

เครื่องตรวจข้อสอบโดยใช้การประมวลผลทางภาพ

Multiple Choice Tests by Image Processing



นายคมยุทธ ไชยวงษ์  
นายสาริต โสวัจัสตาทกุล  
นายอภิชาติ ใหญ่ธรรมสาร

รพ.  
๑๑๕๑๑  
๒๕๔๗

เลขหมู่..... 62054  
เลขทะเบียน.....  
วัน,เดือน,ปี 27 ก.ค. 2549

b.....11608912  
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจข้อสอบโดยใช้การประมวลผลทางภาพ  
Multiple Choice Tests by Image Processing



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2547

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องตรวจข้อสอบ โดยการประมวลผลทางภาพ

Multiple Choice Tests by Image Processing

คณะผู้จัดทำ

นายนายคมยุทธ์ ไชยวงษ์ รหัส 45015357

นายสาริต โสวจัสตตากุล รหัส 45015389

นายอภิชาติ ไหญ่ธรรมสาร รหัส 45015397



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.วัชระ ถัสวีริยะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Multiple Choice Test by Image Processing

**Khomyuth      Chaiwong**

**Sathit            Sowajassatakul**

**Apichat         Yaitammasan**

**Dr. Watchara    Chatviriya    Advisor**

### ABSTACT

To examine answer sheet by Image Processing. This project adapts the theory at Image Processing to check the dark cycle mark from answer sheet.

The result which this project need is answer sheet's score processing. The method of this project is image translation and around dark cycle examination.

The result is stored into database which is user data, choice select from user and Image file name.

Show all result of point that minimum point, maximum point and average point.

Show test consist quest, answer and correct answer which test can random.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถเสร็จสมบูรณ์ได้ถ้าไม่ได้รับคำแนะนำ คำเตือนจากอาจารย์ ดร.วิษระ ฉัตรวิริยะ ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอย่างยิ่งสำหรับทุกสิ่งทุกอย่างที่ได้รับจากอาจารย์ นอกจากนี้ ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้สอนสั่งคณะผู้จัดทำจนมีความรู้ความสามารถจนถึงทุกวันนี้

ขอขอบคุณห้อง MML ที่ได้ให้คณะผู้จัดทำได้อาศัยและมีเครื่องมือเครื่องใช้ครบถ้วน  
ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือกันมาตลอด  
และขอขอบคุณพ่อแม่ที่เป็นกำลังใจให้มาตลอด

นายคมยุทธ ไชยวงษ์ 45015357

นายสาธิต โสวจิตตตกุล 45015389

นายอภิชาติ ใหญ่ธรรมสาร 45015397

## สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูปภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตของงาน.....	2
1.5 วิธีการดำเนินงาน.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ.....	4
2.1 สภาพทั่วไปของระบบ.....	4
2.1.1 กล้องเว็บแคม.....	4
2.1.2 กระจายคำตอบ.....	4
2.1.3 เครื่องคอมพิวเตอร์.....	4
2.2 กระจายคำตอบ.....	5
2.2.1 ส่วนข้อมูลของผู้สอบ เช่น ชื่อ นามสกุล รหัสนักศึกษา รหัสผู้เข้าสอบ.....	5
2.2.2 ส่วนของคำตอบของผู้สอบ.....	5
2.3 การแปลงภาพสีเป็นภาพขาว - ดำ.....	6
2.4 การหาพื้นที่.....	8
2.5 เทคนิคการทำ Line Segmentation.....	10
2.6 เทคนิคการทำ Choice Detection.....	10
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ.....	12
3.1 การออกแบบเพื่อควบคุมคุณภาพของภาพ.....	11
3.1.1 การควบคุมคุณภาพของภาพ.....	12
3.2 การออกแบบระบบ.....	13
3.2.1 ระบบตรวจข้อสอบ.....	13
3.2.2 การตรวจข้อสอบ.....	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

3.3 รูปแบบแบบและข้อบกพร่อง.....	23
3.3.1 การทำเครื่องหมายหลายๆคำตอบในข้อเดียว.....	23
3.3.2 ความเข้มมีไม่มากพอ.....	23
3.3.3 ความไม่สมบูรณ์ของเครื่องหมาย.....	23
3.3.4 ความผิดพลาดที่เกิดจากการลบคำตอบ.....	23
บทที่ 4 การทดลองและวิเคราะห์ผล.....	24
4.1 ขั้นตอนการทดลอง.....	24
4.1.1 การวัดผลจากกระดาษคำตอบทั้ง 3 ขนาด.....	24
4.1.2 การวัดผลในกรณีภาพมีล้อยลบจากยางลบ.....	24
4.1.3 การวัดผลในกรณีภาพเครื่องหมายที่เขียนด้วยปากกา.....	24
4.1.4 การวัดผลในกรณีภาพเครื่องหมายที่เขียนด้วยดินสอ 4B.....	24
4.1.5 การวัดผลในกรณีภาพเครื่องหมายที่เขียนด้วยดินสอ 2B.....	24
4.1.6 การวัดผลในกรณีภาพเครื่องหมายที่เขียนด้วยดินสอ HB.....	24
4.1.7 การทดสอบเพื่อตรวจหาการกลับทิศทางของกระดาษคำตอบ.....	24
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	24
4.2.1 กล้องเวปแคม.....	24
4.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์.....	24
4.2.3 จำนวนกระดาษคำตอบที่ใช้ในการทดลอง.....	25
4.3 การทดสอบโดยใช้ปากกาต่างๆในการฝนทำเครื่องหมายวงกลมทึบ.....	25
4.4 การทดสอบทำเครื่องหมายที่ผิดปกติแบบต่างๆ.....	26
4.5 การทดสอบด้วยกระดาษคำตอบขนาดต่างกัน.....	28
4.6 สรุปผลการทดลอง.....	28
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุปผล.....	29
5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	29
5.2 ผลที่ได้รับจากโครงการ.....	29
5.3 ปัญหาที่พบในโครงการ.....	29
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	30
บรรณานุกรม.....	31
ภาคผนวก.....	32
- ตัวอย่างภาพกระดาษคำตอบขนาดแบบต่าง.....	33
- ตัวอย่างการทำเครื่องหมายผิดแบบ.....	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

- ตัวอย่างภาพที่ทำเครื่องถ้วยปากกาแบบต่างๆ.....	36
- ตัวอย่างภาพหลังจากการตัดเอาเฉพาะส่วนที่สนใจ.....	41
- การออกแบบหน้าจออินเทอร์เน็ตเฟส.....	42



## สารบัญตาราง

ตารางที่ 4-1 แสดงจำนวนของกระดาษคำตอบและชนิดการทำเครื่องหมาย.....	25
ตารางที่ 4-2 แสดงเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของกระดาษคำตอบขนาด640x480.....	25
ตารางที่ 4-3 แสดงเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของกระดาษคำตอบขนาด 320x240.....	25
ตารางที่ 4-4 แสดงเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของกระดาษคำตอบขนาด 160x120.....	26
ตารางที่ 4-5 แสดงความถูกต้องของการฝนด้วยปากกาแบบต่างๆ.....	26
ตารางที่ 4-6 การทดสอบการทำเครื่องหมายแบบผิดปรกติของกระดาษคำตอบขนาด 640x480.....	27
ตารางที่ 4-7 การทดสอบการทำเครื่องหมายแบบผิดปรกติของกระดาษคำตอบขนาด 320x240.....	27
ตารางที่ 4-8 การทดสอบการทำเครื่องหมายแบบผิดปรกติของกระดาษคำตอบขนาด 160x120.....	27
ตารางที่ 4-9 แสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของขนาดกระดาษที่แตกต่างกัน.....	28



## สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2-1	สภาพโดยรวมของระบบ.....	4
รูปที่ 2-2	ตัวอย่างของกระดาศำตอบ.....	5
รูปที่ 2-3	แสดงส่วนต่างๆของกระดาศำตอบ.....	6
รูปที่ 2-4	การเปลงภาพจากสี่เป็นขว-ดำ.....	7
รูปที่ 2-5	ตำแหน่งของจุดอ้างอิง.....	8
รูปที่ 2-6	ก่อนการหาพื้นที่วงกลมที่สมบูรณห์หรือเกณท์พอใช้.....	8
รูปที่ 2-7	หลังจากการหาพื้นที่วงกลมที่สมบูรณห์หรือเกณท์พอใช้.....	9
รูปที่ 2-8	ภาพหลังการตัดแยกข้อสอบ.....	10
รูปที่ 2-9	แสดงการ Sum เพื่อ Map เป็นกราฟ.....	10
รูปที่ 2-10	กราฟของคำตอบแบบต่างๆ.....	11
รูปที่ 3-1	แสดงภาครวมของระบบตรวยข้อสอบ.....	12
รูปที่ 3-2	ขนาดของกล่องควบคุมแสง.....	12
รูปที่ 3-3	รูปด้านบนกล่อง.....	13
รูปที่ 3-4	บล็อกไดอะแกรมการทำงานการแสดงผลคะแนน.....	15
รูปที่ 3-5	บล็อกไดอะแกรมฟังก์ชันการหาคำสูงสุด, คำต่ำสุด, คำเฉลี่ย.....	16
รูปที่ 3-6	บล็อกไดอะแกรมการทำงานแสดงผลข้อสอบ.....	17
รูปที่ 3-7	บล็อกไดอะแกรมฟังก์ชันย่อยของการสุ่มข้อและคำตอบ.....	18
รูปที่ 3-8	บล็อกไดอะแกรมการทำงานการเพิ่มข้อสอบ.....	19
รูปที่ 3-9	บล็อกไดอะแกรมการทำงานการแก้ไขข้อสอบ.....	20
รูปที่ 3-10	บล็อกไดอะแกรมการทำงานการลบข้อสอบ.....	20
รูปที่ 3-11	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบโดยรวม.....	21
รูปที่ 3-12	บล็อกไดอะแกรมการทำงานในส่วนการตรวจคำตอบ.....	22
รูปที่ 3-13	แสดงการทำเครื่องหมายหลายคำตอบในข้อเดียว.....	23
รูปที่ 3-14	แสดงการทำเครื่องหมายไม่เข้มพอ.....	23
รูปที่ 3-15	แสดงการทำเครื่องหมายที่ไม่สมบูรณห์.....	23
รูปที่ 3-16	แสดงภาพที่เกิดจากรอยขงลบ.....	23
รูปที่ ก-1	แสดงขนาดกระดาศ 640x480 Pixel จำนวนข้อ 100 ข้อ จำนวนรห้สนักศีกษา 8 หลก.....	33
รูปที่ ก-2	แสดงขนาดกระดาศ 320x240 Pixel จำนวนข้อ 100 ข้อ จำนวนรห้สนักศีกษา 8 หลก.....	34
รูปที่ ก.3	แสดงขนาดกระดาศ 160x120 Pixel จำนวนข้อ 100 ข้อ จำนวนรห้สนักศีกษา 8 หลก.....	34
รูปที่ ข-1	แสดงรูปกระดาศที่ใช้ในการทดสอบ.....	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค-1 แสดงภาพสี่ของกระดาษคำตอบที่ใช้ดินสอ HB.....	36
รูปที่ ค-2 แสดงภาพขาว-ดำของกระดาษคำตอบที่ใช้ดินสอ HB.....	37
รูปที่ ค-3 แสดงภาพสี่ของกระดาษคำตอบที่ใช้ดินสอ 2B.....	37
รูปที่ ค-4 แสดงภาพขาว-ดำของกระดาษคำตอบที่ใช้ดินสอ 2B.....	38
รูปที่ ค-5 แสดงภาพสี่ของกระดาษคำตอบที่ใช้ดินสอ 4B.....	38
รูปที่ ค-6 แสดงภาพขาว-ดำของกระดาษคำตอบที่ใช้ดินสอ 4B.....	39
รูปที่ ค-7 แสดงภาพสี่ของกระดาษคำตอบที่ใช้ปากกาสีน้ำเงิน.....	39
รูปที่ ค-8 แสดงภาพขาว-ดำของกระดาษคำตอบที่ใช้ปากกาสีน้ำเงิน.....	40
รูปที่ ง-1 ตัดส่วนของคะแนนแยกออกเป็นส่วนๆแยกเป็น Column.....	41
รูปที่ ง-2 แสดงภาพของคำตอบแต่ละบรรทัด.....	41
รูปที่ ง-3 แสดงภาพส่วนของรหัสนักศึกษา.....	41
รูปที่ จ-1 เลือกเมนูในการทำงาน.....	42
รูปที่ จ-2 แสดงรหัสและคะแนนทั้งหมด.....	43
รูปที่ จ-3 แสดงคำถามและตัวเลือก.....	44
รูปที่ จ-4 แสดงบลิ๊อคให้กรอกข้อมูลเพื่อเพิ่มข้อมูล.....	44
รูปที่ จ-5 แสดงบลิ๊อคให้กรอกข้อมูลเพื่อแก้ไขข้อมูล.....	45
รูปที่ จ-6 แสดงบลิ๊อคให้กรอกข้อมูลเพื่อลบข้อมูล.....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันนี้การตอบแบบสอบถามและการตอบคำถามของข้อสอบแบบปรนัยต่างๆ เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันที่มีมักจะเกิดขึ้น เพื่อที่จะนำข้อมูลผลคำตอบที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์หรือประเมินผลต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดความต้องการในการตรวจคำตอบจำนวนมากให้ได้ผลรวดเร็วถูกต้องและประหยัดแรงงานในการที่ผู้คนที่ทำการตรวจคำตอบซึ่งเปลืองเวลามาก

วิธีการเก็บข้อมูลคำตอบอย่างหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้กันมากคือ การจัดทำแบบฟอร์มแล้วให้ผู้ที่จะทำการตอบเลือกทำเครื่องหมายลงบนกระดาษคำตอบ จากนั้นก็ทำการอ่านผลซึ่งจะสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การใช้คนตรวจคำตอบ หรือการใช้เครื่องอ่านกระดาษคำตอบที่ใช้แสงความถี่ต่ำกว่าแสงสีแดง ในการตรวจคำตอบ โดยการตรวจวัดแสงสะท้อนที่เกิดจากการระบายดินสอในตำแหน่งที่ต้องการคำตอบ ปัจจุบันมีความนิยมใช้การตรวจคำตอบนี้มาก

### 1.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จากการค้นหาได้พบว่าได้มี Project เกี่ยวกับการตรวจข้อสอบอัตโนมัติแบบที่ 1 เป็นของ นายนิมิต จันทรังค์ ระบบการรู้จำเครื่องหมายคำตอบแบบปรนัยด้วยข้อมูลจากเครื่องสแกนเนอร์ ปี พ.ศ. 2537

- โดยใช้การสแกนภาพ และนำไปประมวลด้วยโปรแกรมภาษา C

แบบที่ 2 เป็นของ นางสาวนงลักษณ์ โควาวิสารัช นางสาววฤณีย์ สือร่วมรุ่งเรือง และ นายชัชวาล ชาญสมร การนำเข้าข้อมูลและการตรวจคำตอบจากภาพกระดาษคำตอบแบบปรนัย ปี พ.ศ. 2543

- โดยใช้การสแกนภาพ

แบบที่ 3 เป็นของ นายสุรพงศ์ จงจิตเอื้อ และ นางสาวกนิษฐ ศรีกัลยานิวัต ระบบตรวจข้อสอบอัตโนมัติ ปี พ.ศ. 2546

- โดยใช้การสแกนภาพ และนำไปประมวลด้วยโปรแกรมภาษา MS Visual C.Net

วิทยานิพนธ์ของ นาย นิมิต จันทรังค์ ปี พ.ศ. 2539 ได้กล่าวสรุปไว้ว่า ถึงแม้ว่าการตรวจคำตอบโดยเครื่องอ่านชนิดที่ใช้แสงความถี่ต่ำกว่าแสงสีแดงนี้มีข้อดีคือ ทำงานได้รวดเร็ว แต่ก็ยังมีข้อเสียอยู่หลายอย่างเช่น

#### 1.2.1. ราคาแพง

1.2.2. จำนวนตำแหน่งที่จะสามารถทำเครื่องหมายคำตอบก็มีข้อจำกัด เนื่องจากอุปกรณ์ ตรวจวัดแสงสะท้อนนั้นจะถูกกำหนดให้อยู่ในตำแหน่งคงที่

1.2.3. แบบฟอร์มกระดาษคำตอบก็มีข้อจำกัดคือ ต้องมีเครื่องหมายกำกับระยะการตรวจคำตอบซึ่งมีลักษณะเป็นแถบสีดำอยู่ที่ด้านข้างของกระดาษคำตอบ ทำให้ไม่สามารถแยกความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของแสงสะท้อน ในกรณีที่มีการทำเครื่องหมายคำตอบด้วยสีที่จาง หรือมีการลบแก้ไข แล้ว ทำเครื่องหมายใหม่แต่ไม่ชัดเจน ซึ่งก่อให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจคำตอบ

ผู้จัดทำมีความประสงค์จะศึกษาและพัฒนาระบบตรวจกระดาษคำตอบแบบปรนัยที่มีราคาถูกโดยใช้อุปกรณ์รับภาพทั่วไป เช่น กล้องดิจิทัล หรือ เครื่องสแกนเนอร์ และอาศัยวิธีการประมวลผลภาพดิจิทัล การรู้จำรูปแบบ มาวิเคราะห์ผลคำตอบ

เทคนิคที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ เทคนิคการปรับปรุงภาพพื้นฐาน ซึ่งจะทำการกำจัดสัญญาณรบกวนบางส่วนและแก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลภาพที่อ่านมาโดยตรงจากกล้องดิจิทัล เพื่อที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมต่อการนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป เทคนิคต่อมาคือ เทคนิคการตัดแยกกระดาษคำตอบออกเป็นข้อ ขั้นตอนต่อไปก็จะทำการตรวจสอบโดยเทียบกับลักษณะของการทำเครื่องหมายขอบกระดาษคำตอบ แล้วจึงนำผลที่ได้มาพิจารณารวมกันเพื่อให้ได้ค่าผลสรุปที่ถูกต้อง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อ่านมาเก็บในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลคำตอบทางด้านอื่นๆ ต่อไป นอกจากนี้ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ มีการตรวจความถูกต้องของทิศทางการวางกระดาษคำตอบขณะทำการจับภาพด้วยกล้อง ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผลการตรวจมีความถูกต้อง

### 1.3. วัตถุประสงค์

1.3.1. นำเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัลและการรู้จำรูปแบบมาประยุกต์ใช้กับเครื่องตรวจข้อสอบ

### 1.4. ขอบเขตของงาน

โครงการนี้จะพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพในการคำนวณคะแนนที่ได้จากภาพที่ถ่ายเข้ามา โดยซอฟต์แวร์ของโครงการนี้มีขอบเขตดังนี้

1.4.1 สามารถตรวจสอบกระดาษคำตอบแบบ 5 ตัวเลือกได้

1.4.2 สามารถตรวจสอบการทำเครื่องหมาย เช่น

1.4.2.1 การทำเครื่องหมายหลายข้อ

1.4.2.2 การทำเครื่องหมายไม่สมบูรณ์

1.4.3 สามารถตรวจสอบการทำเครื่องหมายด้วยดินสอ 2B หรือ ปากกาสี

### 1.5. วิธีการดำเนินงาน

กำหนดขอบเขตของโครงการศึกษาเทคนิคและทฤษฎีที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาระบบการตรวจข้อสอบ เช่น การนำภาพเข้ามาประมวลผลเพื่อให้ได้ข้อมูล

1.5.1 วางแผนการทำงานและกำหนดระยะเวลาของการทำกิจกรรมต่างๆ

1.5.2 นำความรู้ที่ได้มาทั้งหมดมาวิเคราะห์และออกแบบตัวซอฟต์แวร์

1.5.3 พัฒนาซอฟต์แวร์ทั้งในส่วนของการตรวจคำตอบและส่วนการออกแบบกระดาษคำตอบ

1.5.4 ทดสอบซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นมา ตรวจสอบความถูกต้องว่าสามารถทำงานได้ตรงตามที่ได้กำหนดไว้

### 1.5.5 สรุปผลการทำงานของซอฟต์แวร์ ผลที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้ และแนวทางในการพัฒนางาน ศึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

#### 2.1 สภาพทั่วไปของระบบ

ระบบจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

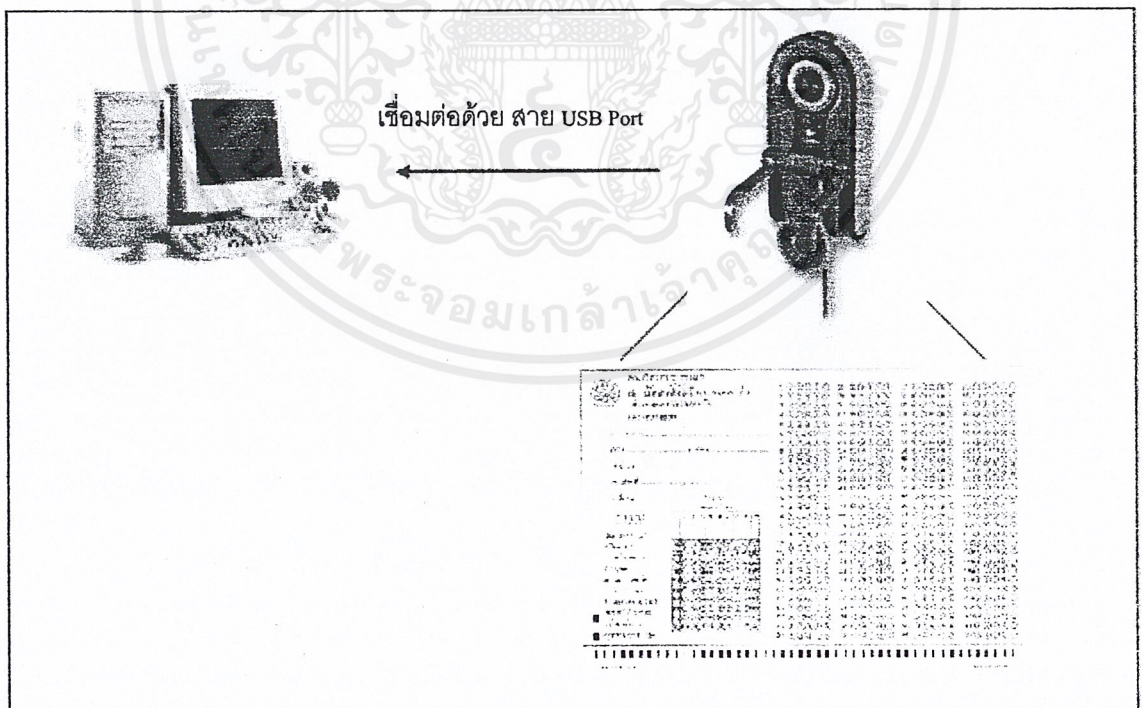
##### 2.1.1 กล้องเว็บแคม

##### 2.1.2 กระดาษคำตอบ

##### 2.1.3 เครื่องคอมพิวเตอร์

โดยทั้ง 3 ส่วนมีความสัมพันธ์กัน โดยใช้กล้องดิจิทัลถ่ายกระดาษคำตอบ และส่งต่อไปยัง เครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่านสาย USB ไปทำการประมวลผลภาพ

เมื่อระบบเริ่มทำงาน กระดาษคำตอบ จะถูกถ่ายด้วยกล้องดิจิทัล โดยกระดาษคำตอบจะต้องวางให้อยู่ในลักษณะที่ถูกต้องซึ่งจะถูกกำหนดให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยได้มีการควบคุมตำแหน่งของกระดาษคำตอบและความสว่างของแสงที่มีผลแต่ความเข้มของสัคน์สีคำตอบ การควบคุมดังกล่าวจะช่วยให้กระดาษคำตอบไม่เอียง ภาพที่ได้จะถูกนำเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบต่อไป ซึ่งในการตรวจสอบ กระดาษคำตอบ จะใช้เทคนิคต่างๆ ซึ่งจะกล่าวในลำดับต่อไป



รูปที่ 2-1 สภาพโดยรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


2.2 กระจายคำตอบ

กระจายคำตอบเป็นส่วนหนึ่งที่จะต้องใช้งานกับระบบ โดยกระจายคำตอบส่วนใหญ่จะมี ส่วนประกอบที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

2.2.1 ส่วนข้อมูลของผู้สอบ เช่น ชื่อ นามสกุล รหัสนักศึกษา รหัสผู้เข้าสอบ

2.2.2 ส่วนของคำตอบของผู้สอบ

รูปกระจายคำตอบจะมี 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนข้อมูลผู้สอบและส่วนคำตอบข้อมูลผู้สอบ ได้แก่ รหัสประจำตัว 8 หลัก และแต่ละหลักมี 10 ตัวเลข คือ (0 – 9) ส่วนของคำตอบจะมี 5 ตัวเล็ก (ก - จ) ซึ่ง 2 ส่วนนี้จะเป็นลักษณะสำคัญของกระจายคำตอบที่ควรจะมี



คณะกรรมการคสศ.  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กระจายคำตอบ

ชื่อ-นามสกุล \_\_\_\_\_

ชั้นปีที่ \_\_\_\_\_ ภาควิชา \_\_\_\_\_

วิชาที่สอบ \_\_\_\_\_

ภาคเรียนที่ \_\_\_\_\_

วันที่สอบ \_\_\_\_\_

ห้องสอบ \_\_\_\_\_

เลขประจำตัว \_\_\_\_\_

คำแนะนำ

- ใช้ดินสอค่า 2B
- หรือค่ากว่า
- ระบายในวงกลม
- ที่ต้องการ
- เมื่อต้องการแก้ไข
- วงให้ระบายแล้ว
- ให้ยางลบลบให้สะอาด
- ก่อนแล้วจึงระบาย
- วงใหม่ที่ต้องการ
- คู่มือระบายด้านหลัง

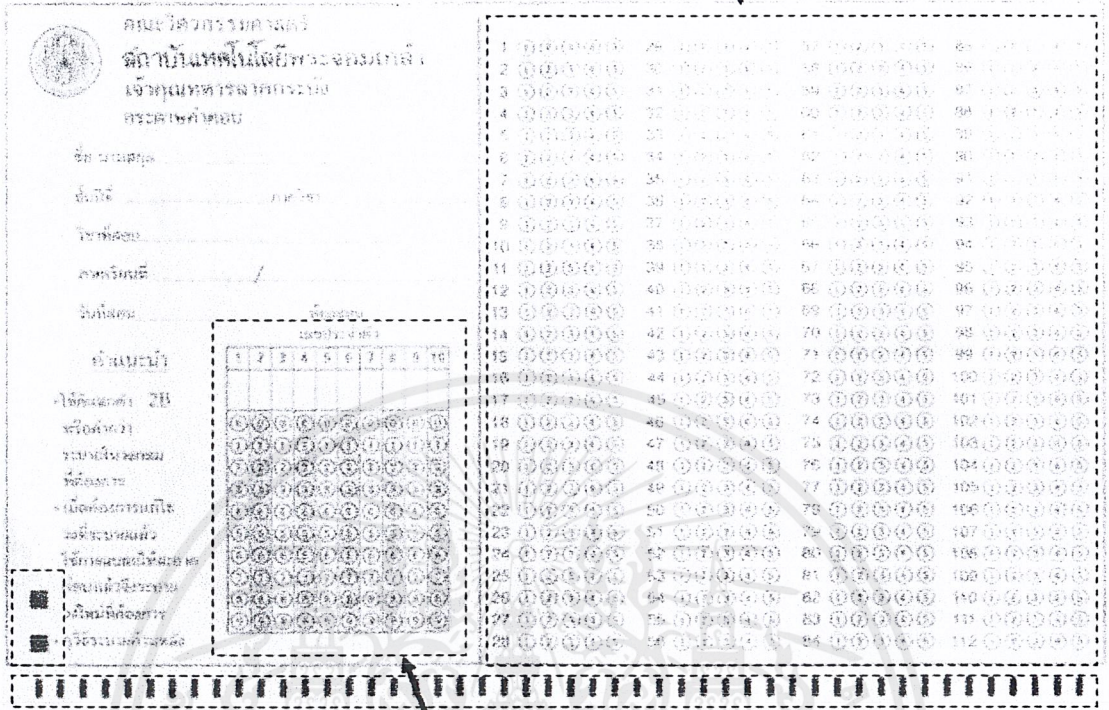
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

1	1	2	3	4	5
2	1	2	3	4	5
3	1	2	3	4	5
4	1	2	3	4	5
5	1	2	3	4	5
6	1	2	3	4	5
7	1	2	3	4	5
8	1	2	3	4	5
9	1	2	3	4	5
10	1	2	3	4	5
11	1	2	3	4	5
12	1	2	3	4	5
13	1	2	3	4	5
14	1	2	3	4	5
15	1	2	3	4	5
16	1	2	3	4	5
17	1	2	3	4	5
18	1	2	3	4	5
19	1	2	3	4	5
20	1	2	3	4	5
21	1	2	3	4	5
22	1	2	3	4	5
23	1	2	3	4	5
24	1	2	3	4	5
25	1	2	3	4	5
26	1	2	3	4	5
27	1	2	3	4	5
28	1	2	3	4	5
29	1	2	3	4	5
30	1	2	3	4	5
31	1	2	3	4	5
32	1	2	3	4	5
33	1	2	3	4	5
34	1	2	3	4	5
35	1	2	3	4	5
36	1	2	3	4	5
37	1	2	3	4	5
38	1	2	3	4	5
39	1	2	3	4	5
40	1	2	3	4	5
41	1	2	3	4	5
42	1	2	3	4	5
43	1	2	3	4	5
44	1	2	3	4	5
45	1	2	3	4	5
46	1	2	3	4	5
47	1	2	3	4	5
48	1	2	3	4	5
49	1	2	3	4	5
50	1	2	3	4	5
51	1	2	3	4	5
52	1	2	3	4	5
53	1	2	3	4	5
54	1	2	3	4	5
55	1	2	3	4	5
56	1	2	3	4	5
57	1	2	3	4	5
58	1	2	3	4	5
59	1	2	3	4	5
60	1	2	3	4	5
61	1	2	3	4	5
62	1	2	3	4	5
63	1	2	3	4	5
64	1	2	3	4	5
65	1	2	3	4	5
66	1	2	3	4	5
67	1	2	3	4	5
68	1	2	3	4	5
69	1	2	3	4	5
70	1	2	3	4	5
71	1	2	3	4	5
72	1	2	3	4	5
73	1	2	3	4	5
74	1	2	3	4	5
75	1	2	3	4	5
76	1	2	3	4	5
77	1	2	3	4	5
78	1	2	3	4	5
79	1	2	3	4	5
80	1	2	3	4	5
81	1	2	3	4	5
82	1	2	3	4	5
83	1	2	3	4	5
84	1	2	3	4	5
85	1	2	3	4	5
86	1	2	3	4	5
87	1	2	3	4	5
88	1	2	3	4	5
89	1	2	3	4	5
90	1	2	3	4	5
91	1	2	3	4	5
92	1	2	3	4	5
93	1	2	3	4	5
94	1	2	3	4	5
95	1	2	3	4	5
96	1	2	3	4	5
97	1	2	3	4	5
98	1	2	3	4	5
99	1	2	3	4	5
100	1	2	3	4	5
101	1	2	3	4	5
102	1	2	3	4	5
103	1	2	3	4	5
104	1	2	3	4	5
105	1	2	3	4	5
106	1	2	3	4	5
107	1	2	3	4	5
108	1	2	3	4	5
109	1	2	3	4	5
110	1	2	3	4	5
111	1	2	3	4	5
112	1	2	3	4	5

รูปที่ 2-2 ตัวอย่างของกระจายคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของกระดาษคำตอบ



ส่วนของการเช็ค threshold

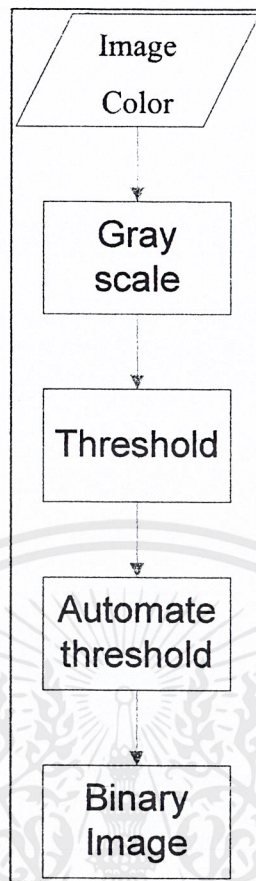
ส่วนของรหัสนักศึกษา

Barcode ใช้ในการ markpoint

รูปที่ 2-3 แสดงส่วนต่างๆของกระดาษคำตอบ

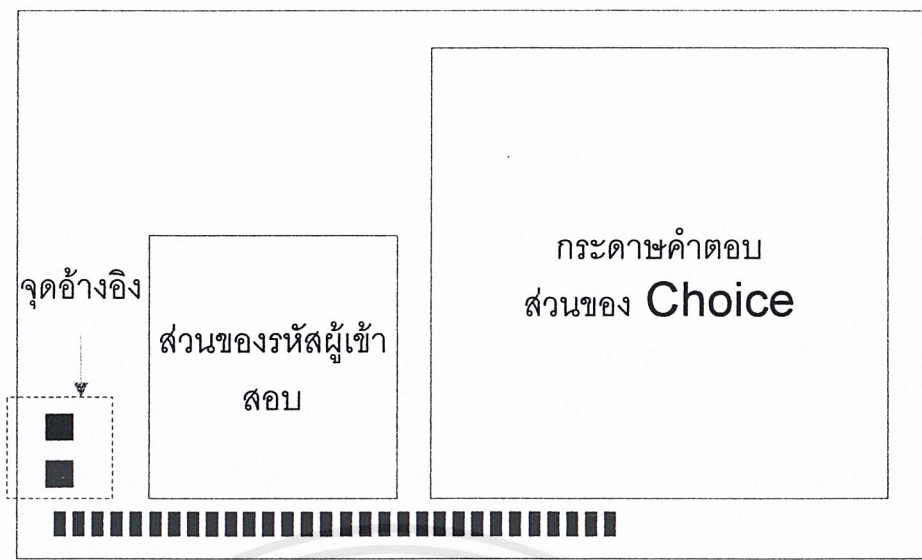
2.3 การแปลงภาพสีเป็นภาพขาว - ดำ

ภาพสีที่ได้จากกล้องเว็บแคม ได้มาจากกล้องผ่าน USB port โดยขนาดของภาพมีขนาด 640X480 ซึ่งเป็นขนาดภาพที่เหมาะสมที่สุดในการทำงาน โดยให้ความเร็วและความถูกต้องของคำตอบที่ดีและเหมาะสม ภาพของกระดาษคำตอบถูกนำเข้ามาที่คอมพิวเตอร์ ซึ่งภาพที่ได้มาเราจะต้องเอาแปลงให้เป็นภาพขาว-ดำก่อน โดยผ่านกระบวนการตามบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 2-4



รูปที่ 2-4 การแปลงภาพจากสีเป็นขาว-ดำ

ค่า Threshold ที่ใช้ในการแปลงภาพสีไปเป็นภาพขาว-ดำ ทำได้โดยการหาค่า Threshold ที่เหมาะสมที่สุดในการแปลงภาพสีให้เป็นภาพขาว-ดำ (Binary Image) โดยจะมีจุดอ้างอิง ซึ่งจะใช้จุดอ้างอิง ในการกำหนดค่า threshold ซึ่งจุดอ้างอิงดังกล่าว คือ จุดสีดำ สีเหลือง 2 จุดที่อยู่ ด้านล่างทางซ้ายของภาพ และเป็นจุดเช็คความถูกต้องของการใส่กระดาษคำตอบด้วย



รูปที่ 2-5 ตำแหน่งของจุดอ้างอิง

### 2.4 การหาพื้นที่

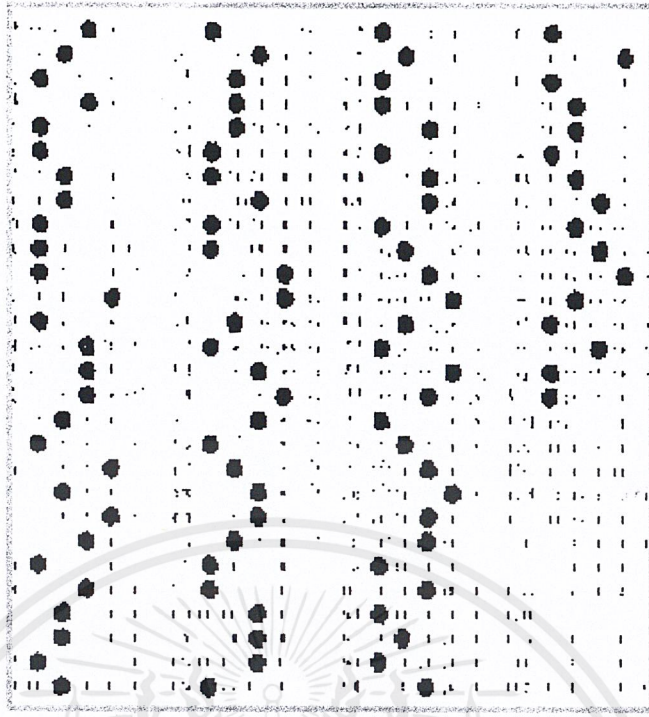
การหาพื้นที่ของวงกลม โดยเราจะหาพื้นที่ ของวงกลม เพื่อตรวจสอบขนาดของวงกลมที่ถูกลงมา โดยจะต้องมีขนาดที่อยู่ในขั้นที่ยอมรับได้ และเมื่อได้ขนาดของวงกลมที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้แล้ว เราก็จะให้มีการคิดคะแนนให้

$$\text{พื้นที่วงกลม} = \pi r^2$$

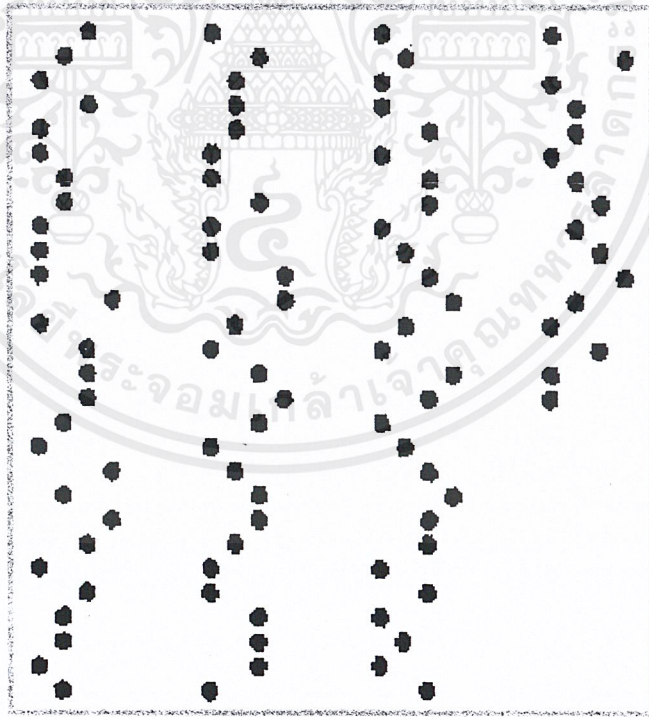
การหาพื้นที่สี่เหลี่ยม โดยจะใช้หาพื้นที่ของจุดอ้างอิงเพื่อปรับค่า Threshold ให้มีค่าที่เหมาะสมกับการทำงาน

$$\text{พื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส} = \text{กว้าง} \times \text{ยาว}$$

เมื่อเราได้ภาพกระดาษคำตอบ ขาว-ดำ แล้ว ต่อไปจะหาพื้นที่ของวงกลมที่อยู่บนกระดาษคำตอบ โดยเราจะสนใจเฉพาะวงกลมที่มีขนาดหรือพื้นที่ใกล้เคียงพื้นที่ของวงกลมที่สมบูรณ์ที่สุด และส่วนพื้นที่อื่นๆบนกระดาษคำตอบที่มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าก็จะไม่สนใจนั้นก็เปรียบเหมือนไม่สนใจจุดภาพที่ไม่จำเป็น หรือ สัญญาณรบกวน (Noise) ที่ไม่ต้องการจากภาพกระดาษคำตอบ ออกไปได้เลย



รูปที่ 2-6 ก่อนการหาพื้นที่วงกลมที่สมบูรณ์หรือเกณฑ์พอใช้

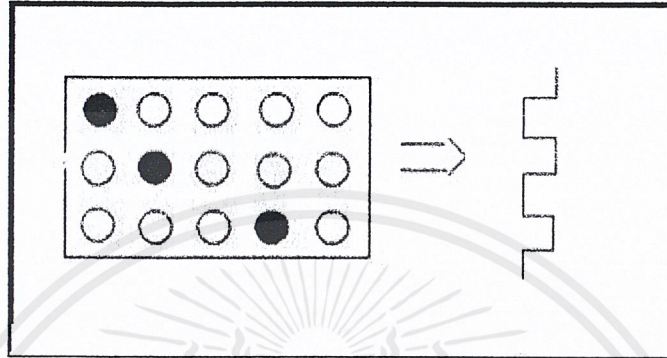


รูปที่ 2-7 หลังจากการหาพื้นที่วงกลมที่สมบูรณ์หรือเกณฑ์พอใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 เทคนิคการทำ Line Segmentation

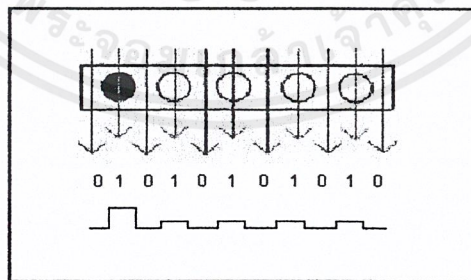
วิธีการ Line Segmentation ทำเพื่อเลือกตัดกระดาษคำตอบออกเป็นข้อๆ โดยจะเริ่มจากบนลงล่าง ตั้งแต่จุดเริ่มต้น ไปเรื่อย จนถึงจุด ก็จะได้ออกมาเป็นคั้งรูป จะได้ทำการตัดแถวของกระดาษคำตอบออกเป็นข้อๆ และทำแบบนี้ไปจนได้ครบทุกข้อ



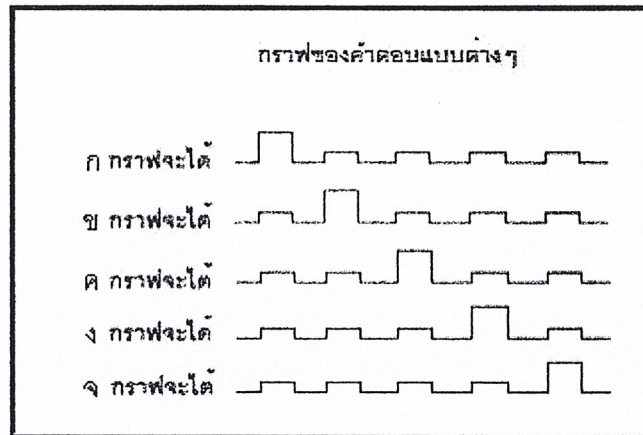
รูปที่ 2-8 ภาพหลังการตัดแยกข้อสอบ

## 2.6 เทคนิคการทำ Choice Detection

เป็นวิธีการตรวจสอบว่าได้ทำเครื่องหมายข้อใดและทำเครื่องหมายไว้กี่ข้อ โดยการ Sum ค่าในเมตริกของภาพกระดาษคำตอบที่ถูกตัดแยกมาแล้ว จะได้ค่าที่แตกต่างกัน จะเอาค่าที่มากที่สุดซึ่งจะได้จุดและมาหาพื้นที่ของวงกลมว่าได้เป็นไปตามกฎที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ และนำตำแหน่งไปเช็คกับ mark point ที่ได้เก็บไว้ จะทำให้ได้คำตอบว่า ตำแหน่งนี้ได้ตอบข้ออะไร



รูปที่ 2-9 แสดงการ Sum เพื่อ Map เป็นกราฟ



รูปที่ 2-10 กราฟของคำตอบแบบต่างๆ

ซึ่งจะใช้กราฟข้างต้นในการตรวจสอบว่าได้ทำเครื่องหมายที่ข้อใดและทำเครื่องหมายซ้ำหรือไม่ซ้ำ  
ซึ่งสามารถตรวจสอบได้

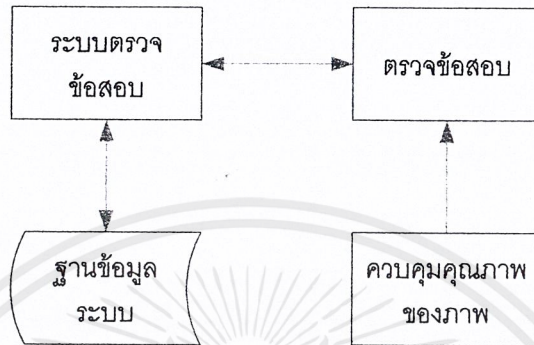


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การออกแบบและพัฒนาระบบ

ภาพรวมของระบบตรวจสอบโดยจะมีการทำงานเป็นส่วนๆตามรูปบล็อกไดอะแกรม

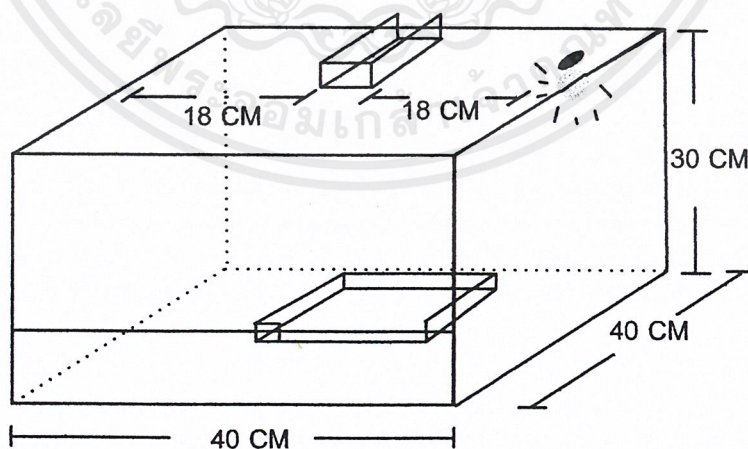


รูปที่ 3-1 แสดงภาพรวมของระบบตรวจข้อสอบ

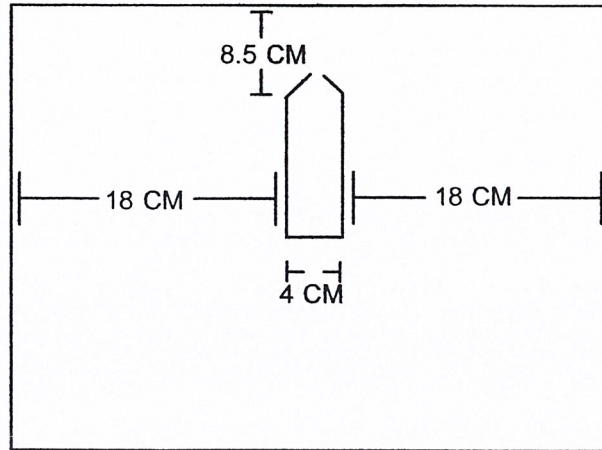
#### 3.1 การออกแบบเพื่อควบคุมคุณภาพของภาพ

##### 3.1.1 การควบคุมคุณภาพของภาพ

ในการทำงานส่วนใหญ่มีทำให้มีการตรวจสอบคำตอบแล้วผิดพลาดเกิดจากภาพเอียงและความเข้มของแสง ดังนั้น ในส่วนนี้จำทำหน้าที่ควบคุมความสว่างของแสง ตำแหน่งของกระดาษ และตำแหน่งของกล้อง เพื่อลดปัญหาในการทำงานและให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องที่สุด



รูปที่ 3-2 ขนาดของกล่องควบคุมแสง



รูปที่ 3-3 รูปด้านบนกล่อง

### 3.2 การออกแบบระบบ

#### 3.2.1 ระบบตรวจสอบ

ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการทำงาน ภาพรวมของระบบซึ่งในการทำงานจะเป็นเมนูให้เลือกการทำงาน โดยจะติดต่อในส่วนต่าง ๆ เช่น การทำงานในส่วนของการฐานข้อมูล การทำงานในส่วนของการตรวจเช็คคำตอบ ในการทำงานจะนำส่วนที่หาได้จากการเช็คคำตอบที่ได้จากกระดาษคำตอบเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับคำตอบที่ถูกต้องหรือเฉลยที่อยู่ในส่วนของฐานข้อมูล

#### การทำงานในส่วนของการฐานข้อมูล

การจัดเตรียมข้อมูลของข้อสอบเป็นคำถามและตัวเลือกแสดงผลและการเปลี่ยนแปลงที่ต้องการเช่น การเพิ่มข้อสอบก็จะมีการทำงานเป็น Text box เพื่อให้กรอกข้อมูลในการเพิ่มข้อมูลเข้าไปยังฐานข้อมูลในลักษณะทำนองกันนี้ก็จะทำในการแก้ไขข้อสอบ และลบข้อสอบ โดยในการทำงานของส่วนนี้จะประกอบด้วย

- แสดงผลข้อสอบ
- เพิ่มข้อสอบ
- แก้ไขข้อสอบ
- ลบข้อสอบ

และยังมีส่วนที่เก็บเฉลยไว้เพื่อใช้ตรวจสอบและทำการเช็คออกมาเป็นคะแนนที่ได้หลักจากที่มีการเช็คคะแนนและรหัสของนักศึกษาเพื่อจะจัดเก็บลงฐานข้อมูลเพื่อจะใช้แสดงผลของคะแนนทั้งหมด ในการแสดงผลของคะแนนให้ดูจะประกอบด้วย รหัสนักศึกษาและคะแนนของการตรวจแต่ละกระดาษคำตอบ

การสร้างฐานข้อมูลจะใช้ Ms Access เป็นฐานข้อมูลหลักในการทำงาน โดยจะทำการติดต่อผ่าน ODBC โดยทำการตั้งชื่ออ้างอิงในการติดต่อว่า "store" จากนั้นจะให้ฟังก์ชันใน matlab ที่ชื่อว่า database เพื่อติดต่อเมื่อมีการติดต่อเรียบร้อยจากนั้นเราก็ใช้คำสั่ง SQL ในการทำงานของเราเพื่อใช้ในการ insert, update, delete และ query ข้อมูลตามการทำงานดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาพรวมของการทำงานที่ทำของระบบหลักจะทำงานผ่านการเลือกเมนูเพื่อทำงานในส่วนต่าง ๆ ซึ่งเมนูระบบหลักจะประกอบด้วย

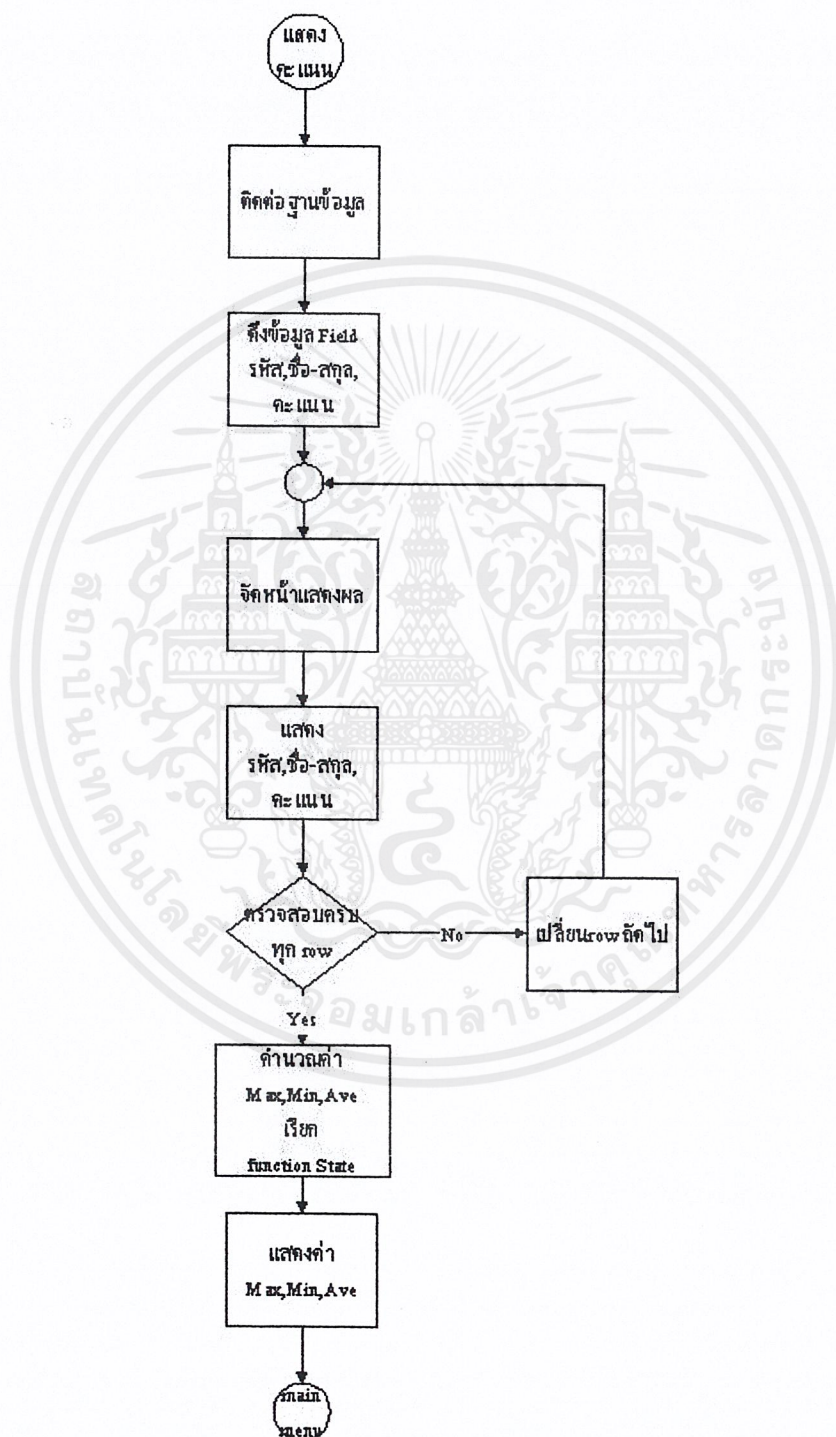
- ตรวจสอบ เมนูนี้จะทำงานในการเช็คหาคำตอบจากกระดาษคำตอบออกมาเพื่อจะนำไปเปรียบเทียบความถูกต้องกับเฉลยที่อยู่ในฐานข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้จากนั้นเมื่อตรวจสอบหาข้อที่ถูกต้องและหาผลคะแนนออกมาแล้วทำการจัดเก็บลงไปใ้ฐานข้อมูลพร้อมกับรหัสนักศึกษาเพื่อใช้ในการตรวจสอบภายหลังและเปรียบเทียบคะแนนของกระดาษคำตอบใบอื่นอีก
- แสดงคะแนน เมนูนี้จะทำการแสดงผลของการตรวจที่ได้ทำการจัดเก็บจากการตรวจของกระดาษคำตอบแต่ละใบนั้น โดยจะนำมาแสดงผลทั้งหมดเพื่อนำไปหาค่าเพื่อตัดเกรดต่อไป
- แสดงข้อสอบ เมนูนี้จะทำการแสดงผลของข้อสอบที่เป็นคำถามและคำตอบที่เป็นตัวเลือกว่าถูกต้องหรือไม่เมื่อเทียบกับการตอบในกระดาษคำตอบว่าถามข้งนี้ตอบข้อนี้ถูกไหมเป็นการตรวจสอบความถูกต้อง
- เพิ่มข้อสอบ เมนูนี้จะป็นหน้าตาที่ออกมาให้มีช่องกรอกข้อความเพื่อที่ใช้ในการเพิ่มข้อมูลเข้าไปยังฐานข้อมูล
- แก้ไขข้อสอบ เมนูนี้จะมีลักษณะเหมือนกับการเพิ่มข้อมูลแต่จะมีการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลออกมาดูก่อนแล้วทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่เกิดขึ้นนั้นลงฐานข้อมูล
- ลบข้อสอบ เมนูนี้จะมีให้กรอกว่าต้องการที่จะลบข้อไหนเมื่อมีการระบุข้อที่ต้องการลบข้อมูลที่อยู่ภายในฐานข้อมูลก็จะถูกลบด้วย
- ออกโปรแกรม เมนูนี้เอาไว้ออกจากโปรแกรม จบการทำงานของโปรแกรม

การออกแบบการทำงานในแต่ละส่วนของระบบทั้งหมดโดยการทำงานจะขึ้นอยู่กับส่วนกลางที่ทำหน้าที่เป็นเมนูในการเลือกเพื่อให้ทำงาน โดยการออกแบบในแต่ละส่วนโดยในส่วนแรกของการออกแบบการทำงาน

- ตรวจสอบ การออกแบบในส่วนนี้เพื่อใช้ในการตรวจหาคำตอบที่ถูกต้องโดยการนำค่าจากฐานข้อมูลที่มีมาเปรียบเทียบกับค่าของการเช็คค่าจากกระดาษคำตอบที่ละข้อจนครบทั้งหมดของคำตอบในที่นี้ให้คำตอบมี 100 ข้อในการตรวจเช็ค โปรแกรมก็จะทำการตรวจเช็ค ไปเรื่อย ๆ จนครบ 100 ข้อแล้วทำการเก็บค่าจากการเปรียบเทียบค่าในตัวแปรว่าเท่ากันหรือไม่เพื่อทำการเก็บค่าของการตอบถูกเพื่อทำการนับจนกระทั่งมีการตรวจสอบหมดก็จะได้ผลของคะแนนของการตรวจออกมา จากนั้นก็จะทำการจัดเก็บข้อมูลของคะแนนและรหัสนักศึกษาที่ทำการเช็คออกมาลงไปยังฐานข้อมูลเพื่อนำไปแสดงและหาค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยต่อไป

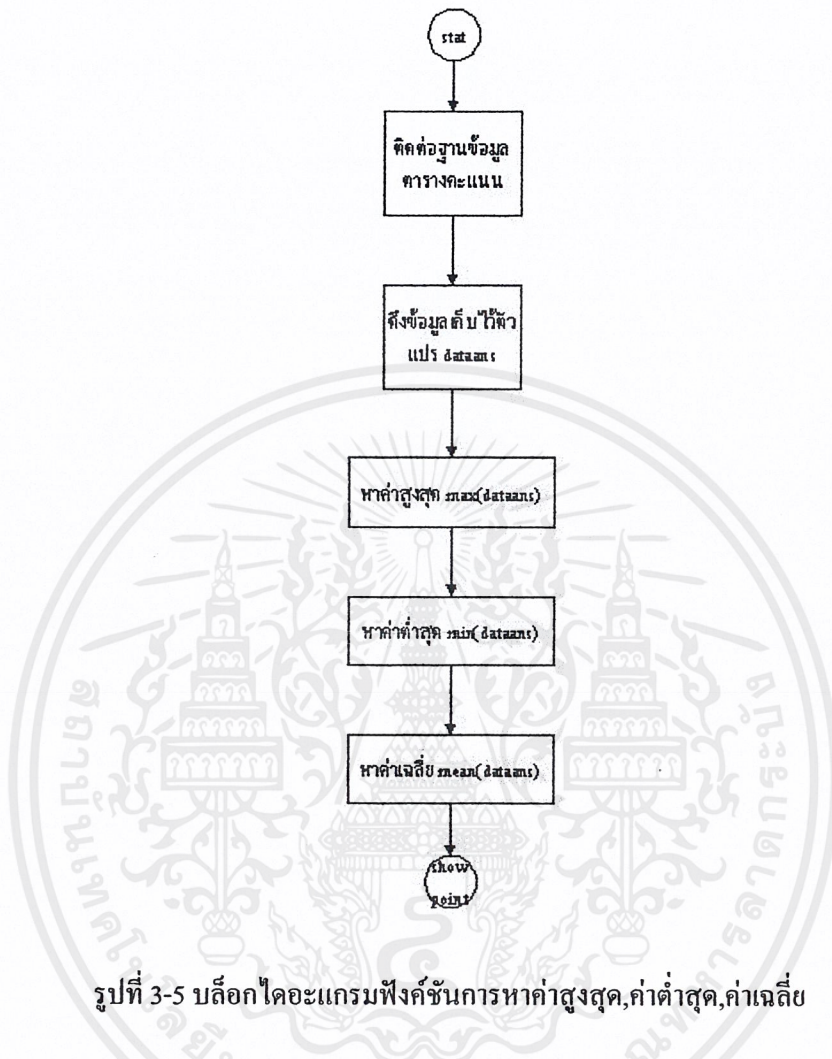
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แสดงคะแนน การออกแบบในส่วนนี้จะทำการดึงข้อมูลฟิลด์ของรหัสนักศึกษา ชื่อ-สกุล นักศึกษาและคะแนนที่ได้ทำการบันทึกจากการตรวจสอบฐานข้อมูลเพื่อนำมาแสดง ในส่วนนี้ยังมีการนำผล ทั้งหมดของคะแนนนักศึกษามาค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ต่ำสุดของคะแนนเพื่อเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบผลว่า นักศึกษาแต่ละคนอยู่ในช่วงคะแนนประมาณไหน

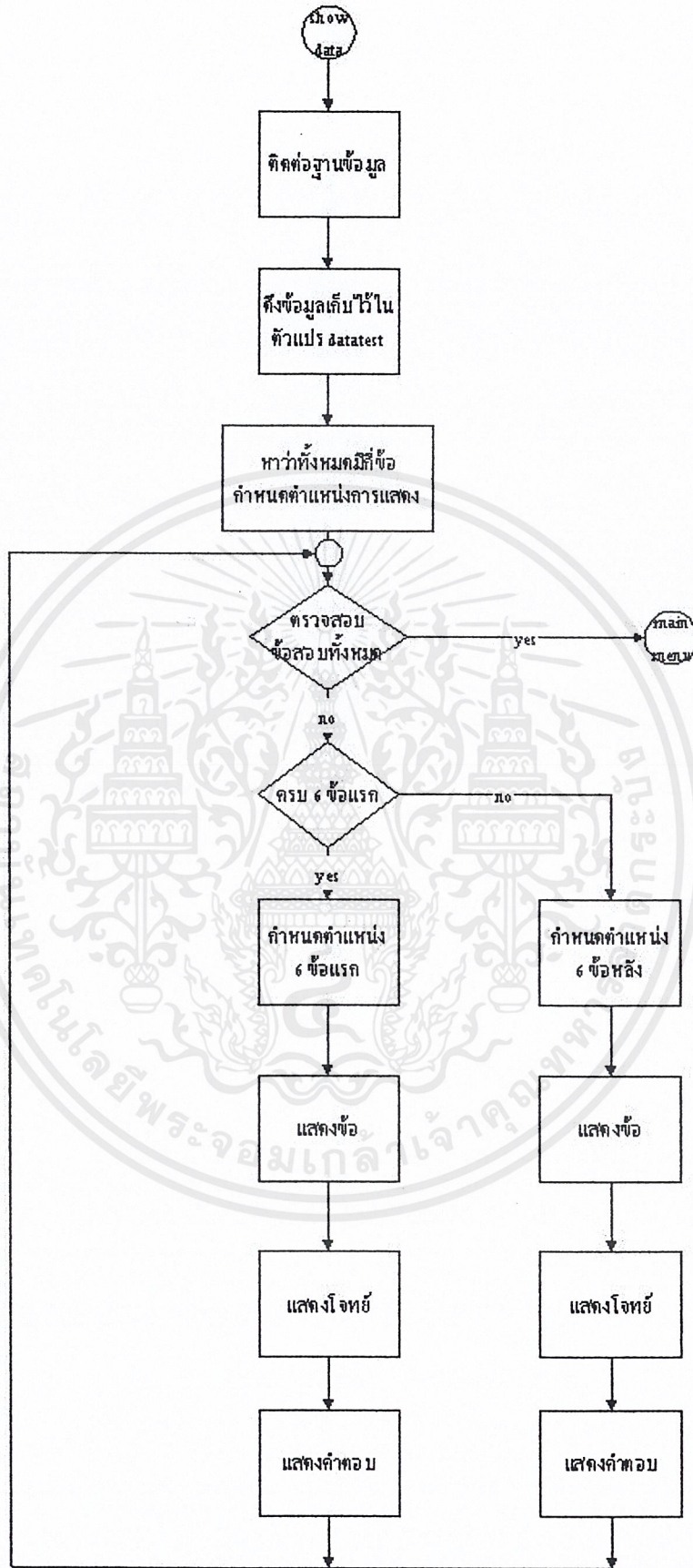


รูปที่ 3-4 บล็อกโคอะแกรมการทำงานการแสดงผลคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



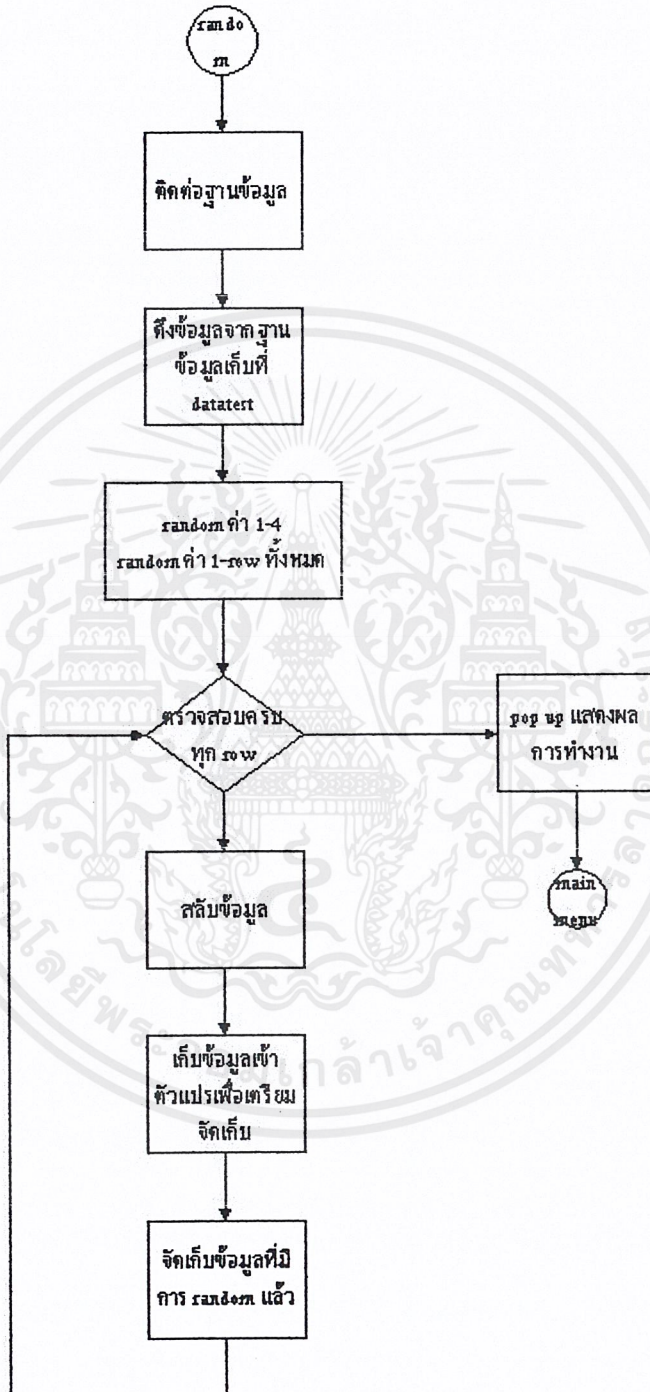
- การแสดงข้อสอบ การออกแบบในส่วนนี้จะมีการแสดงชุดข้อสอบแบบปกติที่ไม่มีการสลับอะไรเลยโดยทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงและอีกส่วนหนึ่งของการทำการแสดงจะมีการสลับข้อและคำตอบของการแสดงโดยจะทำการแบ่งการทำงานออกเป็นเมนูย่อยโดยจะต้องทำการเลือกเพื่อที่จะสร้างข้อสอบแบบสุ่มขึ้นมา สลับข้อ สลับคำตอบก่อนจากนั้นก็ทำการแสดงออกมาเป็นชุดข้อสอบจากการสุ่มตามที่ได้ทำการสร้างแบบสุ่ม



รูปที่ 3-6 บล็อกไดอะแกรมการทำงานแสดงผลข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงหรือทำซ้ำอย่างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

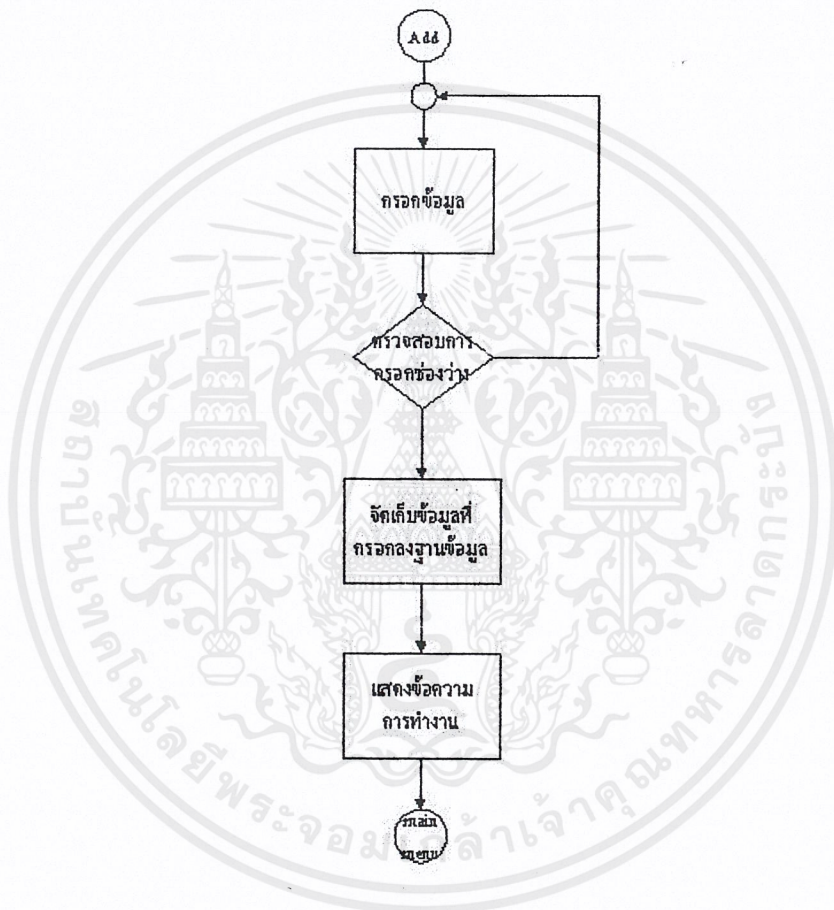
ฟังก์ชันย่อยในการทำงานของการสุ่มค่าเพื่อสลับข้อสอบที่ทำการสลับข้อและคำตอบเพื่อให้ได้เป็นชุดของข้อสอบที่ทำการสุ่มออกมาเป็นชุดซึ่งจะไม่เหมือนกับการแสดงข้อสอบปกติที่ไม่มีการสุ่ม



รูปที่ 3-7 บล็อกไดอะแกรมฟังก์ชันย่อยของการสุ่มข้อและคำตอบ

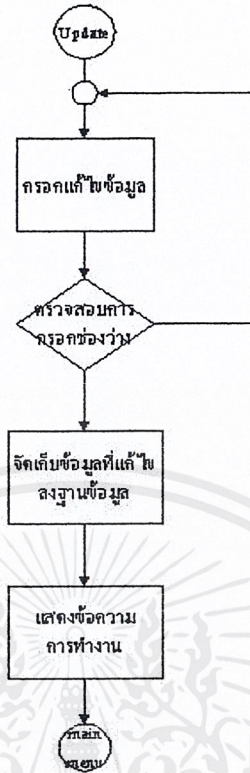
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเพิ่มข้อมูล การออกแบบการเพิ่มข้อมูลนั้นก็ให้คำสั่งของ SQL เพื่อใช้ในการเพิ่มข้อมูลลงไปยังฐานข้อมูลโดยใช้คำสั่ง insert โดยในการออกแบบหน้าตาของการทำงานก็จะประกอบด้วย การช่องกรอกข้อมูลซึ่งจะมี คำถาม คำตอบและเฉด เพื่อที่จะจัดเก็บลงไปยังฐานข้อมูล ยังมีการตรวจสอบอีกว่าการกรอกข้อมูลนั้นครบหรือไม่เพื่อเตือนให้มีการกรอกข้อมูลจนครบ โดยจะมี pop up ขึ้นมาเตือนเมื่อมีการกรอกข้อมูลครบเรียบร้อยทุกช่องและต้องการจัดเก็บข้อมูลที่ได้นั้นก็ทำการคลิกเพื่อทำการเพิ่มข้อมูลลงไปจากนั้นจะมี pop up ขึ้นมาเพื่อแจ้งการทำงานว่ามีการทำงานของการเพิ่มข้อมูลเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 3-8 บล็อกไดอะแกรมการทำงานการเพิ่มข้อมูล

- การแก้ไขข้อมูล การออกแบบของการแก้ไขก็ทำในลักษณะที่คล้าย ๆ กัน โดยจะแตกต่างกันตรงคำสั่งของ SQL ที่นำไปใช้คือในการแก้ไขจะใช้คำสั่งในการ update โดยจะทำการระบุว่าทำการแก้ไขใน row ไหนของฐานข้อมูลจากนั้นหากทำการคลิกการทำงานของแก้ไขก็จะทำการแก้ไขข้อมูลของข้อมูลที่ได้ทำการเปลี่ยนแปลงนั้นที่ฐานข้อมูลเมื่อเสร็จก็จะมีข้อความ pop up ขึ้นมาเพื่อแสดงการทำงานว่าเสร็จแล้ว



รูปที่ 3-9 บล็อกไดอะแกรมการทำงานการแก้ไขข้อสอบ

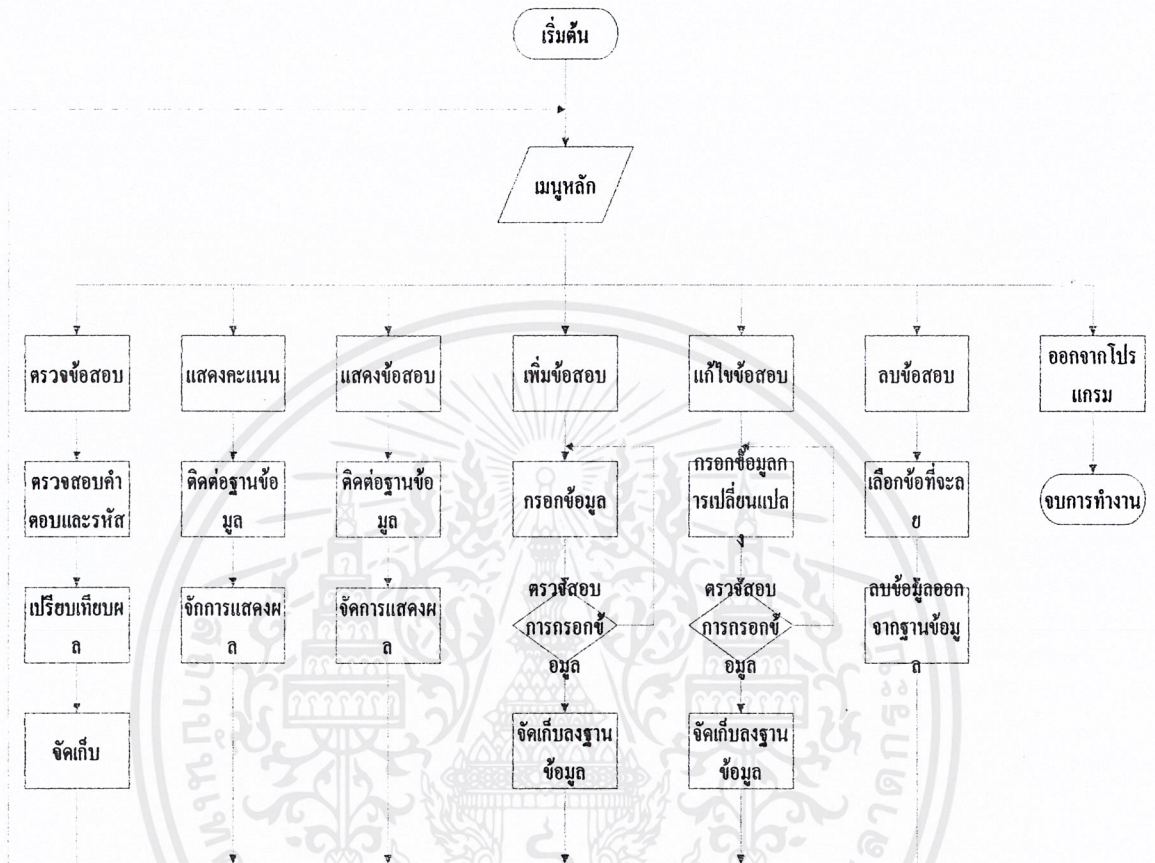
- การลบข้อสอบ การออกแบบการลบก็เปลี่ยนคำสั่งของ SQL เป็น delete แล้วก็ทำการเลือกที่จะทำการลบ row ใหนออกจากฐานข้อมูลเมื่อได้ข้อที่ต้องการลบแล้ว จะทำการคลิกเพื่อใหทำงาน โดยจะทำการลบข้อมูลของข้อสอบที่ไม่ต้องการออกจากฐานข้อมูลเมื่อมีการทำงานที่เสร็จแล้วก็จะมี pop up แสดงเพื่อใหทราบ



รูปที่ 3-10 บล็อกไดอะแกรมการทำงานการลบข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำงานทั้งหมดของการออกแบบการทำงานในแต่ละส่วนจะนำมารวมกันโดยจะให้เลือกการทำงานผ่านเมนู โดยการทำงานต่าง ๆ จะเป็นไปตามลำดับของการทำงานตาม Flowchart รูปที่ 3-2 การทำงานของระบบตรวจสอบมีไคอะแกรมการทำงานดังนี้



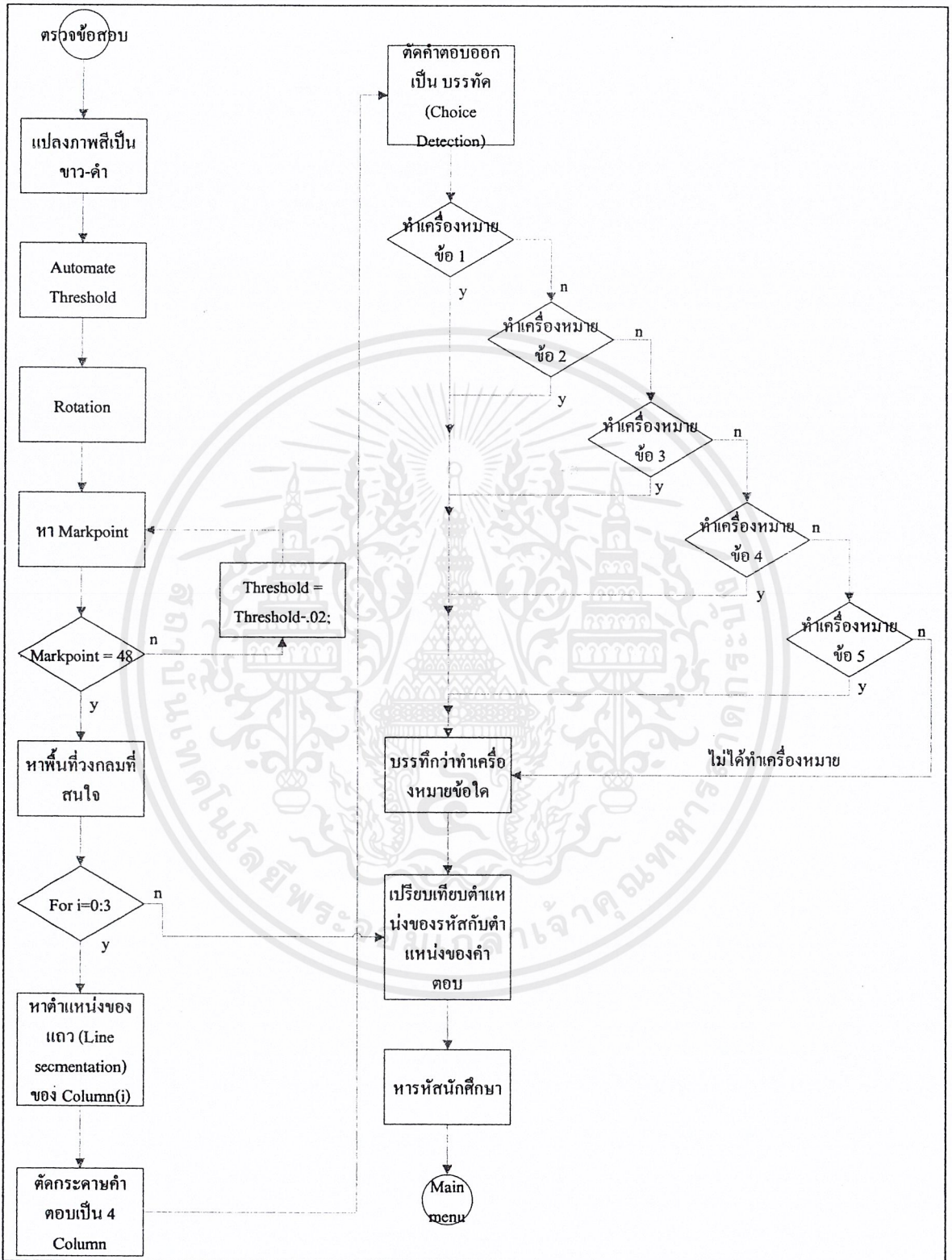
รูปที่ 3-11 บล็อกไคอะแกรมการทำงานของระบบโดยรวม

### 3.2.2 การตรวจข้อสอบ

ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลภาพสีให้เป็นภาพขาว-ดำ โดยหลังจากได้ภาพสีมาแล้วก็นำภาพที่ได้มาหาค่า threshold เพื่อแปลงจากภาพสีเป็นภาพขาว-ดำ จากนั้นหาพื้นที่ของวงกลมทึบเพื่อเปรียบกับขนาดวงกลมที่คำนวณไว้ซึ่งจะเป็นค่าที่ยอมรับทำให้ช่วยจำกัดสัญญาณรบได้บางส่วน จากนั้นนำภาพขาว-ดำมาหาค่าแห่งของ mark point เพื่อเก็บตำแหน่งและใช้ตัดกระดาษคำตอบเลือกเฉพาะส่วนที่ต้องการใช้ตรวจสอบ โดยแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของ คะแนน และ รหัสนักศึกษา ซึ่งทั้ง 2 ส่วนมีการตรวจสอบแบบต่างๆที่คล้ายๆกัน โดยการตรวจสอบการทำเครื่องหมายโดยการใช้เทคนิค Line Segmentation เพื่อตัดเอาเฉพาะบรรทัด แล้วใช้เทคนิค Choice Detection ในการตรวจสอบการทำเครื่องหมายซึ่งสามารถตรวจสอบการทำเครื่องหมายมากกว่า 1 ข้อได้หรือไม่ทำเครื่องหมายได้ ส่วนการทำเครื่องหมายที่มีขนาดไม่ตรงตามมาตรฐานใช้การเปรียบเทียบพื้นที่ของวงกลมทึบที่ได้จากการกระดาษคำตอบกับพื้นที่ของวงกลมจากการคำนวณ ซึ่งเราสามารถตรวจสอบการทำเครื่องหมายทึบที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเครื่องตรวจสอบข้อสอบแสดงดังบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 3-5

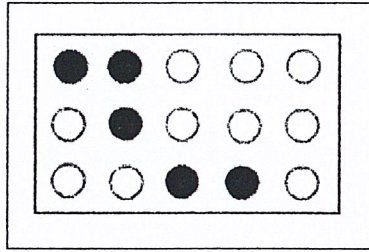


รูปที่ 3-12 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องตรวจสอบข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

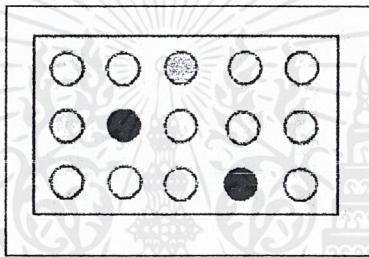
### 3.3 รูปแบบแบบและข้อบกพร่อง

#### 3.3.1 การทำเครื่องหมายหลายๆคำตอบในข้อเดียว



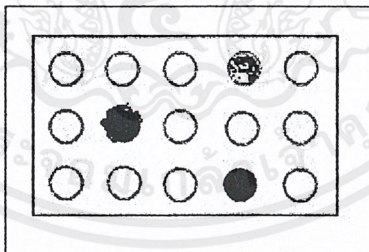
รูปที่ 3-13 แสดงการทำเครื่องหมายหลายๆคำตอบในข้อเดียว

#### 3.3.2 ความเข้มมีไม่มากพอ



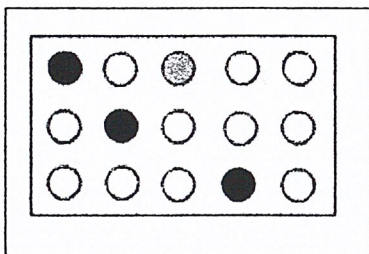
รูปที่ 3-14 แสดงการทำเครื่องหมายไม่เข้มพอ

#### 3.3.3 ความไม่สมบูรณ์ของเครื่องหมาย



รูปที่ 3-15 แสดงการทำเครื่องหมายที่ไม่สมบูรณ์

#### 3.3.3 ความผิดพลาดที่เกิดจากการลบคำตอบ



รูปที่ 3-16 แสดงภาพที่เกิดจากรอยขยาดลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและวิเคราะห์ผล

เนื้อหาในบทนี้เป็นการทดสอบเพื่อประเมินผลโครงการว่าสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการที่ได้ตั้งไว้หรือไม่โดยการทดสอบเครื่องตรวจข้อสอบโดยการประมวลผลทางภาพด้วยกล้องเว็บแคม ได้นำรูปแบบของกระดาษคำตอบจำนวน 3 รูปแบบมาเป็นตัวอย่างสำหรับการทดสอบ โดยในแต่ละรูปแบบมีขนาดของกระดาษคำตอบที่แตกต่างกัน

#### 4.1 ขั้นตอนการทดลอง

ทำการเก็บข้อมูลของคำตอบที่ถูกต้องลงในฐานข้อมูล จากนั้นนำกระดาษคำตอบที่ทำเครื่องหมายวงกลมที่บ่งชี้คำตอบเพื่อเก็บภาพและวัดผลของคำตอบ โดยวิธีการวัดผลประกอบไปด้วย

- 4.1.1 การวัดผลจากกระดาษคำตอบทั้ง 3 ขนาด โดยแต่ละขนาดทำจากผู้ทดสอบคนเดียวกัน
- 4.1.2 การวัดผลในกรณีภาพมีลรอยลบจากยางลบ
- 4.1.3 การวัดผลในกรณีภาพเครื่องหมายที่เขียนด้วยปากกา
- 4.1.4 การวัดผลในกรณีภาพเครื่องหมายที่เขียนด้วยดินสอ 4B
- 4.1.5 การวัดผลในกรณีภาพเครื่องหมายที่เขียนด้วยดินสอ 2B
- 4.1.6 การวัดผลในกรณีภาพเครื่องหมายที่เขียนด้วยดินสอ HB
- 4.1.7 การทดสอบเพื่อตรวจหาการกลับทิศทางของกระดาษคำตอบ

การจัดสภาวะและรูปแบบในการนำเข้าข้อมูล มีการควบคุมความสว่างของแสง ตำแหน่งของกระดาษคำตอบ และตำแหน่งของกล้องเว็บแคม

#### 4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- 4.2.1 กล้องเว็บแคมรุ่น Logitech USB Camera (Notebook Pro)

สำหรับใช้ในการนำข้อมูลภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยอ่านข้อมูลที่ละ 1 หน้ากระดาษคำตอบ และเก็บข้อมูลอยู่ในรูปของตัวแปรเพื่อเตรียมนำไปสู่ขั้นตอนการตรวจคำตอบต่อไป กล้องเว็บแคมที่ใช้จะมีโปรแกรมสนับสนุนชื่อ VFM ในการควบคุมและสั่งงานผ่าน USB PORT

- 4.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมและจัดการเกี่ยวกับการทำงานและประมวลผลของเครื่องตรวจข้อสอบ โดยการประมวลผลทางภาพแบบปรนัยจากกล้องเว็บแคมทั้งหมด การจัดเก็บผลของคะแนนลงฐานข้อมูล โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ รุ่น Pentium M 1.6 หน่วยความจำ 256 MB ในการทำการทดสอบและประเมินผล

กระดาษคำตอบขนาด 160x120		
ลักษณะของเครื่องหมาย คำตอบที่ทำการทดสอบ	ชนิดของการทำเครื่องหมาย	
	4B	2B
ส่วนของคำตอบ	50	55
ส่วนของรหัสนักศึกษา	5	5
ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์คิดจากจำนวนข้อ	94.37	94.12

ตารางที่ 4-4 แสดงเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของกระดาษคำตอบขนาด 160x120

จากการทดลองพบว่าลักษณะของปากกา หรือ ดินสอที่ฝนั้นไม่มีผลมากนักกับการตรวจกระดาษคำตอบ เมื่อเรานำมาคิดค่ารวมกับกระดาษคำตอบทุกขนาดแล้วจะได้ค่าดังตารางที่ 4-5 ซึ่งแสดงถึงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการใช้ปากกาและดินสอแบบต่างๆ

ชนิดของปากกาที่ใช้ฝน	ความถูกต้องคิดเป็นเปอร์เซ็นต์คิดจากจำนวนข้อ
ปากกา	97.13
4B	97.74
2B	97.66
HB	71.12

ตารางที่ 4-5 แสดงความถูกต้องของการฝนด้วยปากกาแบบต่างๆ

#### 4.4 การทดสอบทำเครื่องหมายที่ผิดปกติแบบต่างๆ

ทำการทดสอบโดยทำเครื่องหมายที่สมบูรณ์และผิดรูปแบบการทำเครื่องหมายโดยจะแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4-6 โดยใช้กระดาษคำตอบแบบละ 10 แผ่น

กระดาษคำตอบขนาด 640x480		
ลักษณะของเครื่องบนกระดาษคำตอบ	จำนวนข้อที่มี การผิดพลาด	ความถูกต้องคิดเป็น เปอร์เซ็นต์คิดจากจำนวนข้อ
ผนวกกลมทึบเต็มวง	3	99.7%
ผนวกกลมครึ่งวงกลม	15	98.5%
ผนวกขอบของรูปแบบวงกลม	15	98.5%
ผนวกมากกว่า 1 วงในข้อเดียวกัน	3	99.7%
ไม่ทำการผนวกกลม	0	100%

ตารางที่ 4-6 การทดสอบการทำเครื่องหมายแบบผิดปกติของกระดาษคำตอบขนาด 640x480

กระดาษคำตอบขนาด 320x240		
ลักษณะของเครื่องบนกระดาษคำตอบ	จำนวนข้อที่มี การผิดพลาด	ความถูกต้องคิดเป็น เปอร์เซ็นต์คิดจากจำนวนข้อ
ผนวกกลมทึบเต็มวง	7	99.3%
ผนวกกลมครึ่งวงกลม	29	97.1%
ผนวกขอบของรูปแบบวงกลม	26	97.4%
ผนวกมากกว่า 1 วงในข้อเดียวกัน	5	99.5%
ไม่ทำการผนวกกลม	0	100%

ตารางที่ 4-7 การทดสอบการทำเครื่องหมายแบบผิดปกติของกระดาษคำตอบขนาด 320x240

กระดาษคำตอบขนาด 160x120		
ลักษณะของเครื่องบนกระดาษคำตอบ	จำนวนข้อที่มี การผิดพลาด	ความถูกต้องคิดเป็น เปอร์เซ็นต์คิดจากจำนวนข้อ
ผนวกกลมทึบเต็มวง	55	94.5%
ผนวกกลมครึ่งวงกลม	350	65%
ผนวกขอบของรูปแบบวงกลม	50	95%
ผนวกมากกว่า 1 วงในข้อเดียวกัน	78	92.2%
ไม่ทำการผนวกกลม	0	100%

ตารางที่ 4-8 การทดสอบการทำเครื่องหมายแบบผิดปกติของกระดาษคำตอบขนาด 160x120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5 การทดสอบด้วยกระดาษคำตอบขนาดต่างกัน

ทำการทดลองโดยการใช้กระดาษคำตอบขนาดต่างๆกันโดยใช้กระดาษทั้งหมด 10 แผ่น และใช้คินสอ 2B ในการทำเครื่องหมายวงกลมที่ลงบนกระดาษคำตอบ

ขนาดของกระดาษคำตอบ	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง	เวลาที่ใช้
160x120	89.34%	0.82 ms
320x240	98.66%	0.95 ms
640x480	99.26%	1.73 ms

ตารางที่ 4-9 แสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของขนาดกระดาษที่แตกต่างกัน

#### 4.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองและทดสอบพบว่าในส่วนของการตรวจกระดาษคำตอบขนาด 640x480 นั้นสามารถตรวจสอบความถูกต้องสูงที่สุดในบรรดาขนาดของกระดาษคำตอบที่ใช้ทดลอง ซึ่งสามารถตรวจการทำเครื่องหมายวงกลมที่เบลอร้อยละ 99.26% โดยภาพที่ถ่ายจะต้องอยู่ในอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากความเอียงของกระดาษซึ่งบาง และความสว่างของแสง ซึ่งปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้บ้างเล็กน้อย คือ ควบคุมปริมาณของแสง ใช้ค่า threshold ที่เหมาะสม และ ตรวจสอบความเอียงของกระดาษ โดยการกำหนดจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมที่สุด ปัญหาด้านอื่นๆเช่น ขนาดของเครื่องหมายวงกลมที่ทำให้มีผลต่อความถูกต้องของการตรวจสอบ

## บทที่ 5

### บทวิจารณ์และสรุปผล

#### 5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองระบบตรวจสอบด้วยกล้องเว็บแคม สามารถตรวจสอบข้อมูลบนกระดาษคำตอบ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดมีความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 99.26 จากข้อมูลที่นำมาทดสอบ 10 ตัวอย่างของกระดาษคำตอบ ซึ่งระบบนี้ต้องพัฒนาเพื่อให้สามารถให้ผลการตรวจที่ถูกต้องมากกว่านี้ ซึ่งข้อผิดพลาดเกิดมาจากภาพเอียง ทำให้การตรวจคำตอบไม่ถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามเครื่องตรวจสอบโดยการประมวลผลภาพก็ช่วยให้การประมวลผลเร็วมากเนื่องจากใช้เวลาเฉลี่ย 2 วินาทีต่อ 1 แผ่น การบันทึกและรวบรวมคะแนนเนื่องจากสามารถเชื่อมเข้ากับฐานข้อมูลได้โดยตรง

ระบบเครื่องตรวจสอบโดยการประมวลผลทางภาพที่ได้ออกแบบมานั้นสามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการได้ดังนี้คือ สามารถตรวจกระดาษคำตอบได้ถูกต้องในกรณีที่มีสัญญาณรบกวนน้อย และขนาดของรูปที่ถ่ายเข้ามามีความเอียงของกระดาษไม่มากเกินไป

ในกรณีที่ข้อมูลมีสัญญาณรบกวนมากเนื่องจากความสว่างของแสงที่มีน้อยเกินไป ระบบสามารถของค่า threshold ที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ โดยมีจุดอ้างอิง และจุดอ้างอิงนี้สามารถตรวจความถูกต้องของตำแหน่งของกระดาษคำตอบว่ากลับด้านหรือไม่

ในกรณีที่กระดาษคำตอบเอียงเนื่องจากการถ่ายภาพเข้าไปโดยกล้องเว็บแคมพบว่า มีข้อผิดพลาดเนื่องตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้เปลี่ยนแปลงไปทำให้ไม่สามารถตรวจคำตอบได้ถูกต้อง

#### 5.2 ผลที่ได้รับจากโครงการ

5.2.1 ได้ระบบซอฟต์แวร์เครื่องตรวจสอบด้วยการประมวลผลภาพ

#### 5.3 ปัญหาที่พบในการทำโครงการ

5.3.1 กระดาษคำตอบเอียงซึ่งทำให้ตรวจคำตอบผิดพลาด

5.3.2 ปัญหา ในด้านการใช้ ดินสอ HB ทำให้มี ความเข้ม ไม่มากพอทำให้บางกรณี ไม่สามารถตรวจคำตอบได้อย่างสมบูรณ์

5.3.3 ปัญหาในด้านการตรวจสอบว่าถูกหรือผิดของเครื่องหมายคำตอบ ซึ่งเกิดในกรณีมีการทำเครื่องหมายแล้วต้องการจะยกเลิก โดยวิธีการลบซึ่งบางครั้งยังไม่ลอบต้องค้างอยู่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ และพื้นที่ของวงกลมทึบที่มีผลต่อการตรวจสอบ

#### 5.4 ข้อเสนอแนะ

- 5.4.1 การนำกระดาษคำตอบตรวจแบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มความสะดวกและรวดเร็วในการทำงานให้มากขึ้น
- 5.4.2 เพิ่มรูปแบบของกระดาษคำตอบให้หลากหลายมากขึ้น
- 5.4.3 พัฒนาการตรวจสอบความเอียงของกระดาษคำตอบให้สมบูรณ์มากขึ้น



## บรรณานุกรม

1. นิमित จันทรคีติง. ระบบการรู้จำเครื่องหมายคำตอบแบบปรนัยด้วยข้อมูลจากเครื่องสแกนเนอร์ .  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
2. นงลักษณ์ โควาวิสารัช วฤษณี สื่อร่วมรุ่งเรือง และ ชัชวาล ชาญสมร. การนำเข้าข้อมูลและการ  
ตรวจคำตอบจากภาพกระดาษคำตอบแบบปรนัย .  
รายงานโครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
3. สุรพงศ์ จงจิตเอื้อ และ อภินิษฐ ศรีกัลยานิวัต. ระบบตรวจข้อสอบอัตโนมัติ .  
วิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



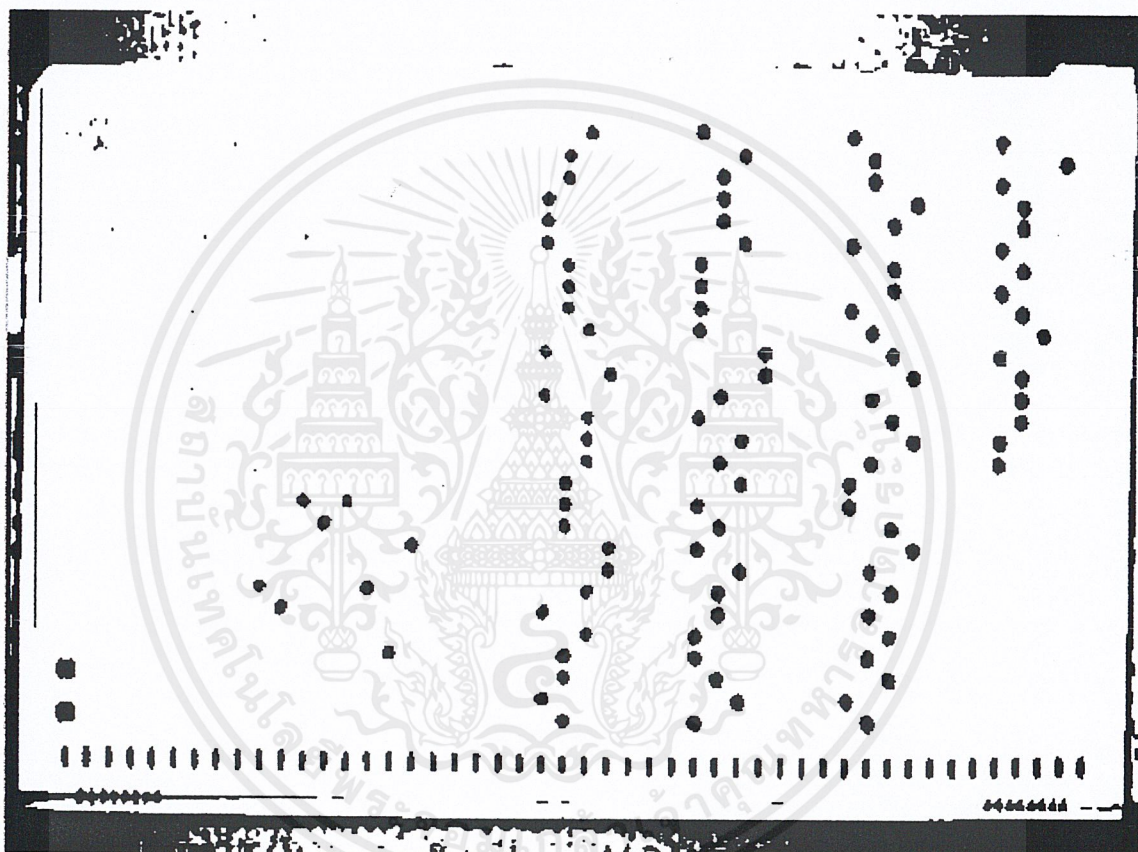
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างภาพกระดาษคำตอบขนาดแบบต่าง

แสดงในส่วนของข้อมูลตัวเองเพื่อนำมาใช้ในการตรวจคำตอบ ในการทดลองใช้กระดาษคำตอบ 3 แบบ มีรายละเอียดดังนี้

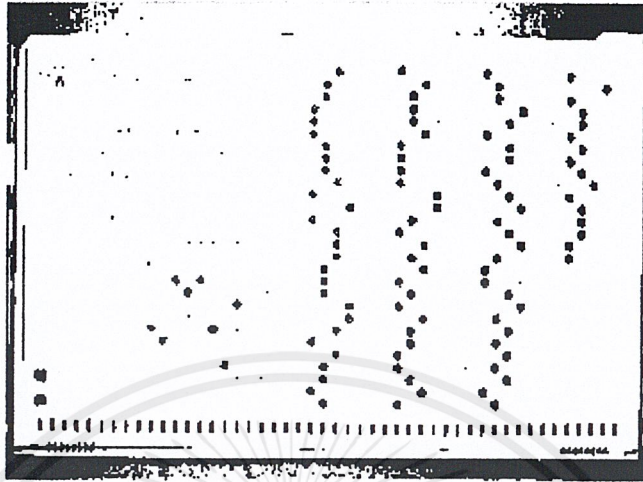
แบบที่ 1 ขนาดกระดาษ 640x480 Pixel จำนวนข้อ 100 ข้อ จำนวนรหัสนักศึกษา 8 หลัก



รูปที่ ก-1 แสดงขนาดกระดาษ 640x480 Pixel จำนวนข้อ 100 ข้อ จำนวนรหัสนักศึกษา 8 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 2 ขนาดกระดาษ 320x240 Pixel จำนวนข้อ 100 ข้อ จำนวนรหัสนักศึกษา 8 หลัก



รูปที่ ก-2 แสดงขนาดกระดาษ 320x240 Pixel จำนวนข้อ 100 ข้อ จำนวนรหัสนักศึกษา 8 หลัก

แบบที่ 3 ขนาดกระดาษ 160x120 Pixel จำนวนข้อ 100 ข้อ จำนวนรหัสนักศึกษา 8 หลัก



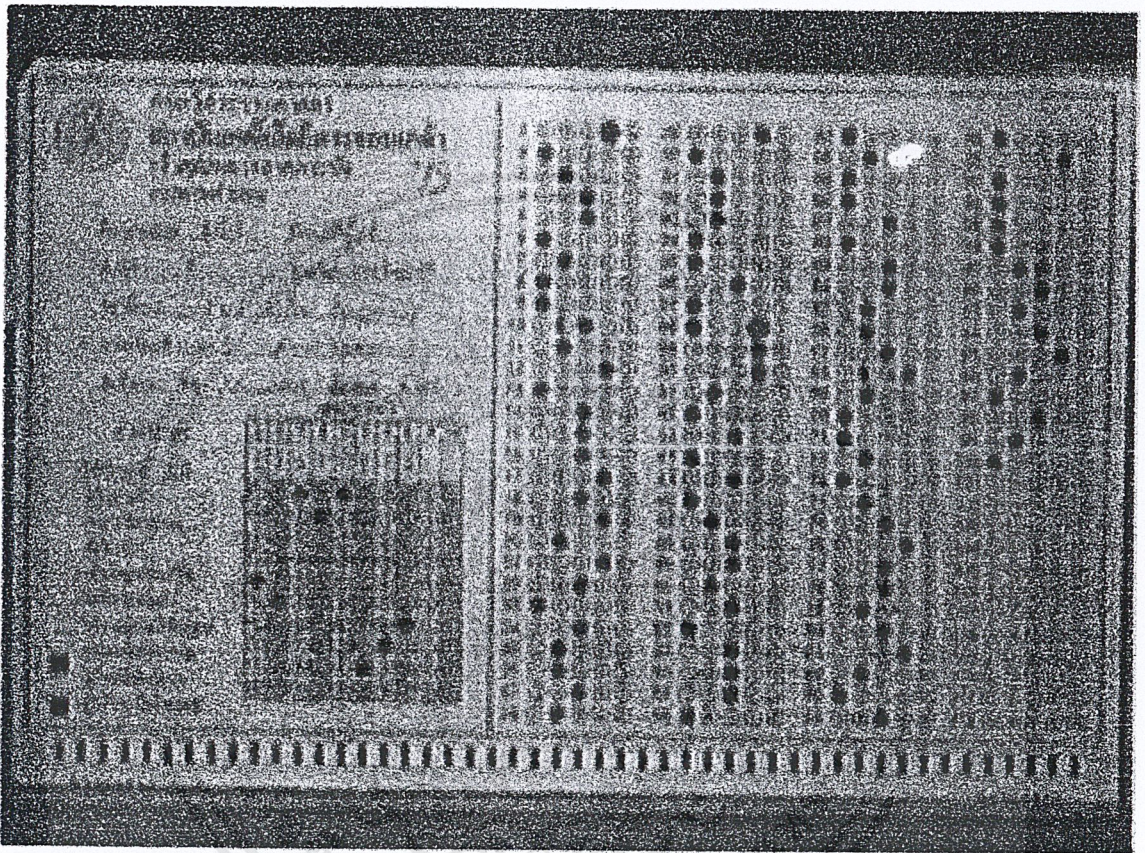
รูปที่ ก.3 แสดงขนาดกระดาษ 160x120 Pixel จำนวนข้อ 100 ข้อ จำนวนรหัสนักศึกษา 8 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างการทำเครื่องหมายคิดแบบ

แสดงตัวอย่างของข้อมูลกระดาษคำตอบที่นำมาใช้ในการทดสอบที่มีการทำเครื่องหมายคำตอบผิดซึ่งทำให้ไม่ได้รับคะแนน



รูปที่ ข-1 แสดงรูปกระดาษที่ใช้ในการทดสอบ

จากรูปตัวอย่างมีข้อที่ผิดปรกติดังต่อไปนี้

- 4.2 ข้อ 1 วงเกินขนาดของขอบวงกลมที่มีให้
- 4.3 ข้อ 10 ทำเครื่องหมาย 2 วงในข้อเดียวกัน
- 4.4 ข้อ 17 ทำเครื่องหมายเพียงครึ่งวงเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

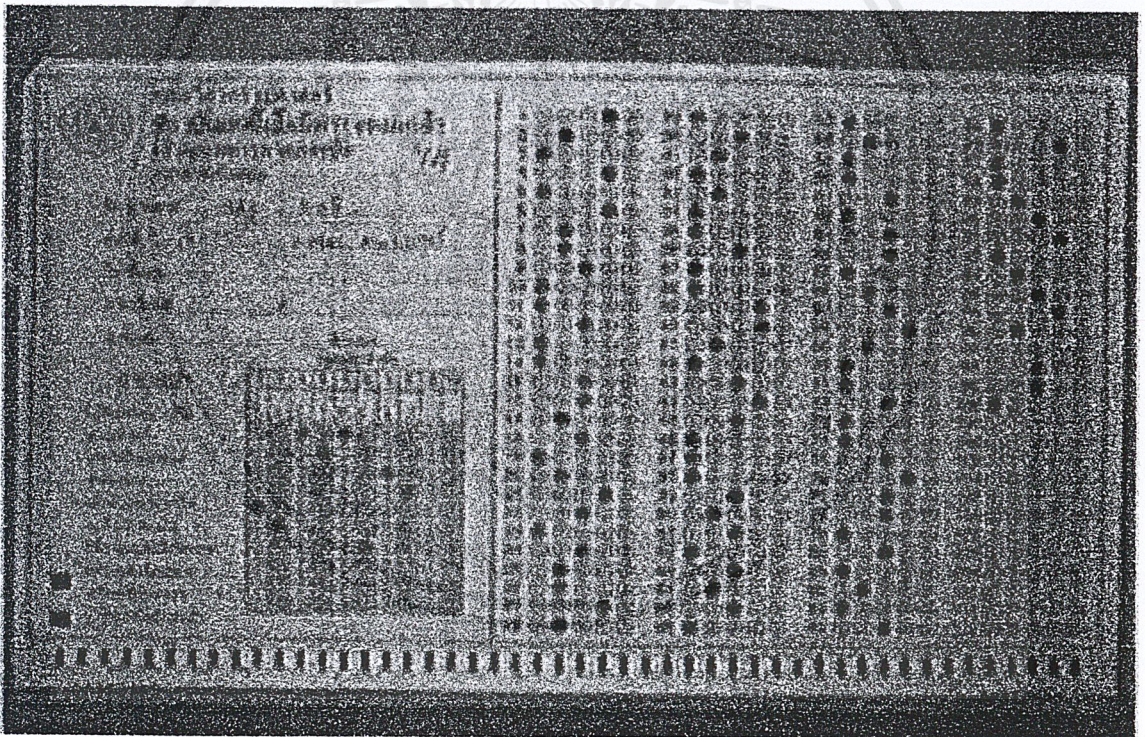
## ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างภาพที่ทำเครื่องหมายด้วยปากกาแบบต่างๆ

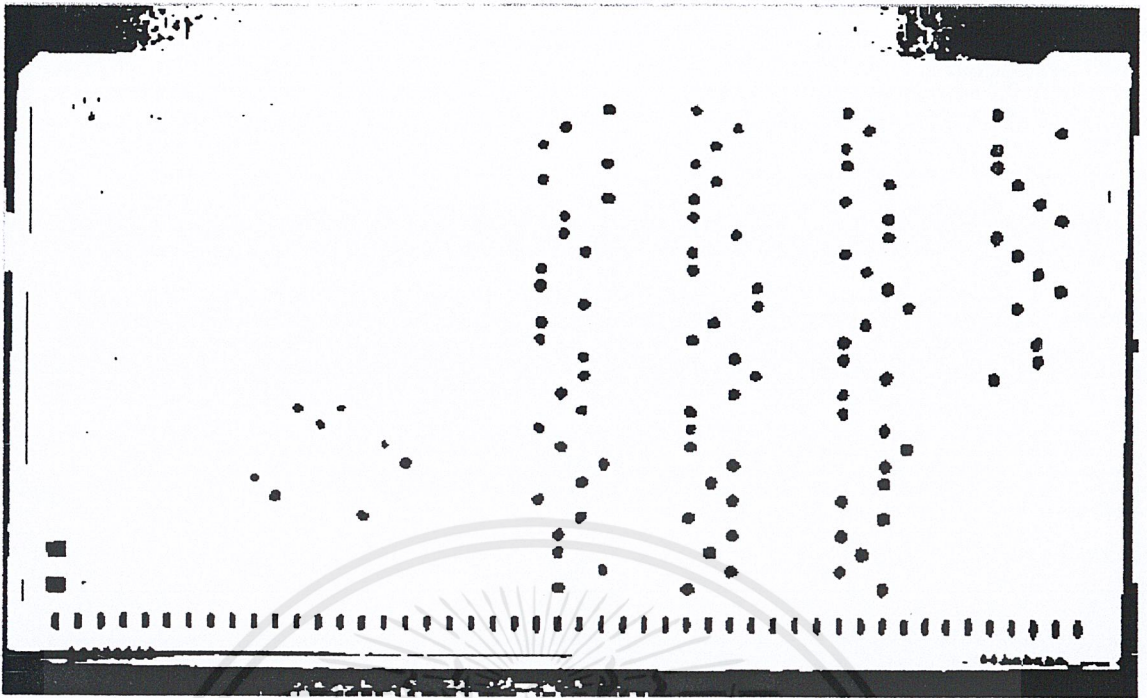
แสดงภาพกระดาษคำตอบที่ทำเครื่องหมายวงกลมทึบด้วยปากกาแบบต่างๆ โดยมีการทดลองชนิดของการทดสอบด้วยกัน 4 แบบคือ

- 1 ปากกา
- 2 ดินสอ 4B
- 3 ดินสอ 3B
- 4 ดินสอ HB

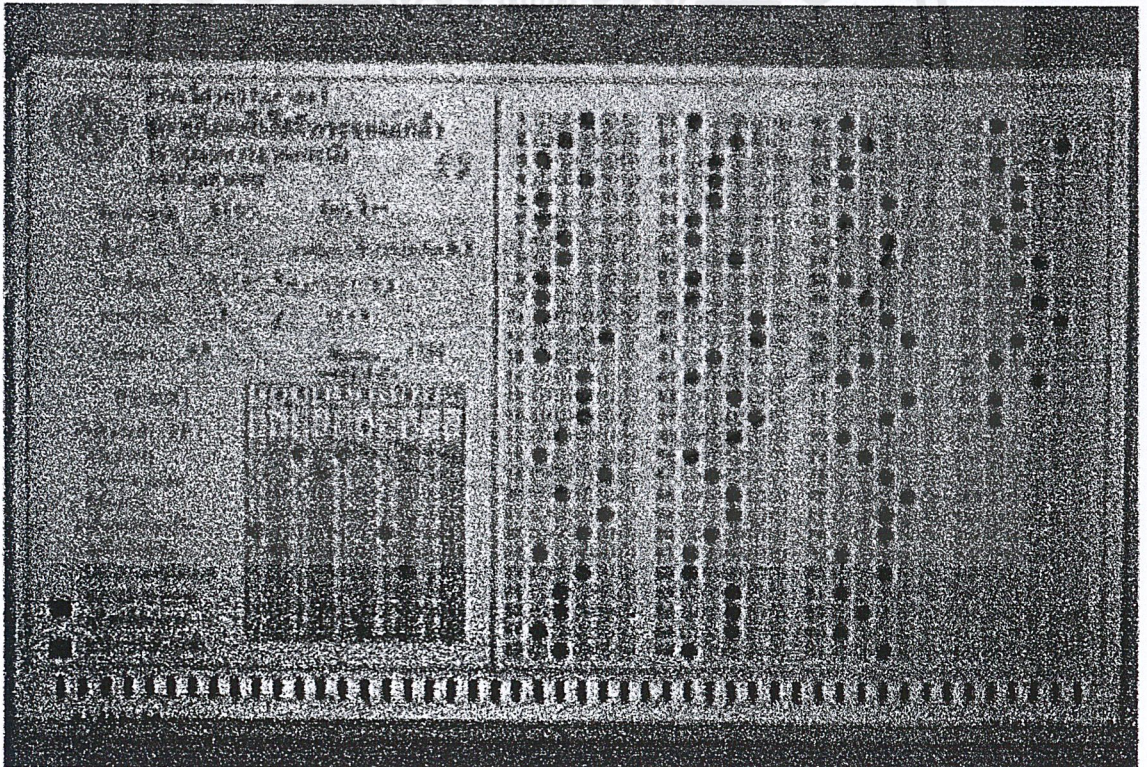
ซึ่งจากการทดลองทำให้ทราบว่า ดินสอ HB ไม่เหมาะที่จะใช้งานเนื่องจากความเข้มของไส้ดินสอมีไม่มากพอทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบ ส่วนการใช้ปากกา ก็มีผลมากต่อการตรวจคำตอบ แต่ดินสอที่มีความเข้มตั้งแต่ 2B ขึ้นไป หลังจากผ่านการตรวจคำตอบสามารถให้คำตอบได้ดี



รูปที่ ค-1 แสดงภาพสีของกระดาษคำตอบที่ใช้ดินสอ HB

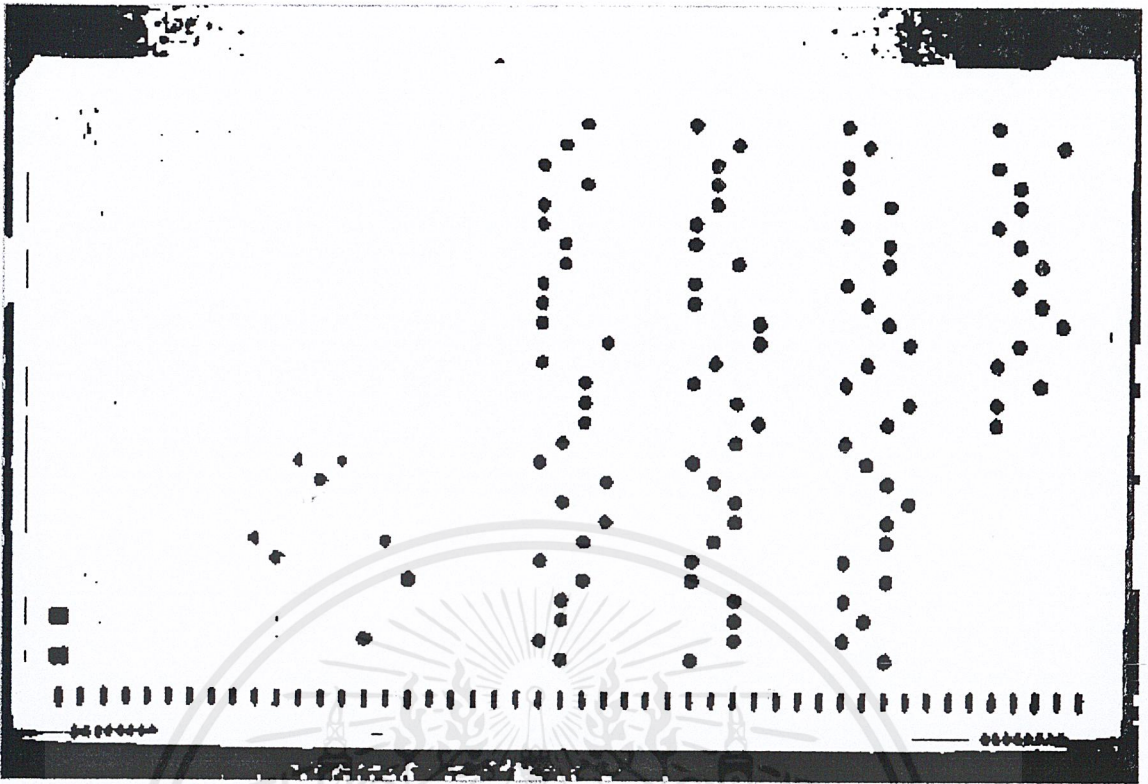


รูปที่ ค-2 แสดงภาพขาว-ดำของกระดาษคำตอบที่ใช้ดินสอ HB

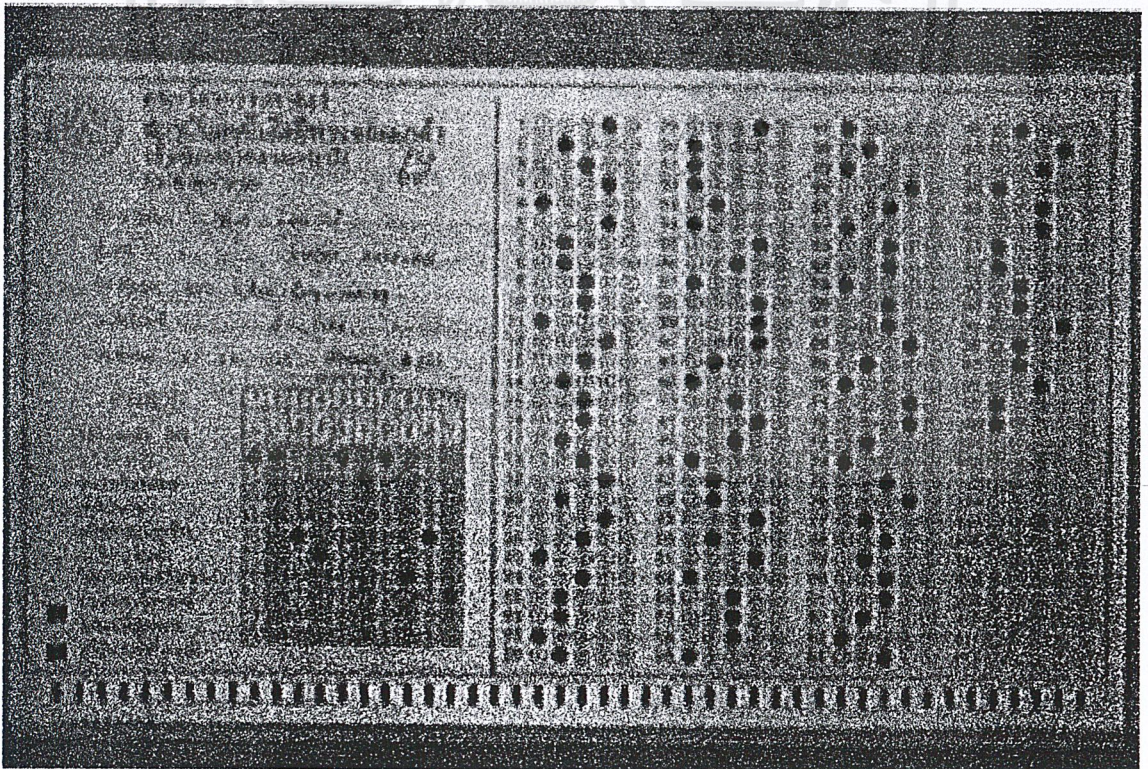


รูปที่ ค-3 แสดงภาพสีของกระดาษคำตอบที่ใช้ดินสอ 2B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

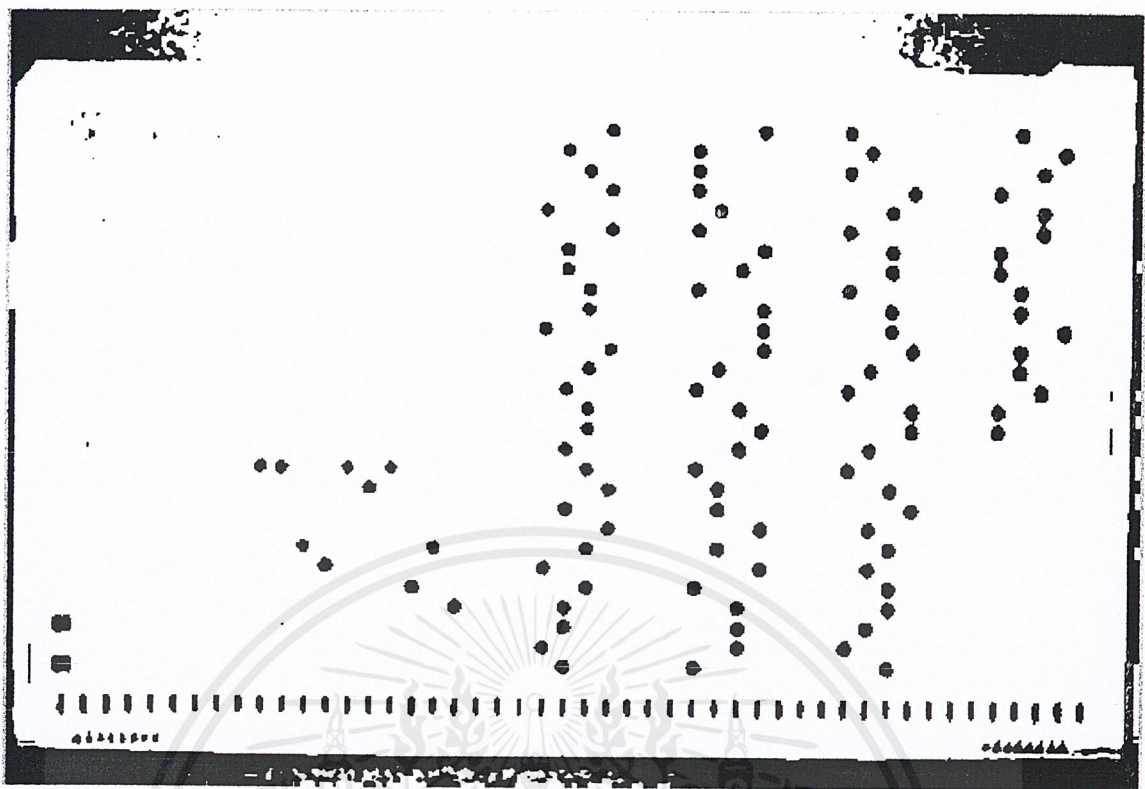


รูปที่ ๓-4 แสดงภาพขาว-ดำของกระดาษคำตอบที่ใช้ดินสอ 2B

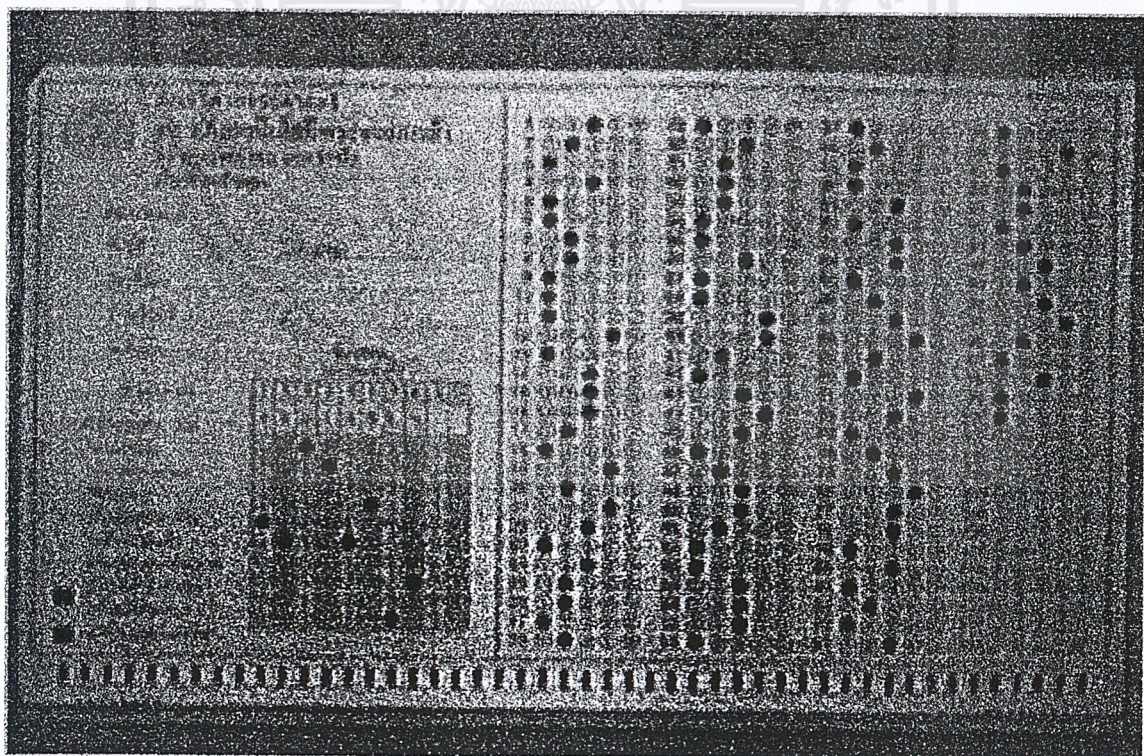


รูปที่ ๓-5 แสดงภาพสีของกระดาษคำตอบที่ใช้ดินสอ 4B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

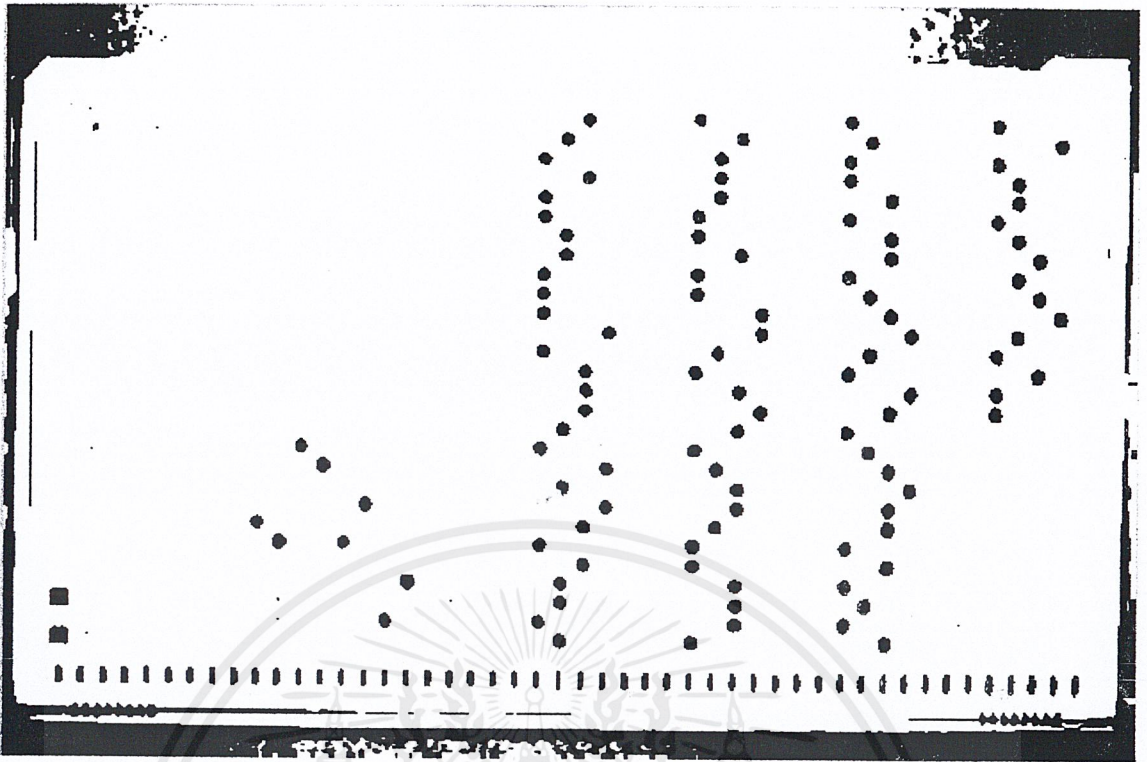


รูปที่ ๓-6 แสดงภาพขาว-ดำของกระดาษคำตอบที่ใช้คินสอ 4B



รูปที่ ๓-7 แสดงภาพสีของกระดาษคำตอบที่ใช้ปากกาสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-8 แสดงภาพขาว-ดำของกระดาษคำตอบที่ใช้ปากกาสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ง.

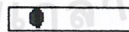
ตัวอย่างภาพหลังจากการตัดเอาเฉพาะส่วนที่สนใจ

หลังจากการแปลงภาพสีเป็นขาว-ดำ โดยผ่านการหาพื้นที่ของวงกลมจะได้พื้นที่ของวงกลมที่ทับเท่านั้นซึ่งช่วยลดสัญญาณรบกวนออกไปได้มาก

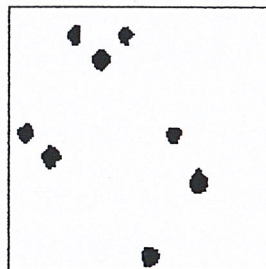


รูปที่ ง-1 ตัดส่วนของคະແນนแยกออกเป็นส่วนๆแยกเป็น Column

จากตัดส่วนของคະແນนออกเป็นส่วนแล้วก็เอามาตัดแยกเป็นบรรทัดเพื่อตรวจคำตอบ



รูปที่ ง-2 แสดงภาพของคำตอบแต่ละบรรทัด



รูปที่ ง-3 แสดงภาพส่วนของรหัสนักศึกษา

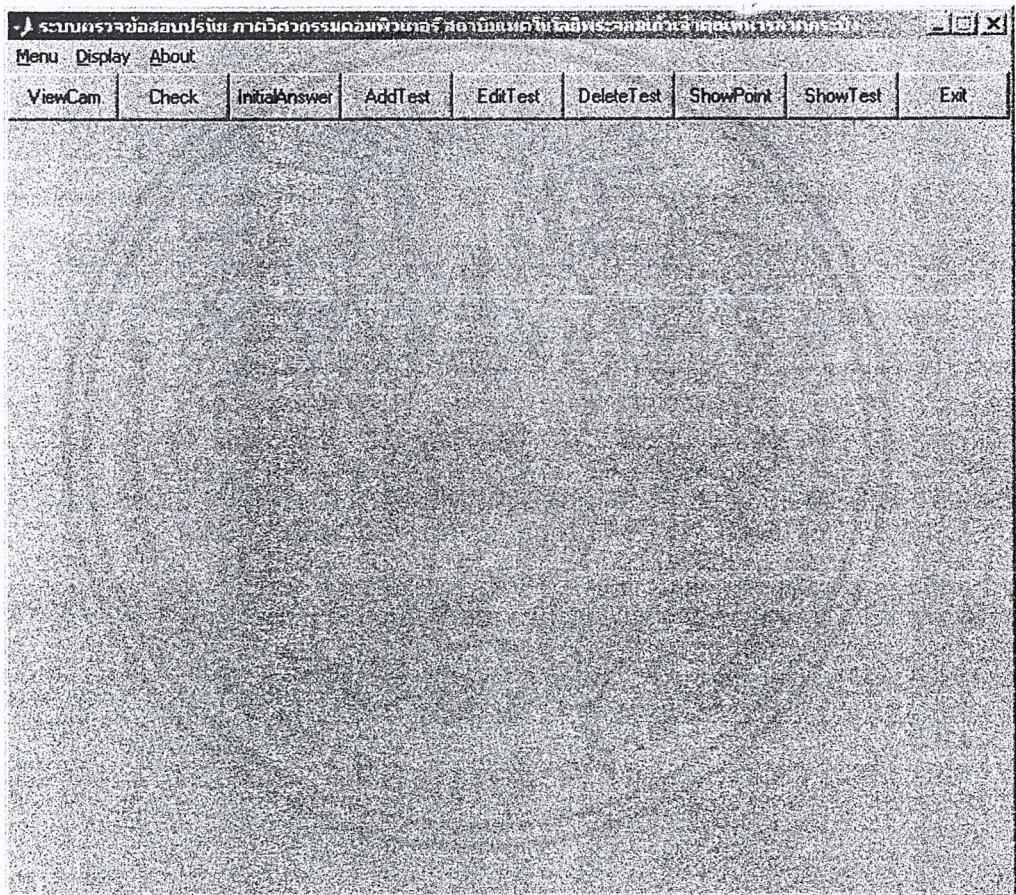
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก จ.

### การออกแบบหน้าจอบริการอินเทอร์เน็ต

แสดงการออกแบบหน้าจอบริการอินเทอร์เน็ตที่ใช้เพิ่ม ลบ ตรวจสอบกระดาษคำตอบและการใช้งาน โปรแกรมการตรวจคำตอบแบบปรนัยจากคลังเว็บแคม

โปรแกรมจะมีการทำงาน 3 ส่วนด้วยกันคือส่วนของการเช็คหาคำตอบจากกระดาษคำตอบ ส่วนการแสดงผลต่าง ๆ เช่น ผลการตรวจ แสดงคำถามและตัวเลือก รายงานผลการตรวจของคะแนนและรหัส นักศึกษาทั้งหมด และยังมีส่วนที่ทำการ update ข้อมูลซึ่งจะประกอบด้วย การเพิ่มข้อมูล การแก้ไขข้อมูล การลบข้อมูล ซึ่งจะเลือกการทำงานต่าง ๆ ผ่านเมนูเพื่อเอกทำงานในส่วนต่าง ๆ ดังรูปที่ จ-1



รูปที่ จ-1 เลือกเมนูในการทำงาน

เลือกตรวจข้อสอบ การทำงานของเมนูนี้ก็จะทำการตรวจหาคำตอบจากกระดาษคำตอบออกมาว่าข้อไหนกาตัวเลือกอะไรไว้เพื่อที่จะนำไปตรวจเปรียบเทียบกับข้อมูลของคำตอบที่ถูกต้องซึ่งจะมีการเก็บไว้ในฐานข้อมูลแล้วหาออกมาว่าทำถูกกี่ข้อแล้วรายงานผลการตรวจ โดยจะแสดงแสดงรหัสและคะแนนการตรวจกระดาษคำตอบนั้น

เลือกแสดงคะแนน การทำงานของเมนูนี้จะทำการแสดงผลของคะแนนที่ได้ทำการตรวจไปแล้วโดยจะแสดงรหัสนักศึกษากับคะแนนที่ได้โดยจะแสดงออกมาทั้งหมดดังรูปที่ จ-2

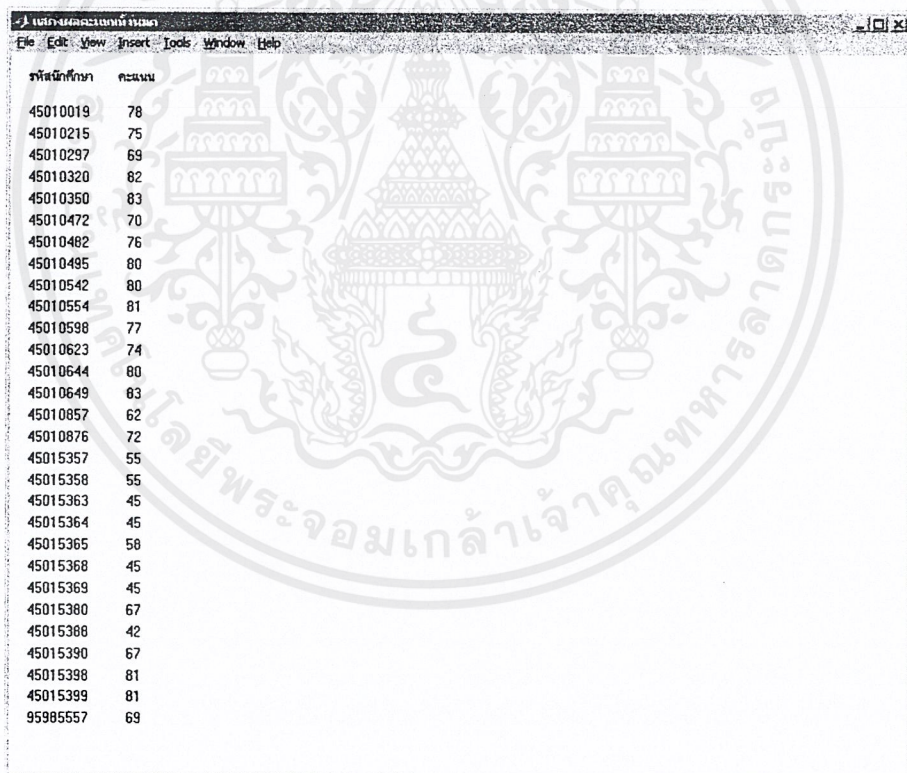
เลือกแสดงข้อสอบ การทำงานของเมนูนี้จะทำการแสดงคำถามและตัวเลือกเพื่อดูเป็นข้อสอบเปรียบเทียบกับคำตอบที่ทำว่าถูกต้องตามคำถามหรือไม่โดยจะแสดงดังรูปที่ จ-3

เลือกเพิ่มข้อสอบ การทำงานของเมนูนี้จะมีช่องให้กรอข้อมูลเป็น text ลงไปในช่องว่างเพื่อจะจัดเก็บข้อมูลที่เป็นคำถามและตัวเลือกลงไปยังฐานข้อมูลเพื่อที่จะนำไปแสดง โดยการเลือกแสดงข้อสอบอีกทีโดยจะมีหน้าต่างการทำงานดังรูปที่ จ-4

เลือกแก้ไขข้อสอบ การทำงานของเมนูนี้จะมีลักษณะเหมือนกับการเพิ่มข้อมูลแต่จะมีการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลออกมาดูก่อนแล้วทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่เกิดขึ้นนั้นลงฐานข้อมูลดังรูปที่ จ-5

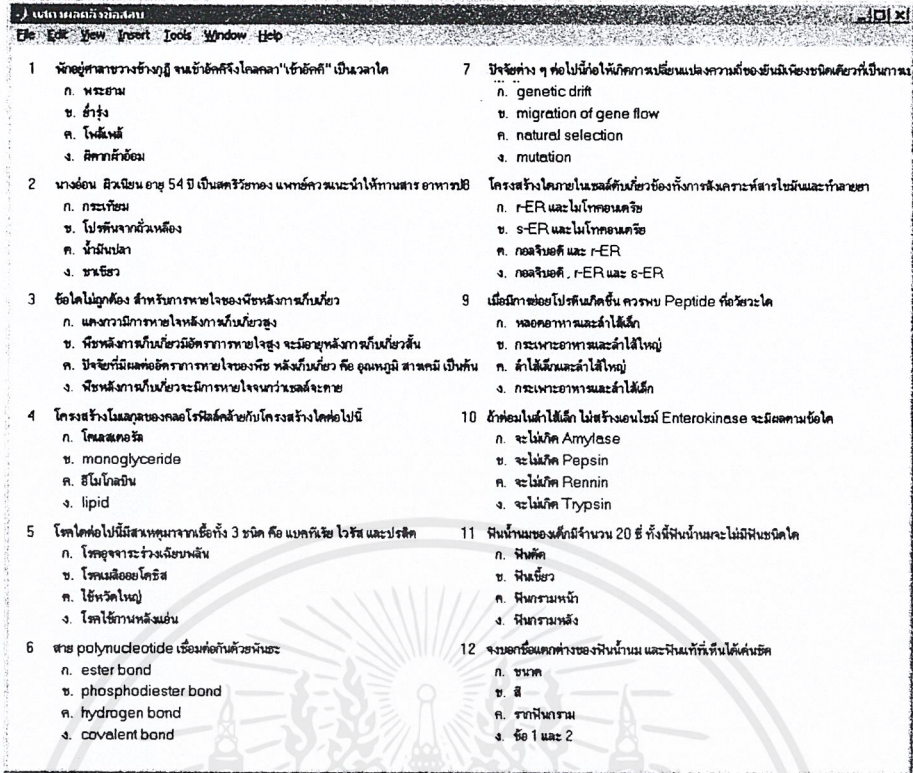
เลือกลบข้อสอบ การทำงานของเมนูนี้จะมีให้กรอว่าต้องการที่จะลบข้อไหนเมื่อมีการระบุข้อที่ต้องการลบข้อมูลที่อยู่ภายในฐานข้อมูลก็จะถูกลบและยังมีการดูข้อมูลก่อนที่จะมีการลบเพื่อให้แน่ใจว่าเป็นข้อที่ต้องการลบออกจากฐานข้อมูลด้วยดังรูปที่ จ-6

เลือกออกโปรแกรม การทำงานของเมนูนี้จะออกจากโปรแกรม จบการทำงานของโปรแกรม

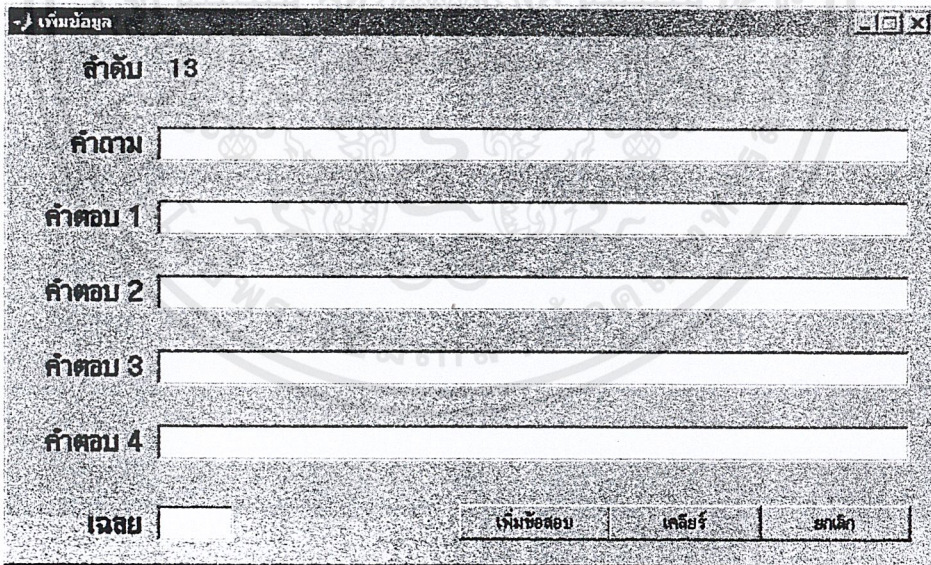


รหัสนักศึกษา	คะแนน
45010019	78
45010215	75
45010297	69
45010320	82
45010350	83
45010472	70
45010482	76
45010495	80
45010542	80
45010554	81
45010598	77
45010623	74
45010644	80
45010649	83
45010857	62
45010876	72
45015357	55
45015358	55
45015363	45
45015364	45
45015365	58
45015368	45
45015369	45
45015380	67
45015388	42
45015390	67
45015398	81
45015399	81
95985557	69

รูป จ-2 แสดงรหัสและคะแนนทั้งหมด



รูป จ-3 แสดงคำถามและตัวเลือก



รูป จ-4 แสดงบล็อกให้กรอกข้อมูลเพื่อเพิ่มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ไขข้อมูล

ลำดับ  ทั้งหมด 12 ชื่อ

คำถาม

คำตอบ 1

คำตอบ 2

คำตอบ 3

คำตอบ 4

เฉลย  แก้ไขข้อสอบ ตู้ออมต ยยกเลิก

รูป จ-5 แสดงบล็อกให้กรอกข้อมูลเพื่อแก้ไขข้อมูล

ลบข้อมูล

ลำดับ  ทั้งหมด 12 ชื่อ

คำถาม

คำตอบ 1

คำตอบ 2

คำตอบ 3

คำตอบ 4

เฉลย  ลบข้อสอบ ตู้ออมต ยยกเลิก

รูป จ-6 แสดงบล็อกให้กรอกข้อมูลเพื่อลบข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้