,y) ได้ด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วน ส่วนประกอบอันที่ 1 คือ แสงที่ส่องไปยังวัตถุ (illumination component) และส่วนประกอบอันที่ 2 คือ แสงที่สะท้อนกลับมาจากวัตถุ (reflectance component) และสามารถเขียนเป็นฟังก์ชั่นได้คือ i(x,y) และ r(x,y)

$$f(x,y) = i(x,y)r(x,y) \qquad (3.2)$$

เมื่อ

$$0 \leq i(x,y) \leq \infty \qquad (3.3)$$

$$0 \leq r(x,y) \leq \infty \qquad (3.4)$$

สมการที่ 3.4 เป็นฟังก์ชั่นการสะท้อนกลับของแสง ณ.จุด (x,y) มีค่าระหว่าง 0 (คือ วัตถุดูดกลืนแสงทั้งหมด ไม่สะท้อนกลับเลย) กับ 1 (คือวัตถุสะท้อนแสงกลับทั้งหมด ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูดกลืนแสง) ส่วนฟังก์ชั่น (x,y) หาได้จากแหล่งกำเนิดแสง ส่วนฟังก์ชั่น r(x,y) หาได้จากคุณสมบัติการดูดกลืนแสงของวัตถุในวันที่มีแสงแดดจ้า ดวงอาทิตย์จะให้ความสว่าง 9000 แรงเทียนส่องมายังผิวโลก ถ้าวันใดมีเมฆมากความสว่างจะลดลงเหลือ 1000 แรงเทียนโดยประมาณ ค่าของ r(x,y) จะมีค่า 0.01 สำหรับกำมะหยี่ 0.65 สำหรับสแตนเลส 0.9 สำหรับเงิน และ 0.93 สำหรับหิมะ

ความเข้มของแสงแบบโมโนโครม เรียกว่า ระดับเทา (gray level : l) -ของภาพจุดนั้นๆจะได้

$$L_{min} \leq l \leq L_{max}$$

โดย

$$L_{min} = i_{min} r_{min}$$

$$L_{max} = i_{max} r_{max}$$

โดยทั่วไป L_{min} จะมีค่าประมาณ 0.005 และ L_{max} มีค่าประมาณ 100 สำหรับใช้กับการประมวลผลภาพ

ช่วง $[L_{min}, L_{max}]$ เรียกว่า ระดับเทา เราอาจเขียนช่วงใหม่ให้เป็น [0, L] เมื่อ l = 0 นั่นคือสีดำ และ l = L นั่นคือสีขาวตามสเกลของระดับเทา

3.5 พื้นฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพ

ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพ ในระบบการประมวลผลภาพดิจิตอล ฟังก์ชั่นของข้อมูลภาพแสดงได้ด้วยฟังก์ชั่น f(x,y) และจะแทนด้วยตัวอักษรตัวเล็กคือ p และ q ส่วนเซตย่อยของจุดภาพของฟังก์ชั่น f(x,y) จะแทนด้วย S

3.5.1 สิ่งรอบข้างพิกเซล (Neighbors of a pixel)

พิกเซล p ณ.โคออดิเนท (x,y) จะโดนล้อมรอบด้วยพิกเซลอื่นทั้งแถวนอนและแนวตั้ง นั่นคือ

$$(x+1,y), (x-1,y), (x,y+1), (x,y-1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34060

คือ เซตของพิกเซล เรียกว่า การล้อมรอบทั้ง 4 ด้านของพิกเซล p (4-neighbors of p) ซึ่งแสดงได้โดย $N_4(p)$ นั่นคือ จุดทั้ง 4 จะอยู่ห่างจากจุด (x,y) เป็นระยะ 1 หน่วย ในแนวทั้ง 4 จุด โดยจุดทั้ง 4 มีโคออดิเนทดังนี้

$$(x+1,y+1)\ ,\ (x+1,y-1)\ ,\ (x-1,y+1)\ ,\ (x-1,y-1)$$

ในกรณีเราคิดจุดล้อมรอบในแนวทแยงด้วย จะเห็นว่าจุดภาพหรือพิกเซลจะโดนล้อมรอบด้วยจุดภาพอื่นๆ 8 พิกเซลด้วยกัน จึงเรียกว่า 8-neighbors ของ p หรือ $N_8(p)$ ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.11

	W_1 (X-1,Y)	
W_2 (X,Y-1)	W_3 (X,Y)	W_4 (X,Y+1)
	W_5 (X+1,Y)	

a) 4-neighbors

W_1 (X-1,Y-1)	W_2 (X-1,Y)	W_3 (X-1,Y+1)
W_4 (X,Y-1)	W_5 (X,Y)	W_6 (X,Y+1)
W_7 (X+1,Y-1)	W_8 (X+1,Y)	W_9 (X+1,Y+1)

b) 8-neighbors

รูปที่ 3.11 แสดงจุดภาพที่โดนจุดภาพที่เราสนใจล้อมรอบ

3.5.2 ความต่อเนื่องของจุดภาพ (Connectivity)

ความต่อเนื่องระหว่างพิกเซลเป็นหลักการสำคัญที่จะใช้หาขอบเขตของวัตถุและส่วนประกอบพื้นที่ของภาพ พิกเซล 2 พิกเซลต่อถึงกันได้แสดงว่าพิกเซลนั้นๆจะต้องอยู่ติดกัน ให้ V เป็นเซตของระดับเทาถ้าแต่ละความต่อเนื่องของพิกเซลมีความเข้ม 59,60,61 จะได้ V = {59,60,61} เราสามารถพิจารณาความต่อเนื่องได้ 3 วิธี

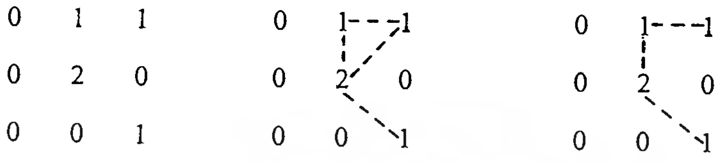
1. ความต่อเนื่อง 4 (4-connectivity) พิกเซล p และ q ที่มีค่าจากเซต V ต่อถึงกัน 4 ตัว ถ้า q อยู่ใน $N_4(p)$
2. ความต่อเนื่อง 8 (8-connectivity) พิกเซล p และ q ที่มีค่าจากเซต V ต่อถึงกัน 8 ตัว ถ้า q อยู่ใน $N_8(p)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความต่อเนื่องแบบผสม (mixed connectivity) พิกเซล p และ q ที่มีค่าจากเซต V จะต่อกันแบบผสม ถ้า

(i) q อยู่ใน $N_4(p)$ หรือ

(ii) q อยู่ใน $N_D(p)$ และไม่มีสมาชิกในเซต $N_4(p) \cap N_4(q)$



a) b) c)

รูปที่ 3.12 แสดงลักษณะความต่อเนื่องของพิกเซล

a) การเรียงกันของพิกเซล

b) พิกเซลหมายเลข 2 มีสมาชิกล้อมรอบ 8 ตัว

c) พิกเซลแบบล้อมรอบผสมของพิกเซลชนิดเดียวกัน

3.5.3 การวัดระยะห่างระหว่างพิกเซล (distance measure)

ให้พิกเซล p,q และ z อยู่ในโคออดิเนท (x,y), (s,t), (u,v) ตามลำดับ เรียก D ว่า ฟังก์ชั่นระยะ (distance function) หรือ เมตริก ถ้า

a) $D(p,q) \geq 0$ ($D(p,q) = 0$ ถ้า $P = q$)

b) $D(p,q) = D(q,p)$

c) $D(p,q) \leq D(p,q) + D(q,z)$

ระยะยูคลิด (Euclidean) ระหว่าง p และ q คือ

$$D_e(p,q) = [(x-s)^2 + (y-t)^2]$$

สำหรับระยะที่วัดได้ของพิกเซลจะมีระยะที่น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าของ r จากจุด (x,y) หรือจุดที่อยู่บนดิสก์ของรัศมี r เมื่อให้จุด (x,y) เป็นจุดศูนย์กลาง

ระยะ D4 ระหว่าง p และ q ถูกกำหนดโดย

$$D_4(p,q) = x-s + y-t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีนี้ระยะห่าง D_4 เป็นระยะ (x,y) ซึ่งเป็นระยะที่น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าของ r จากจุดศูนย์กลางของพิกเซลรูปเพชร ณ.จุด(x,y) จากตัวอย่างพิกเซล D_4 มีระยะน้อยกว่าเท่ากับ 2 จาก (x,y) หรือจุดศูนย์กลาง

		2		
	2	1	2	
2	1	0	1	2
	2	1	2	
		2		

จะเห็นว่าพิกเซลล้อมรอบ 4 ตัวของพิกเซลที่มีค่า 0 จะเป็น 1 หรือ $D_4 = 1$

สำหรับระยะ D_8 ระหว่างจุด p และ q ถูกกำหนดโดย

$$D_8(p,q) = \max(x-s, y-t)$$

ในกรณีนี้พิกเซลที่มีระยะ D_8 จากจุด (x,y) จะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าของ r จากจุดศูนย์กลางของพิกเซลรูปสี่เหลี่ยมณ. จุด(x,y) จากตัวอย่างพิกเซล D_8 มีระยะน้อยกว่าเท่ากับ 2 จากจุด (x,y) หรือจุดศูนย์กลาง

2	2	2	2	2
2	1	1	1	2
2	1	0	1	2
2	1	1	1	2
2	2	2	2	2

ซึ่งจะเห็นว่าพิกเซลล้อมรอบ 8 ตัวของพิกเซลที่มีค่า 0 จะเป็น 1 $D_8 = 1$

3.6 การสุ่มแบบต่อเนื่อง (uniform sampling)

ในการทำการประมวลผลภาพฟังก์ชั่นของข้อมูล f(x,y) จะต้องนำมาทำให้เป็นดิจิตอลทั้งสเปเชียลและแอมปลิจูด การทำ digitization ในโคออดิเนทสเปเชียลของจุด (x,y) จะหมายถึงการสุ่มข้อมูลภาพ (image sampling) ส่วนขนาดของการ digitization จะหมายถึงความสว่างของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับเทา (gray level quantization) สมมติให้ฟังก์ชั่นของภาพต่อเนื่องจัดเรียงในรูปของเมตริกซ์ $N \times N$

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,0) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & & & \\ \vdots & & & \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,N-1) \end{bmatrix} \tag{3.5}$$

จะเห็นว่าด้านขวาของสมการเป็นภาพดิจิตอล (digital image) ในแต่ละจุดหรืออิลิเมนท์จะเรียกว่า พิกเซลจากขบวนการ digitization เราต้องตัดสินใจเลือกขนาดของ N และจำนวนของระดับเทาว่าแยกได้กี่ระดับในแต่ละพิกเซล ได้ใช้สมการ

$$N = 2^n \tag{3.6}$$

และ

$$G = 2^m \tag{3.7}$$

เมื่อ G คือจำนวนของระดับเทาโดยแยกได้ตั้งแต่ 0 ถึง L จากสมการที่ 3.6 และ 3.7 เราสามารถคำนวณจำนวนบิตที่ใช้ในการเก็บภาพที่ผ่านการ digitization แล้ว

$$b = N \times N \times m \tag{3.8}$$

เมื่อ b คือจำนวนที่ใช้ในการเก็บภาพที่ผ่านการ digitization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N\m	1	2	3	4	5	6	7	8
32	1024	2048	3072	4096	5120	6144	7168	8192
64	4096	8192	12288	16384	20480	24576	28672	32768
128	16384	32768	49152	65536	81920	98304	114688	131072
256	65536	131072	196608	262144	327680	393216	458752	524288
512	262144	524288	786432	1048576	1310720	1572864	1835008	2097152

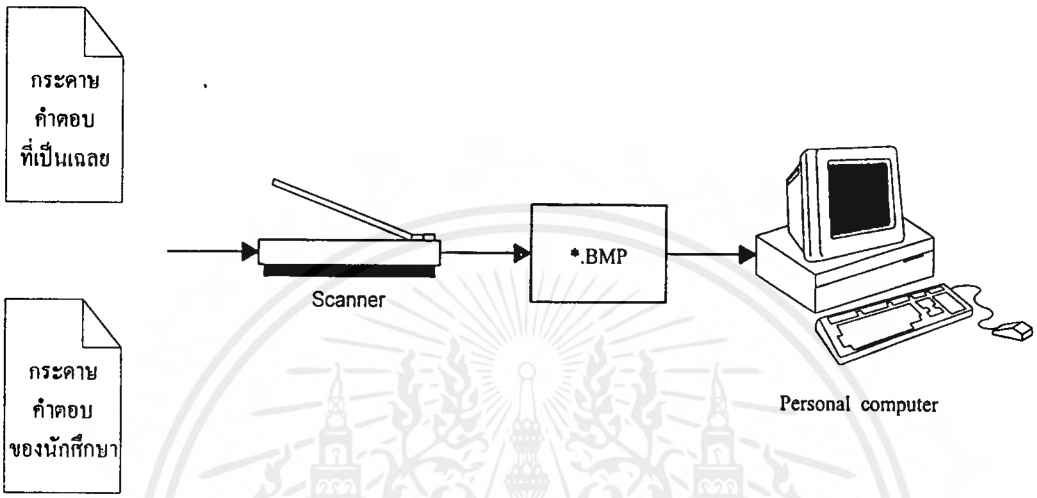
ตารางที่ 3.2 จำนวนของบิตที่ต้องใช้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของ N และ m

N\m	1	2	3	4	5	6	7	8
32	128	256	512	512	1024	1024	1024	1024
64	512	1024	2048	2048	4096	4096	4096	4096
128	2048	4096	8192	8192	16384	16384	16384	16384
256	8192	16384	32768	32768	65536	65536	65536	65536
512	32768	65536	131072	131072	262144	262144	262144	262144

ตารางที่ 3.3 จำนวนของไบต์ (8 บิต) ที่ต้องใช้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของ N × m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4
การออกแบบระบบตรวจข้อสอบ



รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงระบบตรวจข้อสอบ

4.1 ส่วนประกอบของระบบตรวจข้อสอบ

ส่วนที่ 1 ส่วนของการเก็บภาพ (Image Acquisition)

การเก็บภาพจะเป็นข้อมูลของภาพกระดาษที่เป็นเฉลย และภาพกระดาษคำตอบของนักศึกษาแต่ละคนเข้ามาไว้ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยเครื่องสแกนเนอร์ซึ่งข้อมูลภาพที่เก็บเข้ามานี้จะถูกจัดเก็บให้อยู่ในรูปของไฟล์บิตแมป (*.BMP)

ส่วนที่ 2 ส่วนของการประมวลผล (Processing)

ไฟล์ข้อมูลภาพของกระดาษคำตอบที่เป็นเฉลย และกระดาษคำตอบของนักศึกษาที่จะได้ถูกนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรมตรวจข้อสอบเพื่อให้ได้ผลคะแนนสอบของนักศึกษาที่ต้องการรวมทั้งทำการประมวลผลร่วมกับฐานข้อมูลเพื่อนำผลคะแนนไปจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลให้ตรงกับข้อมูลของนักศึกษาที่เป็นเจ้าของกระดาษคำตอบ

ส่วนที่ 3 ส่วนของฐานข้อมูล (Database)

เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลรายละเอียดของนักศึกษา และเก็บผลคะแนนของนักศึกษาแต่ละคนที่ได้จากโปรแกรมตรวจข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 4 ส่วนแสดงผล (Display)

ข้อมูลของนักศึกษาและผลคะแนนที่ได้จากการประมวลผลจะถูกแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

4.2 การเก็บภาพกระดาษคำตอบ

การเก็บกระดาษคำตอบเป็นขั้นตอนแรกที่ต้องปฏิบัติในกระบวนการตรวจสอบข้อสอบ ในขั้นแรกนี้เราจะต้องทำการสแกนภาพกระดาษคำตอบที่เป็นเฉลยและภาพกระดาษคำตอบของนักศึกษาแต่ละคนเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งในการสแกนด้วยเครื่องสแกนเนอร์นี้ ได้ออกแบบให้มีการกำหนดค่าต่างๆในการสแกนดังต่อไปนี้

โหมดที่ใช้ในการสแกน	:	BLACK AND WHITE DRAWING
ความละเอียดของภาพ	:	75 จุดต่อนิ้ว (dpi)
ขนาดของภาพ	:	8.43 ″ × 5.05 ″
สเกลที่ใช้ในการสแกน	:	100 %
รูปแบบของไฟล์ที่ใช้ในการเก็บภาพ	:	ไฟล์บิตแมป (*. BMP)
ขนาดของภาพ	:	29.1 KB

<u>หมายเหตุ</u> ค่ากำหนดต่างๆ ที่ใช้ในการสแกนนี้ อ้างอิงจากเครื่องสแกนเนอร์รุ่น HP Scan Jet II cx

4.2.1 โหมดที่ใช้ในการสแกน

โหมดที่ใช้ในการสแกนสแกนภาพของกระดาษคำตอบนั้น ในตอนแรกได้เลือกใช้โหมดที่มีการเก็บระดับเทา 256 ระดับ ซึ่งจะต้องนำมาปรับระดับภาพอีกครั้ง เพื่อประโยชน์ในการกำหนดค่าความเข้มในการฝนที่จะยอมรับได้ สามารถกำหนดได้จากค่าเทรสโฮลด์ (Threshold) แต่หลังจากที่ได้ทดลองเก็บในโหมดดังกล่าวและทำการปรับระดับเทาของภาพให้เหลือ 2 ระดับโดยการตัดค่าเทรสโฮลด์ดูแล้ว พบว่านอกจากจะต้องใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ในหน่วยความจำเพื่อเก็บภาพเป็น 256 ระดับแล้ว การปรับระดับเทาของให้เป็น 2 ระดับ ก็เป็นขั้นตอนที่เสียเวลามาก จึงได้เปลี่ยนมาเก็บภาพในโหมดขาวดำแทน เพื่อเป็นการประหยัดในการตรวจและขนาดของไฟล์ข้อมูลภาพที่จัดเก็บซึ่งมีขนาดเล็กกว่า และจากการทดลองใช้งานพบว่าเครื่องสแกนเนอร์สามารถปรับระดับเทาของภาพด้วยการตัดค่าที่เหมาะสมตรงตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ความละเอียดของภาพ

เนื่องจากการเปรียบเทียบไฟล์ข้อมูลภาพเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลในระดับพิกเซลของภาพ ดังนั้นความละเอียดของภาพในการจัดเก็บจึงเป็นส่วนสำคัญที่เราต้องพิจารณาควบคู่ไปกับการออกแบบเงื่อนไขในการตรวจ เพราะเมื่อความละเอียดที่ใช้ในการเก็บเปลี่ยนไปก็เท่ากับจำนวนพิกเซลที่เราจะพิจารณาเปรียบเทียบก็เปลี่ยนไปด้วย

ความละเอียดของภาพ (จุดต่อนิ้ว)	จำนวนพิกเซลทั้งหมดในหนึ่งภาพ	จำนวนพิกเซลในกรอบที่ครอบพื้นที่ตัวเลือก	จำนวนพิกเซลที่อยู่ระหว่างตัวเลือก	พื้นที่ในหน่วยความจำที่ใช้เก็บภาพ (KB)
50	419 × 248	7 × 7	1	13.6
75	629 × 372	10 × 10	3	29.1
100	838 × 496	12 × 12	4	52.4
120	1006 × 596	15 × 15	5	74.6
150	1257 × 744	18 × 18	6	116.3

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการเก็บภาพที่ความละเอียดต่างๆกัน

จากตารางจะเห็นได้ว่า เมื่อทำการเก็บภาพที่ความละเอียดต่ำ (ประมาณ 50 dpi) จะมีข้อดีคือใช้พื้นที่ในการเก็บภาพน้อย แต่จะส่งผลให้จำนวนพิกเซลที่อยู่ระหว่างตัวเลือกแต่ละตัวมีจำนวนน้อยเกินไป ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถระบุตำแหน่งของแต่ละตัวเลือกได้อย่างชัดเจนอีกทั้งยังการเก็บภาพที่ความละเอียดต่ำแต่ละพิกเซลจะแทนด้วยพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ ความคลาดเคลื่อนของการวางกระดาษในการสแกนแม้แต่เพียงนิดเดียวก็จะส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจได้ แต่สำหรับการเก็บภาพที่ความละเอียดสูงนั้น แม้ว่าจะทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการกำหนดตำแหน่งต่างๆบนภาพมากขึ้น แต่จากตารางก็จะเห็นได้ว่าต้องใช้พื้นที่หน่วยความจำขนาดใหญ่ในการเก็บภาพและการประมวลผลก็ทำได้เชื่องช้าเนื่องจากมีจำนวนพิกเซลมาก

ดังนั้นในระบบนี้จึงเลือกเก็บภาพที่ความละเอียดปานกลางคือ 75 จุดต่อนิ้ว ซึ่งเป็นความละเอียดที่ใช้พื้นที่หน่วยความจำในการเก็บ 29.1 KB ต่อ 1 ไฟล์ภาพกระดาษคำตอบ และแต่ละพิกเซลมีขนาดไม่ใหญ่จนเกินไปที่จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนพิกเซลในกรอบที่ครอบตัวเลือกแต่ละตัวคำนวณได้จากความละเอียด 75 จุดต่อนิ้ว หมายความว่า ระยะ 1 นิ้ว หรือ 25.4 มิลลิเมตร ซึ่งจะมีจำนวนพิกเซลอยู่ทั้งหมด 75 พิกเซล ดังนั้นถ้าขนาดของตัวเลือกมีขนาดของความกว้าง 3 มิลลิเมตร ก็จะมีจำนวนพิกเซลอยู่เท่ากับ

$$\frac{75}{25.4} \times 3 = 8.858$$

$$\approx 9 \text{ พิกเซล}$$

4.3 โปรแกรมประมวลผล

ไฟล์ข้อมูลภาพที่จะได้ถูกนำไปจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อรอการประมวลผลโดยโปรแกรมประมวลผล ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวมีส่วนประกอบดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 แสดงส่วนของโปรแกรมประมวลผล

โปรแกรมประมวลผลที่สร้างขึ้นนี้ ประกอบไปด้วยโปรแกรม 2 ส่วนด้วยกัน คือ

ส่วนที่ 1 ส่วนของโปรแกรมตรวจสอบข้อสอบ

โปรแกรมในส่วนนี้จะทำหน้าที่ประมวลไฟล์ภาพกระดาษคำตอบของนักศึกษาเพื่อให้ได้รหัสประจำตัวของนักศึกษาเจ้าของกระดาษคำตอบ และจากนั้นจะทำการเปรียบเทียบไฟล์ภาพกระดาษคำตอบของนักศึกษากับไฟล์ภวพกระดาษคำตอบที่เป็นเฉลย เพื่อเปรียบเทียบรหัสวิชาและเปรียบเทียบตัวเลือกของคำตอบที่ถูกฝน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ซึ่งก็คือคะแนนสอบของนักศึกษาออกมา

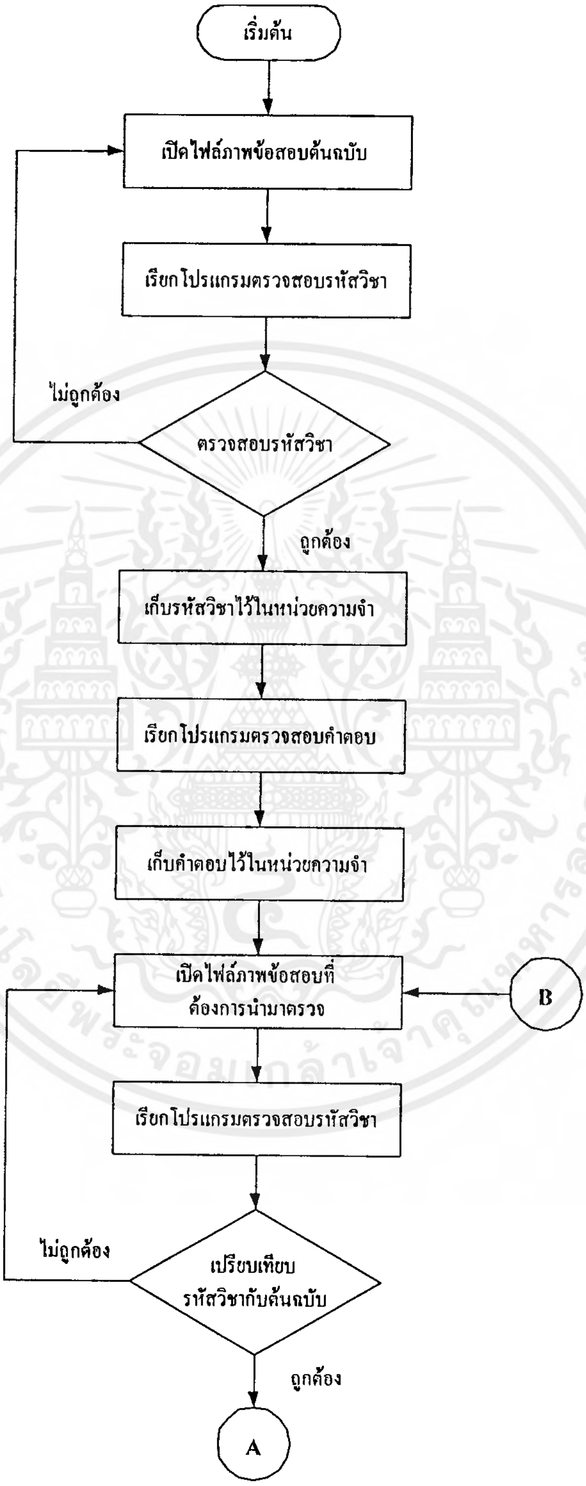
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 ส่วนที่เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

สำหรับโปรแกรมในส่วนนี้ จะเป็นส่วนที่เชื่อมโยงโปรแกรมในส่วนแรกเข้ากับฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น โดยการนำเอาผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนแรก ซึ่งก็คือ รหัสประจำตัวของนักศึกษาและรหัสวิชาที่สอบ ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลของกระดาษคำตอบที่เป็นต้นฉบับ

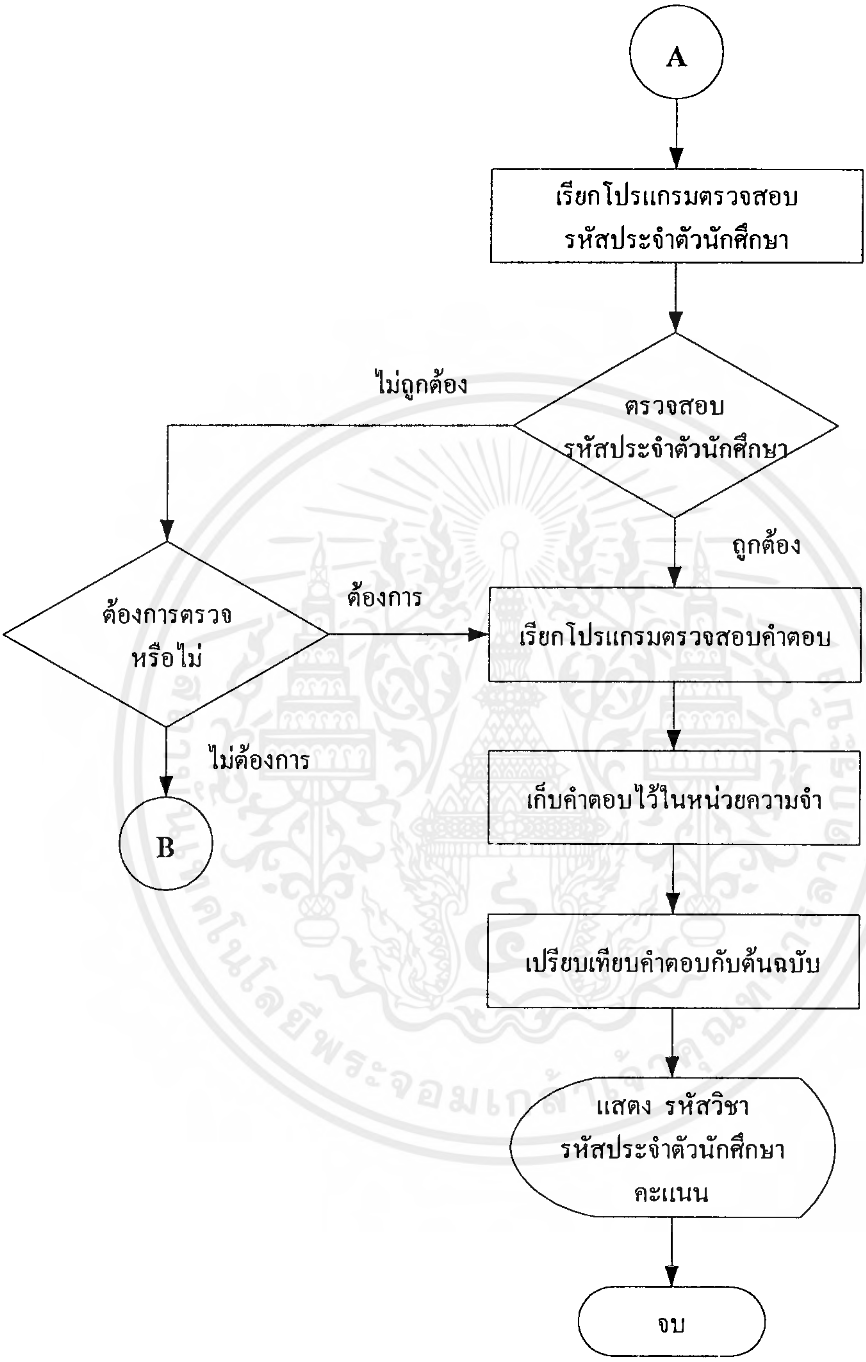
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 ส่วนของโปรแกรมตรวจข้อสอบ



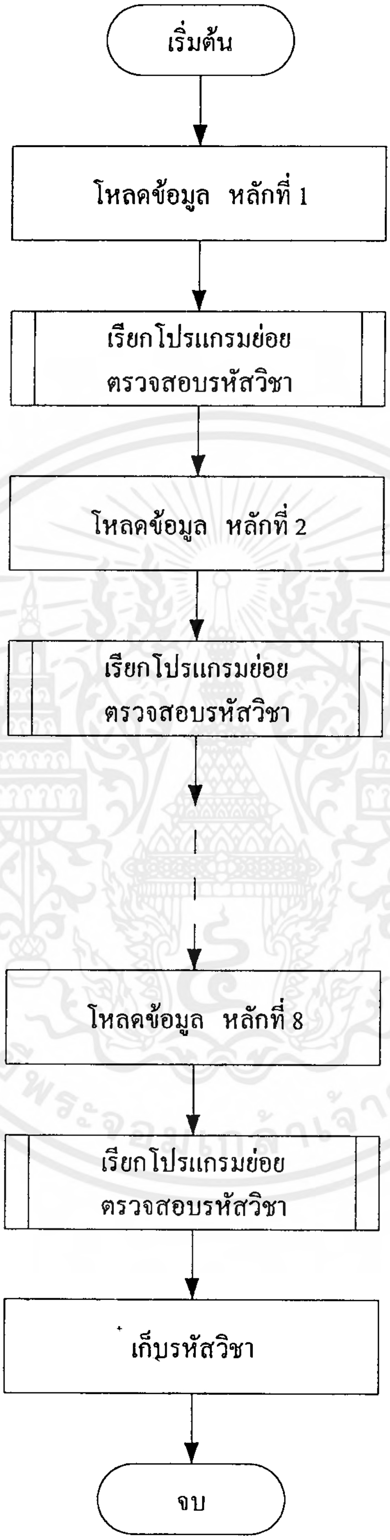
รูปที่ 4.3 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



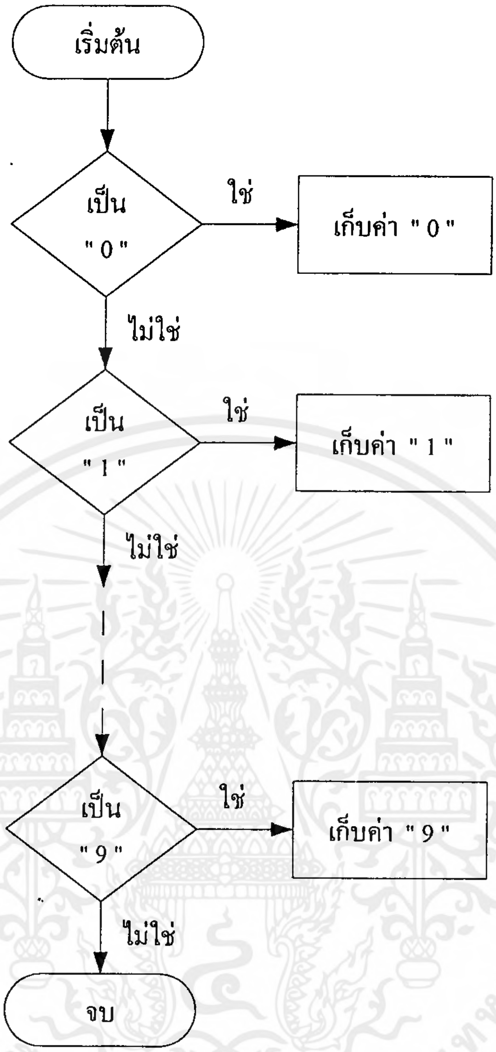
รูปที่ 4.4 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมตรวจรหัสวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

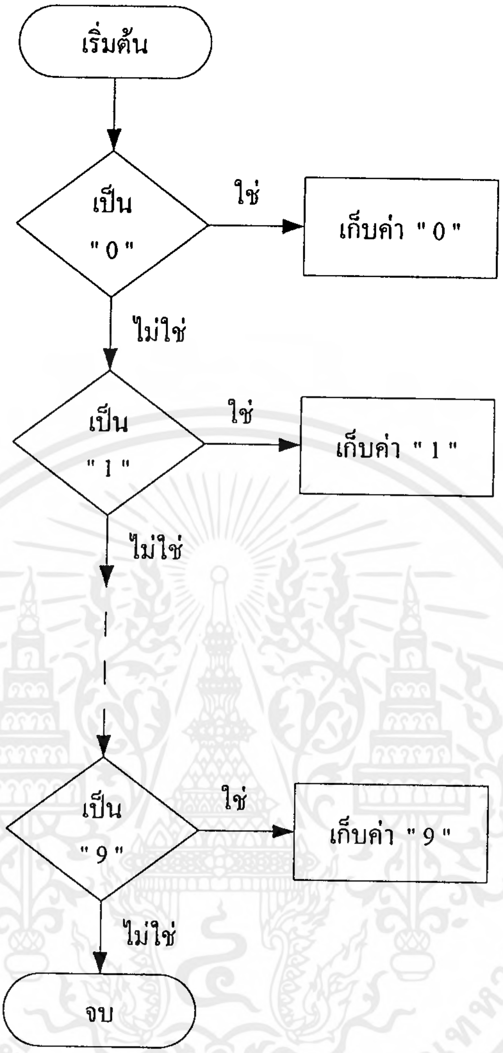


รูปที่ 4.6 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมย่อยตรวจรหัสวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

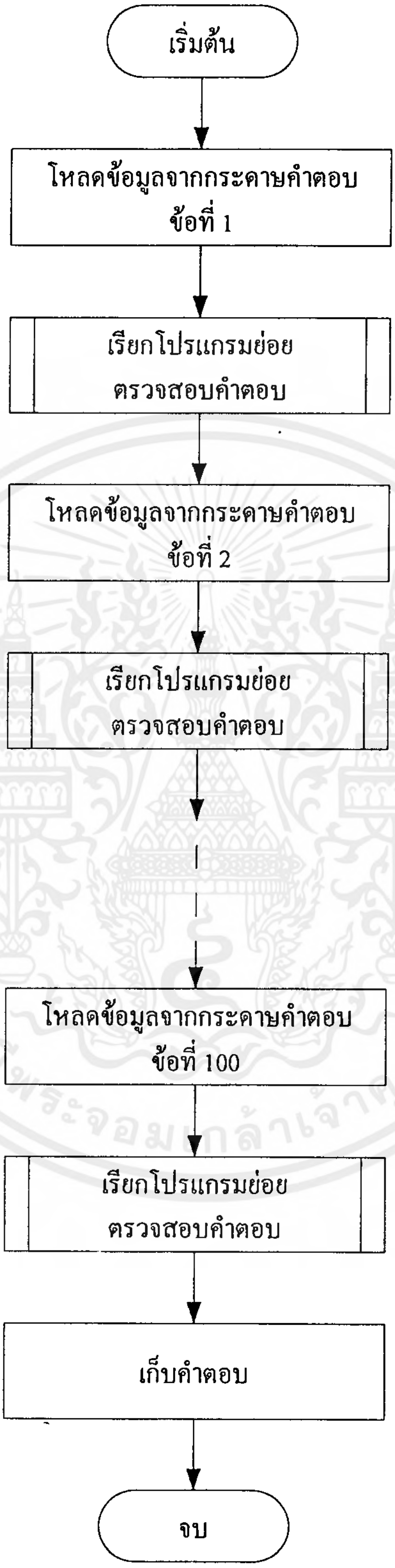
รูปที่ 4.7 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมตรวจรหัสประจำตัวนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



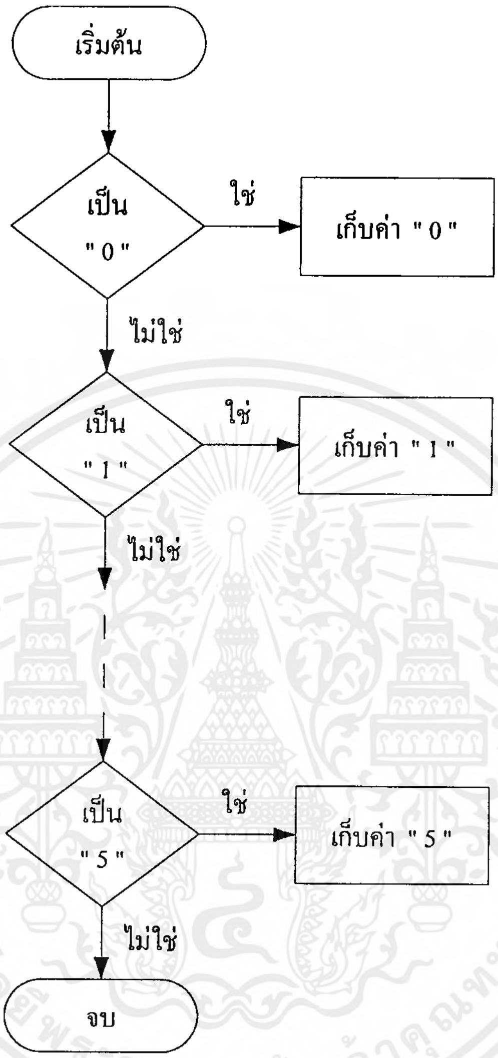
รูปที่ 4.8 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมย่อยตรวจรหัสประจำตัวนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมตรวจสอบคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

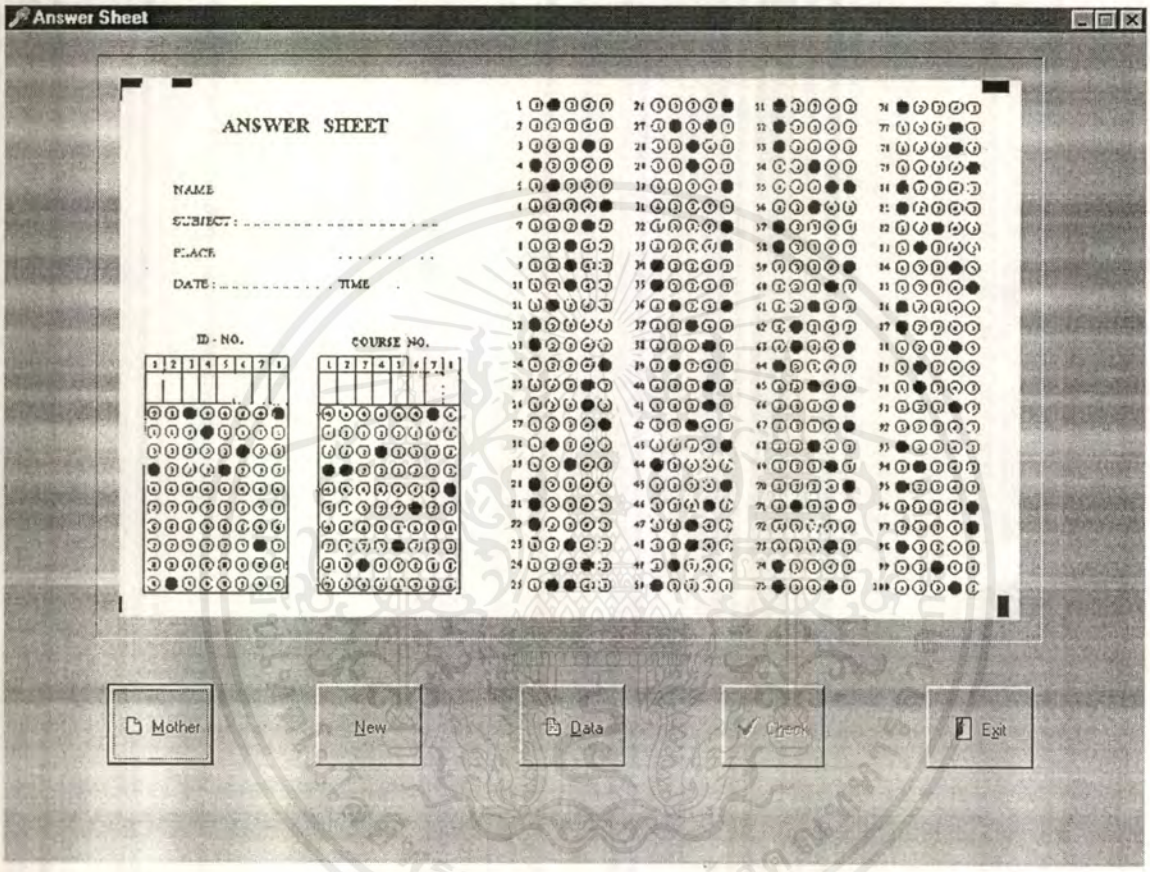


รูปที่ 4.10 โฟลว์ชาร์ทแสดงส่วนของโปรแกรมย่อยตรวจสอบคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การใช้งานโปรแกรมประมวลผล

หลังจากที่ได้ทำการสแกนกระดาษคำตอบที่เป็นเฉลยและกระดาษคำตอบของนักศึกษาเข้ามาเก็บไว้นหน่วยความจำเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการรันโปรแกรมประมวลผล ซึ่งจะปรากฏเป็นหน้าจอดังรูปที่ 4.11

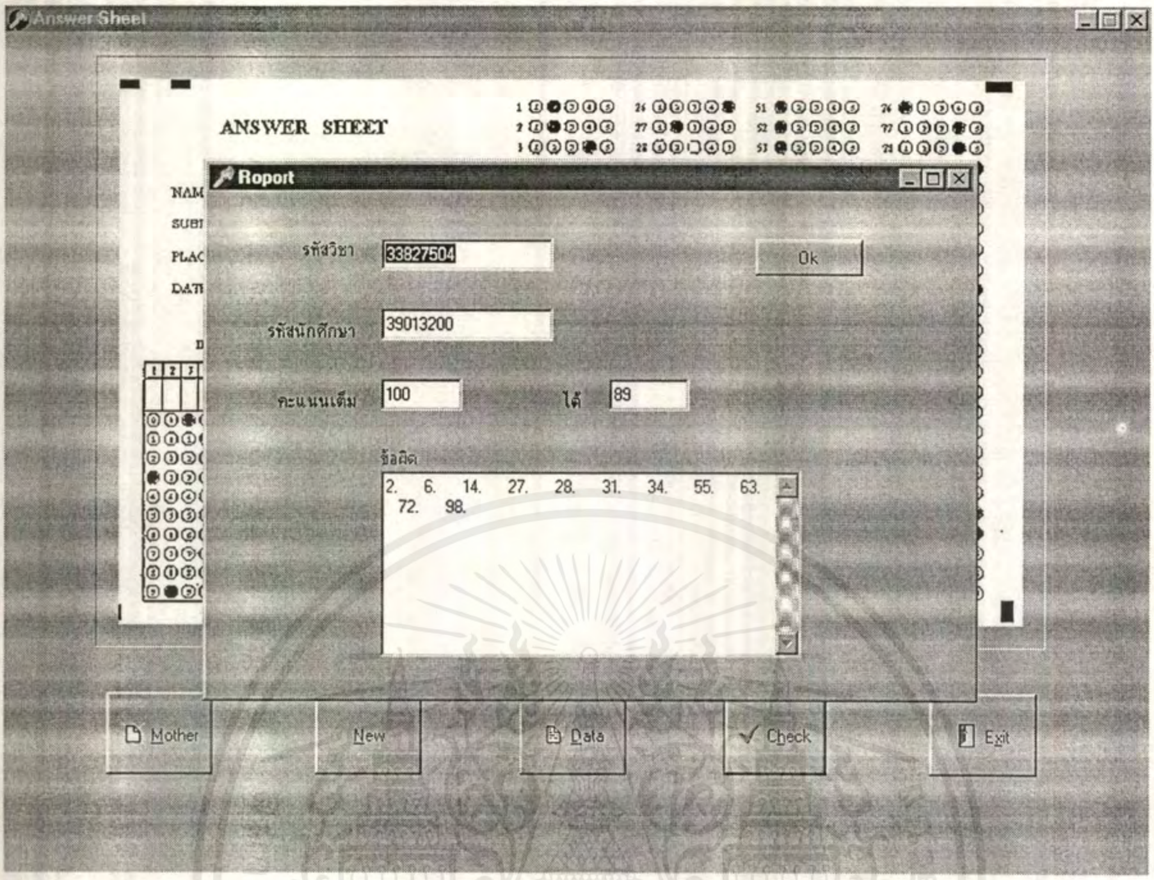


รูปที่ 4.11 แสดงหน้าจอของโปรแกรมประมวลผล

ขั้นตอนในการตรวจข้อสอบโดยใช้โปรแกรมประมวลผล มีดังต่อไปนี้

1. โหลดไฟภาพกระดาษคำตอบคำตอบที่เป็นเฉลยของวิชาที่จะทำการตรวจเข้ามา โดยการคลิกปุ่ม “Master” แล้วทำการเลือกไฟล์ที่ต้องการ
2. โหลดไฟล์ภาพกระดาษคำตอบของนักศึกษาที่ต้องการตรวจเข้ามา โดยการคลิกปุ่ม “Data” แล้วทำการเลือกไฟล์ที่ต้องการ
3. ทำการตรวจ โดยการคลิกปุ่ม “Check” ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ ดังรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงผลการตรวจข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

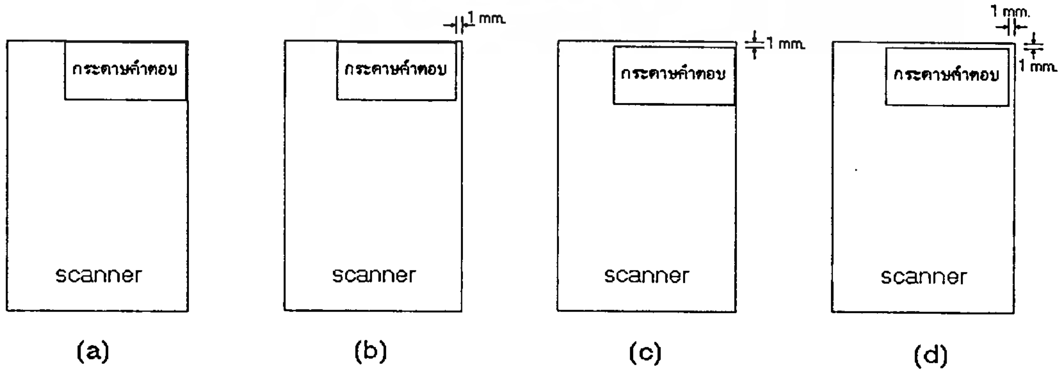
บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

5.1 การทดลองประสิทธิภาพในการตรวจ

หลังจากที่ได้สร้างระบบตรวจข้อสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการทำงานและจุดบกพร่องของระบบ เราจึงต้องทำการทดสอบ โดยการนำระบบที่สร้างขึ้นนี้ไปตรวจตัวอย่างของกระดาษคำตอบที่ได้สมมติขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1. จัดเตรียมตัวอย่างของกระดาษคำตอบที่จะนำไปตรวจ โดยทำการสแกนกระดาษคำตอบนี้ด้วยเครื่องสแกนเนอร์ที่โหมด BLACK AND WHITE DRAWING ที่ความละเอียด 75 จุดต่อนิ้ว (dpi), สเกล 100 % , ความสว่าง 100 และจัดเก็บในรูปของไฟล์บิตแมป (BMP) โดยวางกระดาษคำตอบที่ใช้ในการสแกนมีลักษณะต่างๆกันดังนี้
   - 1.1 วางตามแนวที่กำหนดไว้ โดยไม่มีการเลื่อนทั้งแนวตั้งและแนวนอน ดังรูปที่ 5.1 (a)
   - 1.2 วางตามแนวที่กำหนดไว้เฉพาะในแนวตั้ง โดยมีการเลื่อนในแนวนอนไป 1 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 5.1 (b)
   - 1.3 วางตามแนวที่กำหนดไว้เฉพาะในแนวนอน โดยมีการเลื่อนในแนวตั้งไป 1 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 5.1 (c)
   - 1.4 วางกระดาษโดยมีการเลื่อนไปทั้งแนวตั้งและแนวนอนข้างละ 1 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 5.1 (d)



รูปที่ 5.1 แสดงแนวการวางกระดาษคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำไฟล์ข้อมูลที่ได้ไปทำการตรวจด้วยโปรแกรมที่สร้างขึ้น

5.2 ผลการทดลองการตรวจข้อสอบ

ตำแหน่งการวางกระดาษ	คะแนนเต็ม 100 คะแนน
1. ไม่มีการเลื่อนทั้งแนวตั้งและแนวนอน	100
2. มีการเลื่อนในแนวนอนไป 1 มิลลิเมตร	90
3. มีการเลื่อนในแนวตั้งไป 1 มิลลิเมตร	78
4. มีการเลื่อนทั้งแนวตั้งและแนวนอนข้างละ 1 มิลลิเมตร	87

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองการตรวจข้อสอบครั้งที่ 1

ตำแหน่งการวางกระดาษ	คะแนนเต็ม 100 คะแนน
1. ไม่มีการเลื่อนทั้งแนวตั้งและแนวนอน	100
2. มีการเลื่อนในแนวนอนไป 1 มิลลิเมตร	90
3. มีการเลื่อนในแนวตั้งไป 1 มิลลิเมตร	89
4. มีการเลื่อนทั้งแนวตั้งและแนวนอนข้างละ 1 มิลลิเมตร	95

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองการตรวจข้อสอบครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งการวางกระดาษ	คะแนนเต็ม 100 คะแนน
1. ไม่มีการเลื่อนทั้งแนวตั้งและแนวนอน	100
2. มีการเลื่อนในแนวนอนไป 1 มิลลิเมตร	92
3. มีการเลื่อนในแนวตั้งไป 1 มิลลิเมตร	86
4. มีการเลื่อนทั้งแนวตั้งและแนวนอนข้างละ 1 มิลลิเมตร	83

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองการตรวจข้อสอบครั้งที่ 3

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุป วิจารณ์และแนวทางการพัฒนา

ระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยที่ได้สร้างขึ้นมานี้ เป็นระบบตรวจข้อสอบที่ได้ใช้วิธีการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในการตรวจข้อสอบ ระบบตรวจข้อสอบดังกล่าวนี้มีลักษณะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งตัวโปรแกรมนี้จะทำหน้าที่รับไฟล์ข้อมูลภาพที่ได้จากการสแกนกระดาษคำตอบที่เป็นเฉลยและรับไฟล์ข้อมูลภาพที่ได้จากการการสแกนกระดาษคำตอบของนักศึกษา จากนั้นโปรแกรมจะทำหน้าที่ประมวลผลไฟล์ข้อมูลภาพทั้งสองเพื่อให้ได้คะแนนสอบของนักศึกษาออกมา และทำการแสดงผลคะแนนสอบของนักศึกษา

จากการทดลองใช้งานระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยนี้ พบว่าการตรวจข้อสอบของระบบสามารถให้ผลการตรวจที่ถูกต้องแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้นั้น การสแกนกระดาษคำตอบจะต้องมีการวางตำแหน่งของกระดาษให้ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้เท่านั้น ดังหัวข้อที่ 5.2 ซึ่งเป็นผลการทดลองการตรวจข้อสอบ จะเห็นได้ว่าหากเราทำการวางกระดาษคำตอบที่ต้องการสแกนได้ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้ ผลการตรวจจะมีความถูกต้องแม่นยำ แต่ถ้าหากเราวางกระดาษคำตอบไม่ตรงกับแนวที่กำหนดไว้ ผลการตรวจนั้นจะเกิดความผิดพลาดขึ้น ในส่วนของเวลาที่ใช้ในการตรวจข้อสอบจะใช้เวลา 1 นาที ต่อกระดาษคำตอบ 1 ชุด โดยประมาณ ระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยที่ได้สร้างขึ้นมานี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของตำแหน่งในการวางกระดาษคำตอบ อีกทั้งในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการตรวจข้อสอบซึ่งมีความเร็วไม่มากพอทำให้การตรวจข้อสอบมีความล่าช้าเกิดขึ้น ดังนั้นระบบตรวจข้อสอบนี้ควรได้รับการปรับปรุงและพัฒนาในเรื่องของตำแหน่งในการวางกระดาษคำตอบและเวลาที่ใช้ในการตรวจข้อสอบ เพื่อให้ระบบตรวจข้อสอบมีประสิทธิภาพในการตรวจมากยิ่งขึ้น

สำหรับแนวทางในการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยนี้ จะต้องเพิ่มส่วนของการปรับตำแหน่งของภาพกระดาษคำตอบ ซึ่งในส่วนนี้จะทำหน้าที่ปรับตำแหน่งของภาพกระดาษคำตอบที่ได้จากการสแกนภาพให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ ก่อนที่จะทำการประมวลผลภาพเพื่อให้ได้คะแนนออกมา ส่วนนี้เองที่จะแก้ไขความผิดพลาดในเรื่องของตำแหน่งในการวางกระดาษคำตอบอันเนื่องมาจากผู้ใช้ระบบตรวจข้อสอบ และเวลาที่ใช้ในการตรวจข้อสอบจะเร็วขึ้นเนื่องจากผู้ใช้ระบบตรวจข้อสอบไม่ต้องเสียเวลากับการวางกระดาษคำตอบให้ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ ดังนั้นหากระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยนี้ได้รับการพัฒนาตรงจุดนี้แล้วจะทำให้มีประสิทธิภาพในการตรวจมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. พล.ร.ต. บุญเลิศ เอี่ยมทัศนา ร.น., "เดลไฟ" ,373 หน้า ,2539

2. Xavier Pacheco and Steve Teixeira , "Delphi2 Developer's Guide" ,1322 p ,1996

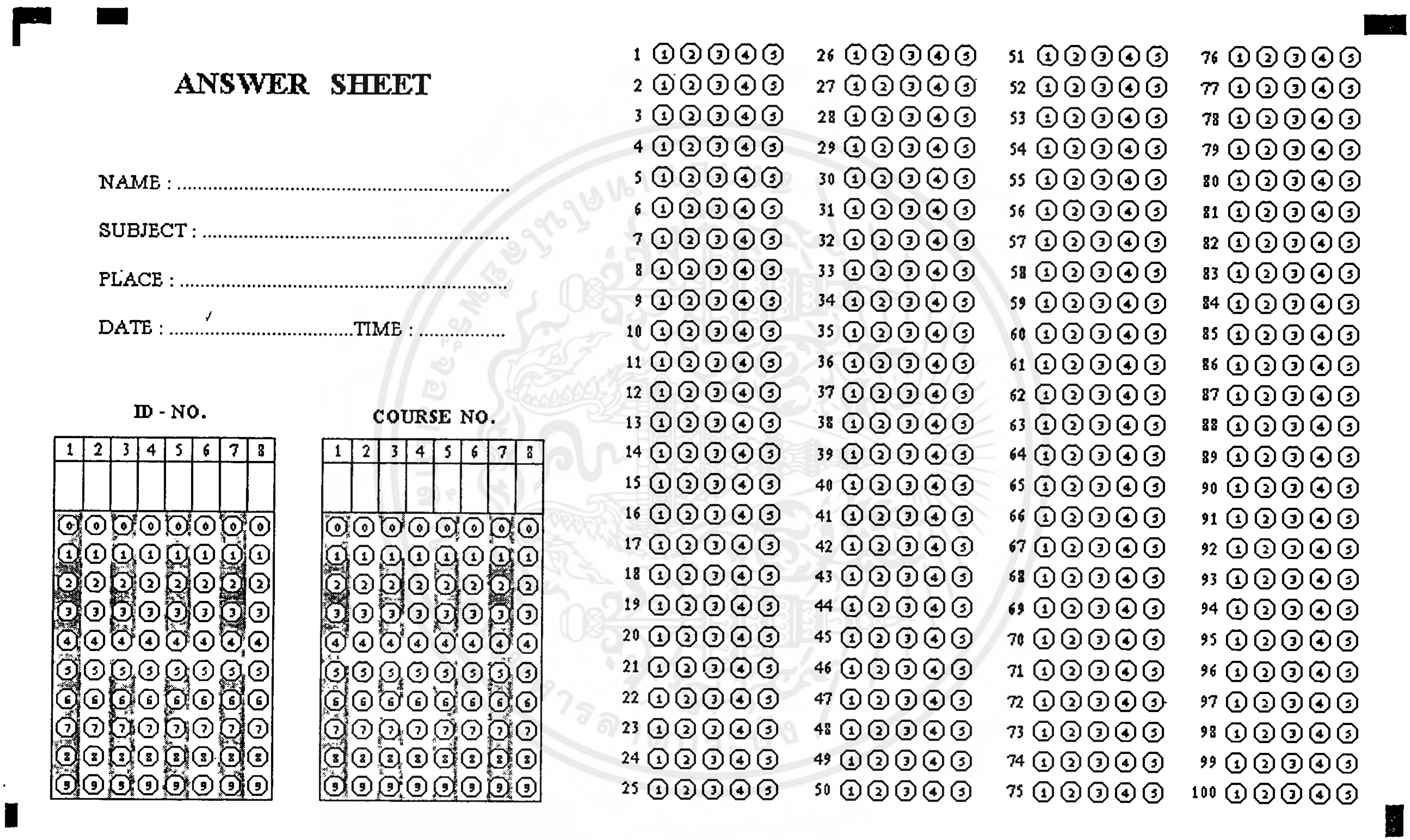
3. Lois J.Galbiati Jr , "Machine Vision and Digital Image Processing Fundamental" ,58-56 p ,1987

4. Rafael C.Gonzalaz and Paul Wintz , "Digital Image Processing" ,1-179 and 398-402 p ,1987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก ตัวอย่างกระดาษคำตอบที่ใช้ในระบบตรวจข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข โปรแกรมตรวจข้อสอบ

```
unit Unit6;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  ExtCtrls, StdCtrls, Buttons, ExtDlgs;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    OpenPictureDialog1: TOpenPictureDialog;
    BitBtn1: TBitBtn; {Mother}
    BitBtn2: TBitBtn; {Data}
    BitBtn3: TBitBtn; {All}
    BitBtn5: TBitBtn; {Exit}
    BitBtn6: TBitBtn;
    Panel2: TPanel;
    Image1: TImage;
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn3Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn6Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn5Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1 : TForm1;
  choice, counters : Byte;
  ID_NO : array [1..8] of char;
  CourseNo : array [1..8] of char;
  CourseMother : array [1..8] of char;
  CheckChoice1 : array [1..120] of char;
  ChoiceA,ChoiceB,ChoiceC,ChoiceD,ChoiceE : array [1..120] of char;
  ChoiceAM,ChoiceBM,ChoiceCM,ChoiceDM,ChoiceEM : array [1..120] of char;
  CourseF2,choiceF2 : string;

implementation

uses Unit3;

{$R *.DFM}

PROCEDURE OpenFile;
BEGIN
   Form1.OpenPictureDialog1.Execute;
   Form1.Image1.Picture.LoadFromFile(Form1.OpenPictureDialog1.Filename);
END;

PROCEDURE CheckID(var Boolean1:Boolean);
VAR
  count, ch   : Byte;
  i, j, x, y  : Integer;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  checkID     : array [1..8] of Byte;
BEGIN
  count := 0;
  ch := 1;
  for i:= 1 to 8 do
    begin
    ID_NO[i]:='?';
    checkID[i]:=0;
    end; {for i}
  j := 232;
  i := 20;
  repeat

   repeat
     for x:= i to i+7 do
       begin
       for y:= j to j+7 do
         if Form1.Image1.Canvas.Pixels[x,y]=clblack then
             count := count+1;
       end; {for x}
     if count>30 then checkID[ch] := checkID[ch]+1;        {30-47}

     case j of
          232 : if count>30 then ID_NO[ch]:='0';

          245 : if count>30 then ID_NO[ch]:='1';

          258 : if count>30 then ID_NO[ch]:='2';

          271 : if count>30 then ID_NO[ch]:='3';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        284 : if count>30 then ID_NO[ch]:='4';

        297 : if count>30 then ID_NO[ch]:='5';

        310 : if count>30 then ID_NO[ch]:='6';

        323 : if count>30 then ID_NO[ch]:='7';

        336 : if count>30 then ID_NO[ch]:='8';

        349 : if count>30 then ID_NO[ch]:='9';

    end; {case}

    j  := j+13;
    count := 0;

   until  j>349;

   j  := 232;
   i  := i+12;
   ch := ch+1;

  until i>104;

  Boolean1 := True:

  if (checkID[1]<>1) or (checkID[2]<>1) or (checkID[3]<>1) or
     (checkID[4]<>1) or (checkID[5]<>1) or (checkID[6]<>1) or
     (checkID[7]<>1) or (checkID[8]<>1) then
     begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MessageBeep(0);
        if MessageDlg('Unknown ID-NO. You want check.',mtInformation,
          [mbYes,mbNo],0)=idNo then
        begin
          Boolean1 := False;
          Form1.BitBtn3.Enabled := False;
        end
        else
        begin
        Form1.BitBtn3.Enabled := True;
        for i:=1 to 8 do
        if checkID[i]<>1 then ID_NO[i]:='?';
        end;
      end; {if}
END;

PROCEDURE CheckCourseNo(Boolean1:Boolean);
var
  count, ch    : Byte;
  i, j, x, y   : Integer;
  CheckCourse  : array [1..8] of Byte;
BEGIN
   if Boolean1=False then Exit;
   count := 0;
   ch := 1;
   for i:= 1 to 8 do
     begin
     CourseNo[i]:='?';
     CheckCourse[i]:=0;
     end; {for i}
   j := 232;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
i := 141;
repeat

 repeat
   for x:= i to i+7 do
     begin
       for y:= j to j+7 do
        if Form1.Image1.Canvas.Pixels[x,y]=clblack then
          count := count+1;
     end;  {for x}
   if count>30 then CheckCourse[ch] := CheckCourse[ch]+1;

   case j of
        232 : if count>30 then CourseNo[ch]:='0';

        245 : if count>30 then CourseNo[ch]:='1';

        258 : if count>30 then CourseNo[ch]:='2';

        271 : if count>30 then CourseNo[ch]:='3';

        284 : if count>30 then CourseNo[ch]:='4';

        297 : if count>30 then CourseNo[ch]:='5';

        310 : if count>30 then CourseNo[ch]:='6';

        323 : if count>30 then CourseNo[ch]:='7';

        336 : if count>30 then CourseNo[ch]:='8';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            349 : if count>30 then CourseNo[ch]:='9';

        end; {case}

        j  := j+13;
        count := 0;

      until  j>349;

      j  := 232;
      i  := i+12;
      ch := ch+1;

    until i>225;

    if (CheckCourse[1]<>1) or (CheckCourse[2]<>1) or (CheckCourse[3]<>1) or
      (CheckCourse[4]<>1) or (CheckCourse[5]<>1) or (CheckCourse[6]<>1) or
      (CheckCourse[7]<>1) or (CheckCourse[8]<>1) then
      begin
         MessageBeep(0);
         ShowMessage('You must have course number');
         Form1.BitBtn1.Enabled := true;
         Form1.BitBtn2.Enabled := True;
         Form1.BitBtn3.Enabled := true;
         Form1.BitBtn6.Enabled := True;
      end; {if}
   Form1.BitBtn3.Enabled := True;
END;

PROCEDURE CheckCourseMother;
VAR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
count, ch   : Byte;
i, j, x, y  : Integer;
CheckCourse  : array [1..8] of Byte;
BEGIN
 count := 0;
 ch := 1;
 for i:= 1 to 8 do
   begin
   CourseMother[i]:='?';
   CheckCourse[i]:=0;
   end;   {for i}
 j := 232;
 i := 141;
 repeat

  repeat
    for x:= i to i+7 do
      begin
        for y:= j to j+7 do
          if Form1.Image1.Canvas.Pixels[x,y]=clblack then
            count := count+1;
      end;  {for x}
    if count>30 then CheckCourse[ch] := CheckCourse[ch]+1;

    case j of
         232 : if count>30 then CourseMother[ch]:='0';

         245 : if count>30 then CourseMother[ch]:='1';

         258 : if count>30 then CourseMother[ch]:='2';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            271 : if count>30 then CourseMother[ch]:='3';

            284 : if count>30 then CourseMother[ch]:='4';

            297 : if count>30 then CourseMother[ch]:='5';

            310 : if count>30 then CourseMother[ch]:='6';

            323 : if count>30 then CourseMother[ch]:='7';

            336 : if count>30 then CourseMother[ch]:='8';

            349 : if count>30 then CourseMother[ch]:='9';

      end;  {case}

      j  := j+13;
      count := 0;

    until  j>349;

    j  := 232;
    i  := i+12;
    ch := ch+1;

  until i>225;

  Form1.BitBtn1.Enabled := true;
  Form1.BitBtn2.Enabled := True;
  Form1.BitBtn6.Enabled := True;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if (CheckCourse[1]<>1) or (CheckCourse[2]<>1) or (CheckCourse[3]<>1) or
    (CheckCourse[4]<>1) or (CheckCourse[5]<>1) or (CheckCourse[6]<>1) or
    (CheckCourse[7]<>1) or (CheckCourse[8]<>1) then
   begin
     MessageBeep(0);
     ShowMessage('You must have course number');
     Form1.BitBtn1.Enabled := True;
     Form1.BitBtn2.Enabled := true;
     Form1.BitBtn6.Enabled := true;
   end; {if}
END;

PROCEDURE CheckMotherChoice(NumberOfChoice:Byte);
VAR
  count, choice   : Byte;
  i, j, x, y  : Integer;
BEGIN
 {================ choice 1 to 25 ===================}
  choice := 0;

  if choice<NumberOfChoice then
begin
  count := 0;
  i := 286;
  j := 15;
  repeat
  choice := choice + 1;
   repeat
     for y:= j to j+7 do
       begin
       for x:= i to i+7 do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          if Form1.Image1.Canvas.Pixels[x,y] = clblack then
            count := count + 1
        end; {if y}
      case i of
       286 : if count>30 then ChoiceAM[choice] := 'T'
                   else ChoiceAM[choice] := 'F';
       298 : if count>30 then ChoiceBM[choice] := 'T'
                   else ChoiceBM[choice] := 'F';
       310 : if count>30 then ChoiceCM[choice] := 'T'
                   else ChoiceCM[choice] := 'F';
       322 : if count>30 then ChoiceDM[choice] := 'T'
                   else ChoiceDM[choice] := 'F';
       334 : if count>30 then ChoiceEM[choice] := 'T'
                   else ChoiceEM[choice] := 'F';
      end;
      i := i + 12;
      count := 0;

    until i>334;
    i := 286;
    j := j + 14;
    if choice=NumberOfChoice then j:=370;
  until j>351;
end; {if}

  {=================== choice 26 to 50 ====================}

if choice<NumberOfChoice then
begin
  count := 0;
  i := 373;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
j := 15;
repeat
choice := choice + 1;
 repeat
   for y:= j to j+7 do
     begin
     for x:= i to i+7 do
       if Form1.Image1.Canvas.Pixels[x,y] = clblack then
         count := count + 1
     end; {if y}
   case i of
     373 : if count>30 then ChoiceAM[choice] := 'T'
                else ChoiceAM[choice] := 'F';
     385 : if count>30 then ChoiceBM[choice] := 'T'
                else ChoiceBM[choice] := 'F';
     397 : if count>30 then ChoiceCM[choice] := 'T'
                else ChoiceCM[choice] := 'F';
     409 : if count>30 then ChoiceDM[choice] := 'T'
                else ChoiceDM[choice] := 'F';
     421 : if count>30 then ChoiceEM[choice] := 'T'
                else ChoiceEM[choice] := 'F';
   end;
   i := i + 12;
   count := 0;

 until i>421;
 i := 373;
 j := j + 14;
 if choice=NumberOfChoice then j:=370;
until j>351;
end; {if}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{================== chioce 51 to 75 =====================}

if choice<NumberOfChoice then
begin
  count := 0;
  i := 459;
  j := 15;
  repeat
  choice := choice + 1;
   repeat
     for y:= j to j+7 do
       begin
       for x:= i to i+7 do
         if Form1.Image1.Canvas.Pixels[x,y] = clblack then
           count := count + 1
       end; {if y}
     case i of
      459 : if count>30 then ChoiceAM[choice] := 'T'
                   else ChoiceAM[choice] := 'F';
      471 : if count>30 then ChoiceBM[choice] := 'T'
                   else ChoiceBM[choice] := 'F';
      483 : if count>30 then ChoiceCM[choice] := 'T'
                   else ChoiceCM[choice] := 'F';
      495 : if count>30 then ChoiceDM[choice] := 'T'
                   else ChoiceDM[choice] := 'F';
      507 : if count>30 then ChoiceEM[choice] := 'T'
                   else ChoiceEM[choice] := 'F';
     end;
     i := i + 12;
     count := 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        until i>507;
        i := 459;
        j := j + 14;
        if choice=NumberOfChoice then j:=370;
      until j>351;
    end; {if}

      {================= choice 76 to 100 ======================}

    if choice<NumberOfChoice then
    begin
      count := 0;
      i := 546;
      j := 15;
      repeat
      choice := choice + 1;
       repeat
         for y:= j to j+7 do
           begin
           for x:= i to i+7 do
             if Form1.Image1.Canvas.Pixels[x,y] = clblack then
               count := count + 1
           end;  {for y}
         case i of
          546 : if count>30 then ChoiceAM[choice] := 'T'
                       else ChoiceAM[choice] := 'F';
          558 : if count>30 then ChoiceBM[choice] := 'T'
                       else ChoiceBM[choice] := 'F';
          570 : if count>30 then ChoiceCM[choice] := 'T'
                       else ChoiceCM[choice] := 'F';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      582 : if count>30 then ChoiceDM[choice] := 'T'
                  else ChoiceDM[choice] := 'F';
      594 : if count>30 then ChoiceEM[choice] := 'T'
                  else ChoiceEM[choice] := 'F';
     end;
     i := i + 12;
     count := 0;
   until i>594;
   i := 546;
   j := j + 14;
   if choice=NumberOfChoice then j:=370;
  until j>351;
end;{if}

END;

PROCEDURE CheckDataChoice(NumberOfChoice:Byte);
VAR
  count, choice   : Byte;
  i, j, x, y  : Integer;
BEGIN
  {================== choice 1 to 25 =====================}
  choice := 0;

  if choice<NumberOfChoice then
begin
  count := 0;
  i := 286;
  j := 15;
  repeat
  choice := choice + 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
repeat
  for y:= j to j+7 do
    begin
    for x:= i to i+7 do
      if Form1.Image1.Canvas.Pixels[x,y] = clblack then
        count := count + 1
    end; {if y}
  case i of
   286 : if count>30 then ChoiceA[choice] := 'T'
                else ChoiceA[choice] := 'F';
   298 : if count>30 then ChoiceB[choice] := 'T'
                else ChoiceB[choice] := 'F';
   310 : if count>30 then ChoiceC[choice] := 'T'
                else ChoiceC[choice] := 'F';
   322 : if count>30 then ChoiceD[choice] := 'T'
                else ChoiceD[choice] := 'F';
   334 : if count>30 then ChoiceE[choice] := 'T'
                else ChoiceE[choice] := 'F';
  end;
  i := i + 12;
  count := 0;

until i>334;
i := 286;
j := j + 14;
if choice=NumberOfChoice then j:=370;
until j>351;
end; {if}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{==================== choice 26 to 50 =======================}

if choice<NumberOfChoice then
begin
  count := 0;
  i := 373;
  j := 15;
  repeat
  choice := choice + 1;
   repeat
     for y:= j to j+7 do
       begin
       for x:= i to i+7 do
         if Form1.Image1.Canvas.Pixels[x,y] = clblack then
           count := count + 1
       end; {if y}
     case i of
      373 : if count>30 then ChoiceA[choice] := 'T'
                   else ChoiceA[choice] := 'F';
      385 : if count>30 then ChoiceB[choice] := 'T'
                   else ChoiceB[choice] := 'F';
      397 : if count>30 then ChoiceC[choice] := 'T'
                   else ChoiceC[choice] := 'F';
      409 : if count>30 then ChoiceD[choice] := 'T'
                   else ChoiceD[choice] := 'F';
      421 : if count>30 then ChoiceE[choice] := 'T'
                   else ChoiceE[choice] := 'F';
     end;
     i := i + 12;
     count := 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      until i>421;
      i := 373;
      j := j + 14;
      if choice=NumberOfChoice then j:=370;
    until j>351;
  end; {if}

    {=================== chioce 51 to 75 =====================}

  if choice<NumberOfChoice then
  begin
    count := 0;
    i := 459;
    j := 15;
    repeat
    choice := choice + 1;
     repeat
       for y:= j to j+7 do
         begin
         for x:= i to i+7 do
           if Form1.Image1.Canvas.Pixels[x,y] = clblack then
             count := count + 1
         end; {if y}
       case i of
        459 : if count>30 then ChoiceA[choice] := 'T'
                      else ChoiceA[choice] := 'F';
        471 : if count>30 then ChoiceB[choice] := 'T'
                      else ChoiceB[choice] := 'F';
        483 : if count>30 then ChoiceC[choice] := 'T'
                      else ChoiceC[choice] := 'F';
        495 : if count>30 then ChoiceD[choice] := 'T'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    else ChoiceD[choice] := 'F';
          507 : if count>30 then ChoiceE[choice] := 'T'
                    else ChoiceE[choice] := 'F';
        end;
        i := i + 12;
        count := 0;

      until i>507;
      i := 459;
      j := j + 14;
      if choice=NumberOfChoice then j:=370;
    until j>351;
  end; {if}

  {================= choice 76 to 100 =====================}

  if choice<NumberOfChoice then
  begin
    count := 0;
    i := 546;
    j := 15;
    repeat
    choice := choice + 1;
      repeat
        for y:= j to j+7 do
          begin
          for x:= i to i+7 do
            if Form1.Image1.Canvas.Pixels[x,y] = clblack then
              count := count + 1
          end;  {for y}
        case i of
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        546 : if count>30 then ChoiceA[choice] := 'T'
                  else ChoiceA[choice] := 'F';
        558 : if count>30 then ChoiceB[choice] := 'T'
                  else ChoiceB[choice] := 'F';
        570 : if count>30 then ChoiceC[choice] := 'T'
                  else ChoiceC[choice] := 'F';
        582 : if count>30 then ChoiceD[choice] := 'T'
                  else ChoiceD[choice] := 'F';
        594 : if count>30 then ChoiceE[choice] := 'T'
                  else ChoiceE[choice] := 'F';
      end;
      i := i + 12;
      count := 0;
    until i>594;
    i := 546;
    j := j + 14;
    if choice=NumberOfChoice then j:=370;
  until j>351;
end;{if}

END;

PROCEDURE CheckChoice(NumberOfChoice:Byte; var Byte1:Byte);
VAR i : Byte;
BEGIN
  Byte1 := 0;
  for i:=1 to NumberOfChoice do
  begin
    if (choiceAM[i]=choiceA[i])and(choiceBM[i]=choiceB[i])and
      (choiceCM[i]=choiceC[i])and(choiceDM[i]=choiceD[i])and
      (choiceEM[i]=choiceE[i]) then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      begin
         Byte1 := Byte1 + 1;
         CheckChoice1[i] := 'T';
      end
      else CheckChoice1[i] := 'F';
   end;
END;

PROCEDURE CheckCourse(NumberOfChoice:byte;var Byte1:Byte);
VAR CM,CN : string;
BEGIN
   CM := CourseMother[1]+CourseMother[2]+CourseMother[3]+
       CourseMother[4]+CourseMother[5]+CourseMother[6]+
       CourseMother[7]+CourseMother[8];
   CN := CourseNo[1]+CourseNo[2]+CourseNo[3]+CourseNo[4]+
       CourseNo[5]+CourseNo[6]+CourseNo[7]+CourseNo[8];
   if CM<>CN then
    begin
       MessageBeep(0);
       ShowMessage('Course number error. Load new answer sheet.');
       CheckChoice(NumberOfChoice,Byte1);
       Form1.BitBtn1.Enabled := False;
       Form1.BitBtn2.Enabled := True;
       Form1.BitBtn6.Enabled := True;
    end
    else CheckChoice(NumberOfChoice,Byte1);   {line 608}
END;

procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
{var x : byte; }
begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    choice := 100;
    OpenFile;  {line 47}
    CheckCourseMother;  {line 214}
    CheckMotherChoice(choice);  {line 290}

 end;

 procedure TForm1.BitBtn2Click(Sender: TObject);
 var ID : Boolean;
    {x : Byte;}
 begin
   OpenFile;   {line 47}
   checkID(ID);   {line  55}
   CheckCourseNo(ID);  {line 139}
   CheckDataChoice(choice);  {line 449}

 end;

procedure TForm1.BitBtn3Click(Sender: TObject);
var counter, i : Byte;
begin
  CheckCourse(choice,counter);   {line 625}
  counters := counter;
  Form3.Edit1.Text := CourseNo[1]+CourseNo[2]+CourseNo[3]+CourseNo[4]+
                CourseNo[5]+CourseNo[6]+CourseNo[7]+CourseNo[8];
  Form3.Edit2.Text := ID_NO[1]+ID_NO[2]+ID_NO[3]+ID_NO[4]+
                ID_NO[5]+ID_NO[6]+ID_NO[7]+ID_NO[8];
  Form3.Edit3.Text := IntToStr(choice);
  Form3.Edit4.Text := IntToStr(counters);
  Form3.Memo1.Lines.Clear;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  for i:=1 to choice do
   begin
    if CheckChoice1[i]='F' then
    Form3.Memo1.Lines.Text := Form3.Memo1.Lines.Text + inttostr(i)+'.     ';
   end;
   Form3.show;
end;

procedure TForm1.BitBtn6Click(Sender: TObject);
begin
BitBtn1.Enabled := True;
end;

procedure TForm1.BitBtn5Click(Sender: TObject);
begin
close;
end;

end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้