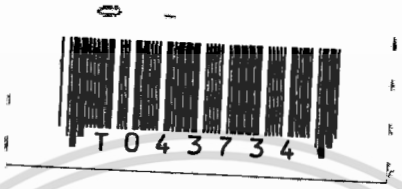
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

A DEVELOPMENT OF AUTOMATIC CHECKING SYSTEM FOR MULTIPLE CHOICE TESTS



กนก รัตนสมบัติ

KANOKE RATTANASOMBUT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 43734
วัน, เดือน, ปี 30 ก.ย. 2545

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2545

ISBN 974-648-660-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A DEVELOPMENT OF AUTOMATIC CHECKING SYSTEM FOR MULTIPLE CHOICE TESTS

KANOKE RATTANASOMBUT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (COMPUTER)

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2002

ISBN 974-648-660-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายกนก รัตนสมบัติ
รหัสประจำตัว	42064249
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์
	อาจารย์กิติพงศ์ มะโน

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ซึ่งมีการพัฒนาทั้งในส่วนกระดาษคำตอบ และโปรแกรมตรวจข้อสอบ ระบบนี้สามารถควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ให้นำภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่การวิเคราะห์ วิเคราะห์กระดาษคำตอบโดยวิธีการเปรียบเทียบตำแหน่งจุดภาพตรวจข้อสอบ วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ และแสดงผลการตรวจข้อสอบทางจอภาพหรือเครื่องพิมพ์ได้ ในการวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมตรวจข้อสอบด้วยโปรแกรม Delphi และออกแบบกระดาษคำตอบด้วยโปรแกรม Illustrator นอกจากนี้ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในด้านความเร็วในการตรวจข้อสอบ ระหว่างระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติกับการตรวจข้อสอบในระบบเดิม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้คือผลการสอบจากนักเรียนจำนวน 4 ชุด ในแต่ละชุดมีจำนวนกระดาษคำตอบ 25 แผ่น และมีคำถามในการสอบทั้งหมด 80 ข้อ

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพบว่าการตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติมีประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบสูงกว่าการตรวจข้อสอบในระบบเดิม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จากการวิจัยนี้ทำให้ได้ระบบตรวจข้อสอบที่สามารถนำข้อมูลจากกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง ทำให้การประมวลผลข้อมูลการสอบต่างๆ ทั้งในด้านรวมคะแนนและการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบทำได้สะดวก ถูกต้องและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Development of Automatic Checking System for Multiple Choice Tests
Student	Mr. Kanoke Rattanasombut
Student ID	42064249
Degree	Master of Science
Programme	Science Education (Computer)
Year	2002
Thesis Advisor	Dr. Surasit Ratree
Thesis Co-Advisor	Dr. Wilaiporn Worrachittanont
	Mr. Kitipong Mano

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop an Automatic Checking System for Multiple Choice Tests which developed for both of the answer sheet and the item checking software. The ability of the system was able to control a flatbed scanner to import answer sheet image to analysis, use pixel comparison method to analyze image, checking item, analyze item, and show result of the item checking via monitor or printer. The item checking software was developed by Delphi software. The answer sheet was designed by Illustrator software. In addition, This research had compared efficiency of this system with traditional system by used checking speed. The samples in this research were the answer sheets from student. There were 4 set, each set comprised of 25 sheet with 80 question.

The comparison result found that efficiency of the Automatic Checking System for Multiple Choice Tests has higher statistically significant than the traditional system at 0.01 level.

The result of this research was a checking system that able to transfer data form answer sheet to computer. This system will help the score processing and the item analysis for easier, faster and more correctly than the traditional system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยและพัฒนารวมทั้งวิทยานิพนธ์นี้ เกิดขึ้นและสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์ และอาจารย์กิติพงค์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งได้กรุณาสละเวลาให้แนวคิด ให้คำแนะนำปรับปรุงแก้ไข รวมถึงการให้ความช่วยเหลือต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล และ ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้การสนับสนุน ให้โอกาส และให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์เบญจวรรณ อุบลศรี ที่ให้คำแนะนำในการเขียนบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ขอขอบคุณ คุณอนันตพัฒน์ อนันตชัย ที่ให้ยืมเครื่องสแกนเนอร์และให้ข้อมูลการสอบเพื่อใช้ทดลองในการวิจัย ขอขอบคุณ คุณสุเมธ แซ่เอี้ยว ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทดลองตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

ขอขอบพระคุณครู-อาจารย์ รวมถึงผู้ที่ให้ความรู้ความเข้าใจในหลายๆ ด้านทุกท่าน ที่ได้ให้วิชาความรู้จนสามารถนำมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์นี้จนลุล่วง อีกทั้งขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ให้เครื่องมือทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย รวมถึงขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่สนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่ง ที่สนับสนุนทั้งด้านกำลังทรัพย์และกำลังใจ ขอขอบคุณญาติพี่น้องทุกคนที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา และขอขอบคุณบุคคลทุกท่านที่ได้ช่วยสนับสนุนการดำเนินการต่างๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี

กนก รัตนสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 สมมติฐานการวิจัย 4

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 4

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 5

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย 5

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 เครื่องตรวจกระดาษคำตอบ 8

2.2 เครื่องสแกนเนอร์ 10

2.3 ทเวน 11

2.4 กระดาษคำตอบ 14

2.5 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางด้านภาพด้วยเดลไฟ 15

2.6 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ 16

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 20

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 20

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 20

3.3 การพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ 21

3.4 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล 32

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 34

4.1 ผลการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ 34

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบตรวจข้อสอบ 44

บทที่ 5 สรุปผลวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 50

5.1 สรุปผลการวิจัย 50

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 52

5.3 ข้อเสนอแนะ 56

บรรณานุกรม 59

ภาคผนวก 61

ภาคผนวก ก กระดาษคำตอบสำหรับระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ 62

ภาคผนวก ข ขั้นตอนการตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ 64

ประวัติผู้เขียน 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ค่าอำนาจจำแนกและความหมาย 17

4.1 ผลการทดสอบความถูกต้องในการค้นหาตำแหน่งการระบาย 35

4.2 ผลการบันทึกเวลาการตรวจข้อสอบ 45

4.3 ผลการคำนวณหาระยะเวลาการตรวจข้อสอบต่อแผ่น 46

4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ 47

4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการตรวจข้อสอบในระบบเดิม 47

4.6 ค่าสถิติเพื่อทดสอบการแจกแจงข้อมูล 48

4.7 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบระหว่างการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิมกับระบบการตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ เมื่อใช้เครื่องสแกนเนอร์ canon รุ่น N670U 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดการทำงานของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ	4
2.1	ส่วนประกอบหลักของเครื่องตรวจกระดาษคำตอบ	9
2.2	องค์ประกอบหลักในการใช้งาน TWAIN	12
2.3	สถาปัตยกรรมของ TWAIN	13
2.4	ลักษณะกระดาษคำตอบของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	14
3.1	แนวคิดพื้นฐานการตรวจข้อสอบโดยทั่วไป	21
3.2	ผังงานการทำงานของโปรแกรมโดยรวม	22
3.3	ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ	23
3.4	ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอ่านคำตอบ	24
3.5	ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบ	25
3.6	ผังงานขั้นตอนการคำนวณค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก	27
3.7	ลักษณะกระดาษคำตอบที่ออกแบบสำหรับการวิจัยเบื้องต้น	29
4.1	ลักษณะกระดาษคำตอบของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ	34
4.2	ลักษณะโปรแกรมควบคุมการอ่านและวิเคราะห์กระดาษคำตอบ	36
4.3	ลักษณะภาพกระดาษคำตอบบริเวณส่วนกลางของหน้าต่างโปรแกรม	37
4.4	ลักษณะผลการวิเคราะห์การระบายเฉลยคำตอบ	37
4.5	ลักษณะผลการตรวจรายข้อและคะแนนรวม	38
4.6	ลักษณะการแสดงผลคำตอบในลักษณะต่างๆ	38
4.7	ลักษณะปุ่มเพิ่มในใบคะแนนและปุ่มดูใบคะแนน	39
4.8	ลักษณะปุ่มต่างๆ ในส่วนการรับภาพจากเครื่องสแกนเนอร์	39
4.9	ลักษณะปุ่มเปิดไฟล์ภาพและปุ่มบันทึกภาพ	40
4.10	ส่วนกำหนดรายละเอียดการวิเคราะห์การระบาย	40
4.11	ลักษณะรูปแบบการแสดงผล	40
4.12	ลักษณะโปรแกรมประมวลผลคะแนนและวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ	41
4.13	ลักษณะแบบกรอกรหัสวิชา และชื่อวิชาในคอลัมน์ A และ B ตามลำดับ	42
4.14	ลักษณะหน้าต่าง Save As	42
4.15	ข้อมูลต่างๆ ของนักศึกษาในคอลัมน์ A, B, C, D, E ตามลำดับ	43
4.16	ลักษณะโปรแกรมจัดพิมพ์รายงานคะแนน และผลการวิเคราะห์ข้อสอบ	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.17	ลักษณะหน้าต่าง Print	44
6.1	ลักษณะไอคอนโปรแกรมติดตั้งโปรแกรมตรวจข้อสอบ	66
6.2	ลักษณะการเรียกใช้โปรแกรมจากเมนู "เริ่ม-Start"	66
6.3	ลักษณะไอคอนโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ	66
6.4	ลักษณะเมนูเตรียมกระดาษคำตอบ	66
6.5	ลักษณะเอกสารกระดาษคำตอบในโปรแกรม Microsoft Word 97	67
6.6	ลักษณะเมนูเตรียมข้อมูลนักศึกษา	68
6.7	ลักษณะเมนูเตรียมข้อมูลรหัสวิชา	68
6.8	ลักษณะการแจ้งเตือนการใช้ Macro	69
6.9	ลักษณะแบบกรอกข้อมูลนักศึกษาในโปรแกรม Microsoft Excel	69
6.10	ลักษณะแบบกรอกข้อมูลรหัสวิชาในโปรแกรม Microsoft Excel	70
6.11	ลักษณะปุ่มบันทึกสู่โปรแกรมตรวจข้อสอบ	70
6.12	ลักษณะหน้าต่างบันทึกไฟล์และการเลือกสถานที่เก็บไฟล์	71
6.13	ลักษณะปุ่ม Create New Folder	71
6.14	ลักษณะต่างหน้าระบุชื่อโฟลเดอร์ที่ต้องการสร้าง	72
6.15	ลักษณะเมนูคำสั่งอ่านกระดาษคำตอบ	72
6.16	ลักษณะหน้าต่างอ่านกระดาษคำตอบ	72
6.17	ลักษณะตัวเลือกการกำหนดลักษณะการอ่านกระดาษคำตอบ	73
6.18	ลักษณะปุ่มอ่านคำเฉลย	73
6.19	ลักษณะปุ่มเปิดไฟล์ภาพและปุ่มบันทึกไฟล์ภาพ	74
6.20	ลักษณะปุ่มอ่านและตรวจคำตอบ	74
6.21	ลักษณะการแสดงผลการตรวจข้อสอบ	74
6.22	ลักษณะส่วนบันทึกผลการตรวจคำตอบลงในใบคะแนน	75
6.23	ลักษณะโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติในส่วนใบคะแนน	75
6.24	ลักษณะการแสดงผลการตรวจข้อสอบรายบุคคล	76
6.25	ลักษณะการแสดงผลในส่วนสรุปผล	76
6.26	ลักษณะการแสดงผลในส่วนวิเคราะห์ข้อสอบ	77
6.27	ลักษณะการแสดงผลในส่วนเฉลยข้อสอบ	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

6.28 ลักษณะเมนูคำสั่งบันทึก 78
6.29 ลักษณะเมนูคำสั่งพิมพ์รายงาน 78
6.30 ลักษณะรายงานผลการตรวจข้อสอบ 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นกระบวนการพัฒนาบุคคล ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สังคม เมื่อการจัดการศึกษาดำเนินไประยะหนึ่ง บุคคลผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องมักเกิดคำถามว่า การศึกษาที่จัดขึ้นนั้นได้ผลหรือไม่ ดำเนินการไปตามทิศทางที่ต้องการหรือไม่ มีปัญหาอุปสรรคใดบ้างที่ต้องแก้ไข จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบผลที่ได้รับว่าสอดคล้องตรงตามที่ตั้งเป้าหมายหรือไม่ โดยการตรวจสอบที่ดีจะทำให้เกิดการเพิ่มคุณภาพและเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอน และในทางตรงกันข้ามการตรวจสอบที่ไม่ดีจะทำให้เกิดผลในทางลบกับผู้เรียน ผู้สอน รวมถึงผู้เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายท้อถอย เสียความเชื่อถือในตัวเอง หมดศรัทธา หรืออาจเกิดการเรียนรู้แบบท่องจำแทนการคิด เกิดการเดาแทนการพยายามแสดงความรู้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการตรวจสอบผลการศึกษาหรือการวัดผลนั้นมีอิทธิพลต่อการเรียนการสอน อีกทั้งมีอิทธิพลต่อผู้เรียน ผู้สอน ผู้บริหาร สถาบันการศึกษาและมีอิทธิพลต่อประเทศในทุกด้าน เพราะการศึกษาคือการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศ (อุทุมพร จามรมาน. ม.ป.ท. : 1-14)

การวัดผลเป็นกิจกรรมที่ทำกันมานาน นับตั้งแต่เริ่มมีการการสอนขึ้น สมัยก่อนผู้เรียนมีไม่มากอาจสามารถจัดกระบวนการวัดผลได้โดยไม่ต้องใช้วิธีการที่ซับซ้อนมากนัก แต่ในยุคที่การศึกษาขยายตัวอย่างกว้างขวาง มีผู้เรียนจำนวนมาก วิทยาการต่างๆ ที่ต้องเรียนมีเพิ่มขึ้น การวัดผลควรต้องทำอย่างพิถีพิถันมีแบบแผน และมีเครื่องมือช่วยในการวัดผลมากขึ้น (ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 26)

ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ เป็นเครื่องมือวัดผลประเภทหนึ่งที่ผู้สอนในปัจจุบันมักใช้ทดสอบกับผู้เรียนในการทดสอบต่างๆ เช่น การสอบคัดเลือกเข้าศึกษา การทดสอบก่อนเรียน การทดสอบระหว่างเรียน การทดสอบหลังเรียน การสอบกลางภาค การสอบปลายภาค เป็นต้น เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบมีเกณฑ์การให้คะแนนที่แน่นอนอีกทั้งผู้ออกข้อสอบไม่จำเป็นต้องตรวจข้อสอบเอง สามารถให้ผู้อื่นทำการตรวจข้อสอบแทนได้

โดยส่วนใหญ่ ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบจะมีข้อคำถามหลายข้อ และมักทำการทดสอบกับกลุ่มผู้เข้ารับการทดสอบจำนวนหลายคน ดังนั้นในขั้นตอนการตรวจข้อสอบ ผู้ตรวจข้อสอบจะต้องทำการตรวจข้อสอบจำนวนมากตามปริมาณจำนวนผู้สอบและข้อคำถามในการสอบ ดังนั้นหากข้อสอบมีจำนวนมากย่อมจะทำให้เกิดความยุ่งยากและความล่าช้าในการตรวจข้อสอบ ซึ่งจะส่งผลให้การสรุปผลล่าช้าขึ้นด้วย นอกจากนี้ในการตรวจข้อสอบเพียงรอบเดียวอาจพบว่ามีความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้นเสมอ หากข้อสอบมีจำนวนมากขึ้นโอกาสผิดพลาดก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย เนื่องจากความล้าในการตรวจข้อสอบ (พลสวรรค์ มณีเสาวนพ และภัสราวรินทร์ ทรัพย์ทวีสุข. 2539 : 44)

เมื่อตรวจข้อสอบเสร็จสิ้น ผู้สอนควรจะนำข้อมูลการตอบของผู้สอบมาทำการวิเคราะห์ผลการสอบโดยรวม และทำการวิเคราะห์ข้อสอบ แต่อย่างไรก็ตามยังมีผู้สอนจำนวนมาก ที่ไม่ทำการวิเคราะห์ข้อสอบหลังการดำเนินการสอบเสร็จสิ้น เมื่อทราบผลสอบผู้สอนส่วนใหญ่มักจะใช้เพียงประเมินว่าใครสอบผ่าน สอบไม่ผ่าน หรือมีระดับคะแนนไหน มิได้นำผลสอบที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางอื่นๆ อีกเลย (ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 27)

การใช้ผลการสอบเพิ่มเติม นอกจากการตัดสินผล จะทำให้การสอบแต่ละครั้งเกิดคุณค่าแก่ผู้สอบ และผู้สอน จะช่วยให้การสอบวัดผลในโอกาสต่อไป ทำได้ง่ายสะดวกสบายขึ้น (ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 28)

แม้ว่าในปัจจุบันจะมีโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบสำหรับช่วยในการวิเคราะห์ข้อสอบ แต่โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบเหล่านั้น ผู้ใช้จะต้องป้อนข้อมูลการตอบคำถามในแต่ละข้อของผู้ตอบแต่ละคนเข้าสู่โปรแกรมเพื่อเป็นข้อมูลการวิเคราะห์ ผู้วิจัยเห็นว่ากระบวนการนี้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งานและเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้สอนละเลยการวิเคราะห์ข้อสอบ ทำให้การจัดการเรียนการสอนหรือการประเมินผล ขาดข้อมูลแนวทางการพัฒนาปรับปรุงอย่างชัดเจน

เครื่องตรวจกระดาษคำตอบ หรือเครื่องมือที่เรียกว่า "เครื่องอ่านสัญลักษณ์ด้วยแสง" (Optical Mark Readers : OMR) เป็นเครื่องมือช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจกระดาษคำตอบ สามารถตรวจคำตอบได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง สามารถเก็บข้อมูลการตอบคำถามเพื่อใช้ในการประมวลผลอื่นๆ ได้ เช่น การคำนวณคะแนน จัดเรียงคะแนน และการวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นต้น

ในปัจจุบันเครื่องตรวจกระดาษคำตอบมีราคาประมาณ 380,000 – 640,000 บาท โดยราคาจะแตกต่างตามรุ่น ความสามารถ และประสิทธิภาพของเครื่องตรวจข้อสอบ ส่วนกระดาษคำตอบที่ใช้สำหรับเครื่องตรวจกระดาษคำตอบจะต้องสั่งทำเฉพาะ ราคาต่อแผ่นของการทำกระดาษคำตอบจะมีราคาประมาณ 1.50 บาท ดังนั้นจะเห็นได้ว่างบประมาณในการตรวจข้อสอบโดยใช้เครื่องตรวจกระดาษคำตอบตั้งแต่การจัดซื้อเครื่องตรวจกระดาษคำตอบ การดูแลรักษา ตลอดจนงบประมาณที่ใช้เพื่อการจัดทำกระดาษคำตอบนั้น เมื่อพิจารณาโดยรวมจะเห็นได้ว่าใช้งบประมาณสูงมาก ดังนั้นจึงทำให้เครื่องตรวจกระดาษคำตอบมีใช้เฉพาะสถานศึกษาขนาดใหญ่เท่านั้น (พรชัยยศ ศรีปัญญา พงศ์. 2542 : 1)

เมื่อพิจารณาหลักการทำงานโดยทั่วไปของเครื่องตรวจกระดาษคำตอบ จะเห็นได้ว่าการทำงานจะเริ่มจากการรับข้อมูลการตอบคำถาม โดยการอ่านการระบายคำตอบจากกระดาษคำตอบแล้วประมวลผลและตรวจคำตอบ จากนั้นจึงทำการแสดงผลการตรวจข้อสอบ จากหลักการทำงานโดยทั่วไปนี้ ผู้วิจัยเห็นว่าอาจจะประยุกต์ใช้เครื่องสแกนเนอร์ ให้สามารถอ่านการระบายคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกระดาษคำตอบ แล้วส่งผลการอ่านเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผล จากนั้นให้แสดงผลการตรวจข้อสอบผ่านทางจอภาพหรือทางเครื่องพิมพ์แทนได้

ผู้วิจัยได้สำรวจราคาเครื่องสแกนเนอร์ ณ ร้านคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ในห้างสรรพสินค้าไอทีหลายแห่งในกรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 3-4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 จากการสำรวจพบว่าในปัจจุบันเครื่องสแกนเนอร์มีราคาประมาณ 2,000 - 130,000 บาท โดยราคาของเครื่องสแกนเนอร์จะแตกต่างกันตามระดับความเร็วในการทำงาน ความละเอียดในการสแกนภาพ รูปแบบและความเร็วในการส่งข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ รวมถึงอุปกรณ์เสริม เช่น ที่ป้อนกระดาษอัตโนมัติ เป็นต้น ซึ่งเครื่องสแกนเนอร์ที่สามารถนำมาใช้อ่านกระดาษคำตอบในการวิจัยนี้ได้นั้น ผู้วิจัยเห็นว่าเครื่องสแกนเนอร์ในราคาระดับประมาณ 2,500 บาท ก็สามารถนำมาใช้ได้ อีกทั้งแนวโน้มของราคาของเครื่องสแกนเนอร์ที่มีความสามารถสูงๆ จะมีราคาลดลงตามการพัฒนาของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าการนำเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์มาใช้เพื่อพัฒนาให้เป็นระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการตรวจข้อสอบด้วยเครื่องตรวจกระดาษคำตอบได้อย่างมาก ทั้งด้านราคาเครื่องและราคาการจัดเตรียมกระดาษคำตอบ รวมถึงช่วยลดขั้นตอนในการพิมพ์ หรือป้อนข้อมูลการตอบคำถามเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าระบบนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมขึ้นเอง ดังนั้นจึงมีความยืดหยุ่นในการพัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสมกับการตรวจข้อสอบและการวิเคราะห์ข้อสอบแบบต่างๆ ได้ อีกทั้งหากมองประโยชน์ในด้านการศึกษา ระบบตรวจข้อสอบนี้มีประโยชน์ในการสนับสนุนระบบการวัดและประเมินผลการพัฒนาข้อสอบของผู้สอน การพัฒนาการเรียนการสอนให้ตรงจุดประสงค์ เนื่องจากสามารถวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแต่ละข้อเพื่อการพัฒนาข้อสอบได้ทันทีหลังการตรวจข้อสอบ

ในการพัฒนาระบบการตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัตินั้น จะต้องพัฒนาการทำงานในส่วนต่างๆ ของระบบ คือ รูปแบบกระดาษคำตอบ การอ่านคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์คำตอบจากภาพกระดาษคำตอบ การตรวจข้อสอบ การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ และการรายงานผลการตรวจข้อสอบ แต่การพัฒนาให้สมบูรณ์ในทุกๆ ส่วนอย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาเฉพาะในแต่ละด้าน รวมถึงต้องใช้ทุน ระยะเวลา และบุคลากรที่มีความรู้เฉพาะด้านมากมาย ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการพัฒนาองค์ประกอบโดยรวมของระบบ เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาและวิจัยในขั้นต่อๆ ไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบระหว่างการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ กับระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบสูงกว่าระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิม

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ เริ่มจากผู้ตรวจข้อสอบนำกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องสแกนเนอร์ จากนั้นจึงทำการควบคุมการทำงานของเครื่องสแกนเนอร์เพื่อนำภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ผ่าน TWAIN ซึ่งเป็นส่วนติดต่อมาตรฐานระหว่างคอมพิวเตอร์ กับเครื่องสแกนเนอร์ เมื่อได้ข้อมูลภาพกระดาษคำตอบที่คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้แล้วนั้น ในขั้นต่อไปจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลการตอบจากรูปภาพโดยวิธีการอ่านจุดภาพแต่ละจุดมาเทียบกับรูปแบบจุดภาพที่กำหนดไว้ เมื่อได้ข้อมูลการตอบแล้ว จะนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจข้อสอบ คำนวณคะแนน และทำการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ จากนั้นจึงแสดงผลการตรวจคำตอบแก่ผู้ตรวจทางจอภาพ หรือทางเครื่องพิมพ์ กรอบแนวคิดการทำงานของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติแสดงในรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการทำงานของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยและพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติในครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1.5.1 ความสามารถของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

1. ควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ ให้สามารถนำภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ได้
2. อ่านคำตอบ โดยการวิเคราะห์ภาพด้วยวิธีการเปรียบเทียบตำแหน่งจุดภาพได้ถูกต้อง
3. ตรวจข้อสอบปรนัยที่มีตัวเลือกไม่เกิน 5 ตัวเลือก และจำนวนข้อสอบไม่เกิน 100 ข้อ
4. ประมวลผลที่ได้จากการตรวจโดยทำการรวมคะแนน และสามารถวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ คือ หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกได้
5. แสดงผลการตรวจข้อสอบได้ทั้งทางจอภาพและเครื่องพิมพ์

1.5.2 ประชากร

ในการวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบการตรวจข้อสอบ อีกทั้งได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบของระบบตรวจข้อสอบทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบการตรวจข้อสอบในระบบเดิมและระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ดังนั้นประชากรในการวิจัยจึงเป็นข้อมูลที่เข้าสู่ระบบตรวจข้อสอบทั้ง 2 ระบบ ซึ่งหมายถึงผลการสอบ

1.5.3 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่จะนำมาใช้ทดลองในการวิจัยนี้ เป็นผลการสอบจากนักเรียนจำนวน 4 ชุด ในแต่ละชุดมีจำนวนกระดาษคำตอบ 25 แผ่น และมีคำถามในการสอบทั้งหมด 80 ข้อ

1.5.4 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบ
2. ตัวแปรต้น คือ วิธีการตรวจข้อสอบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ และการตรวจข้อสอบในระบบเดิม

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1. การตรวจข้อสอบจะตรวจตามเฉลยข้อสอบเป็นหลัก
2. การตรวจข้อสอบได้ถูกต้องนั้น ต้องมีการระบายคำตอบในเงื่อนไขที่ถูกต้อง
3. ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดเงื่อนไขการตรวจและการให้คะแนน
4. การออกแบบกระดาษคำตอบจะออกแบบโดยคำนึงถึงการวิเคราะห์ภาพเป็นหลัก
5. ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดรูปแบบ วิธีการ และตำแหน่งการสแกนภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. งานวิจัยนี้ไม่ครอบคลุมถึงปัจจัยอื่นๆ ในด้านผู้ตรวจข้อสอบ และเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้

7. งานวิจัยนี้จะใช้คำตอบชุดเดียวกันในการตรวจข้อสอบทั้ง 2 ระบบ

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ หมายถึง ระบบการตรวจข้อสอบปรนัยโดยการประยุกต์ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์เข้าช่วยในการตรวจ โดยสามารถควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ให้สามารถอ่านภาพได้ วิเคราะห์ภาพด้วยการเปรียบเทียบตำแหน่งจุดภาพ สามารถตรวจข้อสอบปรนัยที่มีตัวเลือกไม่เกิน 5 ตัวเลือก จำนวนข้อสอบสูงสุดได้ไม่เกิน 100 ข้อ ประมวลผลที่ได้จากการตรวจโดยทำการรวมคะแนน และสามารถวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ คือ หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกได้ สามารถแสดงผลการตรวจข้อสอบได้ทั้งทางจอภาพและเครื่องพิมพ์

2. ระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิม หมายถึง ระบบวิธีการตรวจข้อสอบที่ผู้ตรวจทำการตรวจนับคะแนนบนกระดาษคำตอบในแต่ละข้อโดยใช้หน้ากากตรวจข้อสอบ

3. ประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในกระบวนการตรวจข้อสอบจำนวน 1 ชุด เริ่มตั้งแต่การเตรียมเฉลยคำตอบ การตรวจข้อสอบ รวมคะแนนสอบ วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ จนถึงการทำรายงานผลการตรวจข้อสอบเสร็จสิ้น

4. ระยะเวลาในการตรวจข้อสอบ หมายถึง ระยะเวลาที่นับจากเริ่มหยิบกระดาษคำตอบขึ้นมาตรวจตั้งแต่ข้อแรกถึงข้อสุดท้าย แล้วบันทึกคะแนนตรวจ และพร้อมจะหยิบกระดาษคำตอบแผ่นต่อไป

5. ระยะเวลาในกระบวนการตรวจข้อสอบ หมายถึง ระยะเวลาที่เริ่มตั้งแต่การเตรียมเฉลยคำตอบ ตรวจข้อสอบ รวมคะแนนสอบ วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ จนถึงการทำรายงานผลการตรวจข้อสอบเสร็จสิ้น

6. ผลการสอบ หมายถึง คำตอบต่างๆ ที่ผู้สอบเป็นผู้เลือกคำตอบโดยการทำเครื่องหมายหรือทำสัญลักษณ์แสดงการเลือกบนกระดาษคำตอบ

7. กระดาษคำตอบ 1 ชุด หมายถึง กระดาษคำตอบหลายๆ แผ่น ในการสอบครั้งเดียวกันและวิชาเดียวกัน

8. เครื่องสแกนเนอร์ หมายถึง เครื่องสแกนเนอร์แบบแท่นนอน ที่สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมผ่าน TWAIN ได้

9. การควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ หมายถึง การเขียนโปรแกรมติดต่อกับ TWAIN เพื่อติดต่อควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ให้นำภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. การสแกน หมายถึง กระบวนการที่เครื่องสแกนเนอร์ทำการอ่านข้อมูลภาพและส่งข้อมูลภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์

11. TWAIN อ่านว่า ทเวน หมายถึง ชุดแปลคำสั่งมาตรฐาน ที่ใช้ควบคุมเครื่องสแกนเนอร์

12. การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ หมายถึง การคำนวณค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากง่ายของข้อสอบ โดยในการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อของการตรวจข้อสอบในระบบเดิมนั้น จะทำการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows ช่วยในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัตินั้น เพื่อทำความเข้าใจหลักการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนานี้ ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 เครื่องตรวจกระดาษคำตอบ

2.2 เครื่องสแกนเนอร์

2.3 ทเวน

2.4 กระดาษคำตอบ

2.5 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางด้านภาพด้วยเดลไฟ

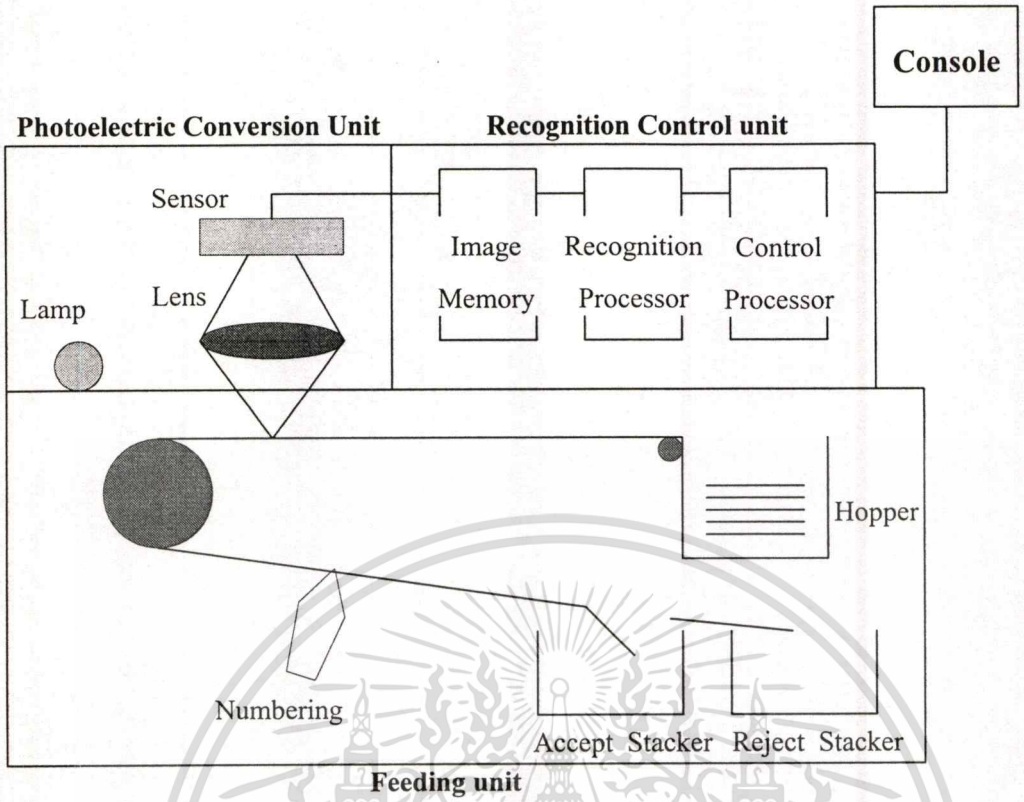
2.6 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ

2.1 เครื่องตรวจกระดาษคำตอบ

เครื่องตรวจกระดาษคำตอบ หรืออาจเรียกว่า เครื่องตรวจการทำเครื่องหมาย (Mark Sensing) เป็นเทคโนโลยีการสแกนภาพกระดาษคำตอบแล้วเปลี่ยนข้อมูลการระบายเป็นข้อมูลการเลือกตอบ จากนั้นจึงนำข้อมูลการเลือกตอบเหล่านั้นไปคำนวณหรือประมวลผลอื่นๆ ดังที่ผู้ใช้ต้องการได้ต่อไป โดยกระดาษคำตอบที่ใช้นั้น จะต้องออกแบบตำแหน่งการระบายที่แน่นอน เพื่อให้เครื่องตรวจกระดาษคำตอบรู้จักตำแหน่งและขนาดพื้นที่ของช่องว่างสำหรับการระบายเลือกตอบ รวมถึงความหมายหรือคะแนนสำหรับการเลือกระบายในตำแหน่งนั้นๆ

โดยทั่วไปเครื่องตรวจกระดาษคำตอบจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องตรวจกระดาษคำตอบ

จากรูปที่ 2.1 จะเห็นว่าเครื่องตรวจกระดาษคำตอบประกอบด้วย ส่วนป้อนกระดาษ (Feeding Unit) , ส่วนแปลงภาพ (Photoelectric Conversion Unit) และส่วนควบคุมการตรวจกระดาษคำตอบ (Recognition Control Unit) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนป้อนกระดาษ (Feeding Unit) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่นำกระดาษคำตอบทีละแผ่นเข้าสู่ส่วนแปลงภาพ โดยมีความเร็วในการป้อนกระดาษคงที่ เมื่อกระดาษคำตอบสามารถตรวจคำตอบได้ตามปกติจะส่งกระดาษไปยังถาดรับกระดาษปกติ (Accept Stacker) แต่หากไม่สามารถตรวจได้ตามปกติจะส่งกระดาษคำตอบไปยังถาดรับกระดาษป้อนกลับ (Reject Stacker)

2. ส่วนแปลงภาพ (Photoelectric Conversion Unit) ส่วนนี้จะมีหลอดไฟเพื่อฉายแสงไปยังพื้นผิวของกระดาษคำตอบ จากนั้นจะมีอุปกรณ์ตรวจจับการสะท้อนกลับของแสงผ่านเลนส์เพื่อเปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอล หากแสงสะท้อนกลับเป็นสีขาวหมายถึงไม่มีการระบายจะให้ระดับสัญญาณดิจิตอลเป็น “0” หากแสงสะท้อนกลับมีแสงสะท้อนกลับน้อยในระดับหนึ่ง หรือแสงมืดจะมีระดับสัญญาณดิจิตอลเป็น “1” โดยทั่วไปจะแบ่งระดับความมืดของระดับแสงมืดที่สะท้อนกลับได้เป็น 16 ระดับ เมื่อได้สัญญาณที่เป็นผลการอ่านแล้วจะส่งข้อมูลไปเก็บในหน่วยจดจำภาพ ในส่วนควบคุมการตรวจกระดาษคำตอบเพื่อทำการตรวจคำตอบ และคำนวณต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนควบคุมการตรวจกระดาษคำตอบ (Recognition Control Unit) เป็นส่วนที่จดจำรูปแบบการตอบและความหมายของตัวเลือกที่ได้เลือกตอบ ในส่วนนี้จะทำการเปลี่ยนค่าตัวเลือกที่เป็นสัญญาณดิจิตอลต่างๆ ให้เป็นผลลัพธ์ที่ต้องการ ในส่วนนี้ผู้ใช้สามารถควบคุมหรือตั้งค่าต่างๆ ได้ โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ที่มากับเครื่องตรวจกระดาษคำตอบ ค่าต่างๆ ที่ผู้ใช้สามารถควบคุมได้ เช่น รูปแบบวิธีการอ่าน ความถูกต้องในการอ่าน รูปแบบของฟอร์มกระดาษคำตอบ เป็นต้น ส่วนนี้จะทำให้เครื่องตรวจกระดาษคำตอบมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง

2.2 เครื่องสแกนเนอร์

2.2.1 ความหมายของเครื่องสแกนเนอร์

เครื่องสแกนเนอร์ (ทักษิณา สวนานนท์. 2536 : 452-453) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านภาพซึ่งเป็นข้อมูล หมายถึง สามารถกวาดตรวจภาพไปจนทั่วแล้วแปลงเป็นตัวเลขส่งเข้าไปเก็บในหน่วยความจำได้ เพื่อจะได้นำไปเป็นข้อมูลใช้ประมวลผลต่อไป

2.2.2 ประเภทของเครื่องสแกนเนอร์

โดยทั่วๆ ไป สแกนเนอร์จะมีหลากหลายประเภท หากจำแนกตามลักษณะกลไก สามารถแบ่งประเภทของสแกนเนอร์ ได้ดังนี้ (Ron White. 2538 : 139)

1. แบบเลื่อนกระดาษ (Sheet-fed Scanner) จะรับกระดาษ และค่อยๆ เลื่อนหน้ากระดาษแผ่นนั้นให้ผ่านหัวสแกนซึ่งอยู่กับที่ สแกนเนอร์แบบนี้มีข้อจำกัดตรงที่สามารถอ่านภาพที่เป็นแผ่นกระดาษได้เท่านั้น ไม่สามารถอ่านภาพจากสมุดหรือหนังสือได้

2. แบบแท่นนอน (Flatbed Scanner) ในประเภทนี้กลไกจะคล้ายกับเครื่องถ่ายเอกสาร การทำงานจะวางกระดาษไว้บนแผ่นกระจกใส และในขณะทำการสแกน หัวสแกนจะเคลื่อนที่จากปลายด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง สแกนเนอร์แบบแท่นนอนนี้สามารถอ่านภาพจากหนังสือได้ แต่กลไกภายในต้องใช้การสะท้อนแสงผ่านกระจกหลายแผ่น ทำให้มีคุณภาพไม่ดีเมื่อเทียบกับแบบเลื่อนกระดาษ

3. แบบมือถือ (Hand-Held Scanner) สแกนเนอร์ประเภทนี้ ในการใช้งานผู้ใช้ต้องเลื่อนหัวสแกนเนอร์ไปบนหนังสือ หรือรูปภาพ สแกนเนอร์ประเภทนี้ได้รวมเอาข้อดีของทั้งแบบเลื่อนกระดาษและแบบแท่นนอนเข้าด้วยกัน และมีราคาถูกกว่า เพราะกลไกที่ใช้ไม่สลับซับซ้อน แต่มีข้อจำกัดตรงที่ภาพที่ได้จะดีแค่ไหน ขึ้นกับความสม่ำเสมอในการเลื่อนหัวสแกนเนอร์ของผู้ใช้งาน นอกจากนี้สแกนเนอร์แบบนี้ยังมีหัวสแกนที่มีขนาดสั้น ทำให้อ่านภาพบนหน้าหนังสือขนาดใหญ่ไม่ครบ 1 หน้าในการอ่านภาพครั้งเดียว ทำให้ต้องอ่านหลายครั้งกว่าจะครบ 1 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ความละเอียดของเครื่องสแกนเนอร์ (Resolution)

ความละเอียดของเครื่องสแกนเนอร์ คือ ความสามารถในการอ่านรายละเอียดของภาพมีหน่วยเป็นจุดต่อนิ้ว (dot per inch : dpi) ยิ่งมีความละเอียดมากก็สามารถเก็บรายละเอียดของภาพได้มาก และระยะเวลาในการอ่านภาพที่มีความละเอียดมากจะใช้เวลามากกว่าความละเอียดน้อย โดยทั่วไป ความละเอียดของเครื่องสแกนเนอร์มี 2 ประเภท คือ (กองบรรณาธิการไมโครคอมพิวเตอร์ยูสเซอร์. 2544 ; 112)

1. Optical Resolution เป็นความละเอียดที่แท้จริงของเครื่องสแกนเนอร์ และกลไกที่สแกนเนอร์สามารถทำได้

2. Interpolated Resolution เป็นความละเอียดที่เกิดจากความสามารถละเอียดที่แท้จริงของเครื่องสแกนเนอร์ ผนวกกับความสามารถในการเฉลี่ยจุดภาพระหว่างจุดของโปรแกรมประยุกต์

2.2.4 โหมดในการสแกน

โหมดในการสแกน คือ รูปแบบการเลือกจำนวนเฉดสีที่จะสแกน โดยทั่วไปเครื่องสแกนเนอร์ส่วนใหญ่ สามารถเลือกโหมดการสแกนได้หลักๆ ดังนี้ คือ ขาว-ดำ, Gray Scale, Color

2.2.5 การสนับสนุน TWAIN

เครื่องสแกนเนอร์ส่วนใหญ่มักจะสนับสนุนคุณสมบัติ TWAIN เพื่อให้สามารถใช้งานสแกนเนอร์ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ได้ นอกเหนือจากโปรแกรมประยุกต์ที่มากับเครื่อง

2.2.6 อุปกรณ์เสริมพิเศษ

เครื่องสแกนเนอร์บางรุ่น อาจจะมีอุปกรณ์เสริมพิเศษให้ติดตั้งเพิ่มได้ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการทำงานของสแกนเนอร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนี้

1. อุปกรณ์ป้อนกระดาษอัตโนมัติ ในส่วนนี้จะช่วยให้สแกนเนอร์สามารถดึงกระดาษหรือเอกสารเข้าไปสแกนได้โดยอัตโนมัติ เป็นการเพิ่มความสะดวกและลดระยะเวลาการทำงานลง

2. อุปกรณ์ Transparency เป็นอุปกรณ์พิเศษที่ต่อเข้ากับเครื่องสแกนเนอร์ เพื่อช่วยให้สามารถทำการสแกนวัตถุโปร่งใส เช่น แผ่นใส ฟิล์มเนกาทีฟ หรือสไลด์ได้ เป็นต้น

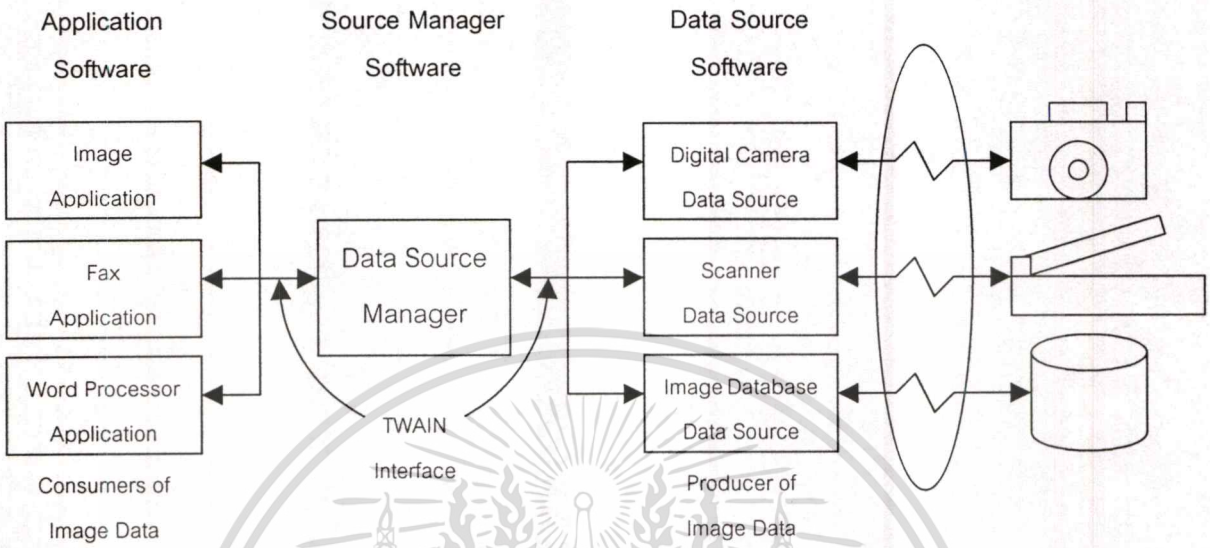
2.3 ทเวน

ทเวน หรือ TWAIN เป็นชุดแปลคำสั่งระหว่างซอฟต์แวร์กับอุปกรณ์รับภาพ เป็นข้อตกลงมาตรฐานในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ทำให้เกิดแนวทางเดียวกันสำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการติดต่อกับอุปกรณ์รับภาพ เช่น กล้องถ่ายภาพดิจิตอล สแกนเนอร์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 องค์ประกอบหลัก

โดยทั่วไป TWAIN มีองค์ประกอบอยู่ 3 ส่วน ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบหลักในการใช้งาน TWAIN

1. ส่วน Application Software คือ โปรแกรมประยุกต์ที่จะต้องพัฒนาโดยให้มีชุดคำสั่งในการเรียกใช้ TWAIN ได้

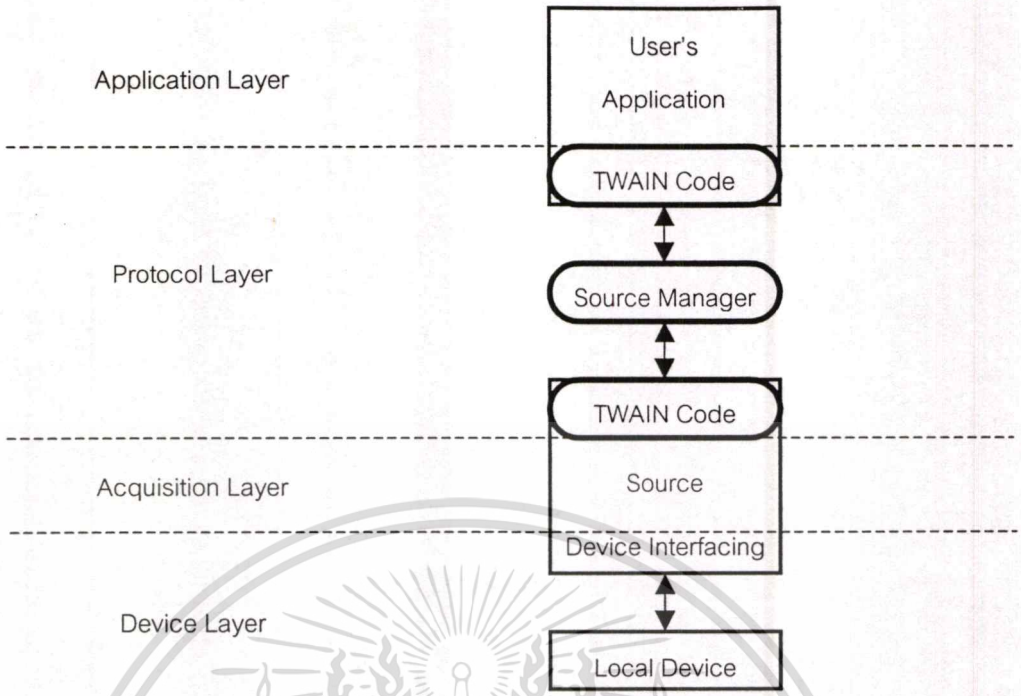
2. ส่วน Source Manager คือ ชุดคำสั่งจัดการการตอบสนองระหว่างโปรแกรมประยุกต์และแหล่งอุปกรณ์รับภาพ ชุดคำสั่งเหล่านี้จะถูกพัฒนาโดย TWAIN และทำให้โปรแกรมประยุกต์และอุปกรณ์รับภาพเป็นอิสระต่อกัน

3. ส่วน Source Software คือ ชุดคำสั่งในการควบคุมอุปกรณ์รับภาพ และจะถูกสร้างโดยผู้ผลิตอุปกรณ์เหล่านั้น โดยจะต้องพัฒนาชุดคำสั่งให้สอดคล้องตามที่ TWAIN ระบุไว้

2.3.2 สถาปัตยกรรมของ TWAIN

สถาปัตยกรรมของ TWAIN ประกอบด้วย 4 ระดับ ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 สถาปัตยกรรมของ TWAIN

1. ระดับโปรแกรมประยุกต์ (Application Layer) เป็นระดับของโปรแกรมประยุกต์ และระดับที่ผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์ทำงานอยู่ TWAIN จะเป็นผู้ระบุแนวทางในการติดต่อผู้ใช้งานให้แก่ผู้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ว่าผู้ใช้ควรจะเรียกใช้ TWAIN อย่างไร และจะเลือกแหล่งอุปกรณ์รับภาพอย่างไร

2. ระดับข้อตกลง (Protocol Layer) ข้อตกลงคือ ภาษาพูด และภาษาสัญลักษณ์ ที่กำหนดโดย TWAIN เพื่อให้เกิดความสอดคล้องในการเขียนคำสั่ง และการสื่อสารเพื่อบังคับให้เกิดการส่งข้อมูลภาพ ในระดับข้อตกลงนี้ประกอบด้วย

2.1 ส่วนของโปรแกรมประยุกต์ที่ผู้พัฒนาเขียนคำสั่งติดต่อระหว่างตัวโปรแกรมประยุกต์กับทเวน

2.2 ส่วนจัดการของ ทเวน ที่พัฒนาโดย TWAIN

2.3 ส่วนของโปรแกรมที่จัดการติดต่อรับคำสั่งจากส่วนจัดการของทเวนแล้วมาเปลี่ยนเป็นคำสั่งในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์รับภาพ

3. ระดับการรับภาพ (Acquisition Layer) อุปกรณ์รับภาพจะเป็นได้ทั้งอุปกรณ์ที่สามารถจับต้องได้ เช่น เครื่องสแกนเนอร์ กล้องถ่ายภาพดิจิตอล หรือสิ่งที่ไม่สามารถจับต้องได้ เช่น ระบบฐานข้อมูลรูปภาพ เป็นต้น ส่วนโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อควบคุมการรับภาพเรียกกว่า Source โดยทั่วไปผู้ผลิตอุปกรณ์รับภาพต่างๆ จะพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้ให้กับผู้ใช้ด้วยเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

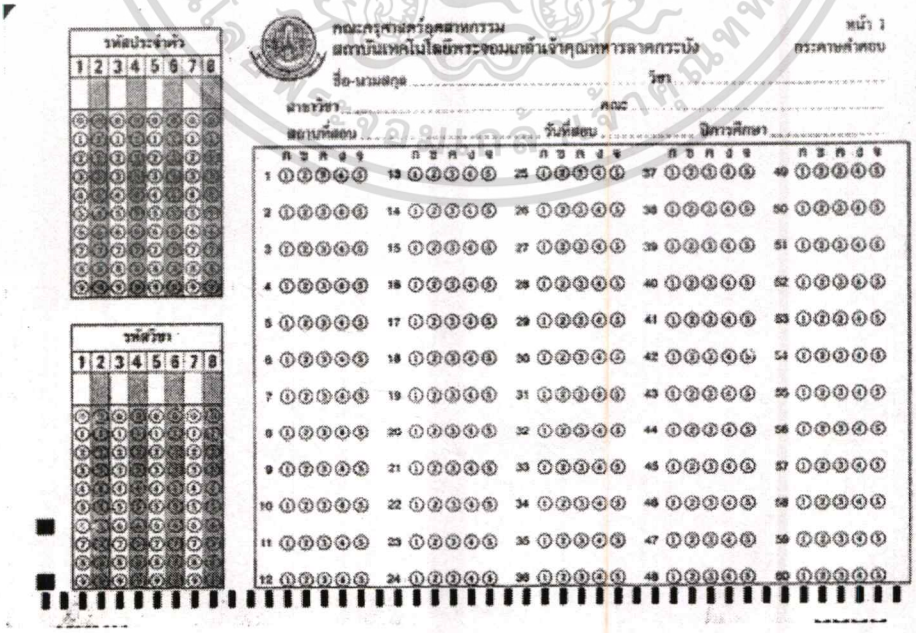
4. ระดับอุปกรณ์ (Device Layer) ในระดับนี้จะเป็นระดับในการควบคุมกลไกการทำงานของอุปกรณ์ ส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงคำสั่งการควบคุมการทำงานเป็นคำสั่งควบคุมกลไกอุปกรณ์

2.3.3 การติดต่อสื่อสารกับ TWAIN

การติดต่อสื่อสารระหว่างแต่ละองค์ประกอบใน TWAIN จะเกิดขึ้นได้โดยใช้ฟังก์ชันหลักๆ 2 ฟังก์ชัน คือ DMS_Entry() และ DS_Entry() กลุ่มอักษร DMS ย่อมาจาก Data Source Manger หมายถึง ตัวจัดการแหล่งข้อมูลภาพ ส่วนกลุ่มอักษร DS ย่อมาจาก Data Source หมายถึง แหล่งข้อมูล ในการใช้งานฟังก์ชันเหล่านี้จะต้องระบุว่าใครเป็นผู้ต้องการข้อมูลหรือแหล่งที่เรียกใช้ฟังก์ชั่นนี้ ระบุแหล่งข้อมูลภาพว่าจะใช้แหล่งข้อมูลภาพจากไหน ระบุรูปแบบกลุ่มข้อมูล ลักษณะของข้อมูล คำสั่งในการดำเนินการ และหมายเลขตำแหน่งหน่วยความจำที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล อย่างไรก็ตามเพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมติดต่อกับอุปกรณ์รับภาพด้วยรูปแบบภาษา C ได้สะดวกขึ้น TWAIN จึงได้พัฒนา twain.h ต่อมาเพื่อให้ Borland Delphi สามารถติดต่อ TWAIN ได้ จึงมีการพัฒนา twain.h ที่อยู่ในรูปแบบภาษา C เป็น twain.pas ซึ่งเป็นรูปแบบภาษา pascal โดย Borland Delphi สามารถเรียกใช้ได้

2.4 กระดาษคำตอบ

กระดาษคำตอบที่จะพัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ ได้ประยุกต์ปรับปรุงจากกระดาษคำตอบของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2543 โดยมีส่วนประกอบต่างๆ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ลักษณะกระดาษคำตอบของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากลักษณะในรูปที่ 2.4 จะพบว่าจะประกอบด้วยหลายส่วน โดยผู้วิจัยจะขอแบ่งส่วนประกอบต่างๆ เป็น 6 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนแสดงชื่อสถานศึกษา หรือหน่วยงาน จะแสดงชื่อสถานศึกษา หรือหน่วยงานที่เป็นเจ้าของกระดาษคำตอบ

2. ส่วนกรอกข้อมูลผู้ตอบโดยให้ผู้ตอบเขียน ซึ่งประกอบด้วยช่องให้กรอกข้อมูลต่างๆ ดังนี้

- ชื่อ-นามสกุล
- วิชา
- สาขาวิชา
- คณะ
- สถานที่สอบ
- วันที่สอบ
- ปีการศึกษา

3. ส่วนกรอกข้อมูลผู้ตอบโดยการระบาย ประกอบด้วย ช่องให้ระบายรหัสประจำตัวและรหัสวิชา โดยกำหนดตัวเลข 8 หลัก ตามจำนวนของรหัสประจำตัวหรือรหัสวิชา และในแต่ละหลักจะมีช่องตัวเลข 0-9 ผู้ตอบจะเลือกตัวเลขใดตัวเลขหนึ่งจาก 10 ตัวเลือกในแต่ละหลัก โดยให้ตรงกับรหัสประจำตัวหรือรหัสวิชา

4. ส่วนกรอกคำตอบสำหรับผู้ตอบโดยการระบาย ประกอบด้วย ช่องระบายคำตอบทั้งด้านหน้าและด้านหลัง รวมจำนวน 150 ข้อ โดยในแต่ละข้อคำตอบ มีช่องว่างตัวเลือก 5 ตัว แทนการเลือกคำตอบ โดยแบ่งได้เป็น 3 แบบชุดตัวเลือก คือ ก ข ค ง จ, A B C D E หรือ 1 2 3 4 5

5. ส่วนแสดงคำแนะนำการใช้กระดาษคำตอบ ประกอบด้วยคำแนะนำต่างๆ และตัวอย่างการระบายคำตอบ

6. ส่วนระบุตำแหน่งของกระดาษคำตอบ เป็นส่วนที่ใช้สำหรับอ้างอิงตำแหน่งต่างๆ ในกระดาษคำตอบ สำหรับเครื่องตรวจกระดาษคำตอบ

2.5 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางด้านภาพด้วยเดลไฟ

การดำเนินการกับภาพด้วยเดลไฟนั้นมีคำที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางด้านภาพด้วยเดลไฟ ดังนี้

1. กราฟิก (Graphics) หมายถึง ภาพที่เราสามารถมองเห็นได้

2. พิกเซล (Pixel) เป็นส่วนที่เล็กที่สุดที่สามารถแสดงให้เห็นได้ที่จอภาพและอุปกรณ์แสดงผลประเภทกราฟิกส์ของระบบคอมพิวเตอร์ พิกเซลเป็นส่วนประกอบพื้นฐานสำหรับใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างกราฟิกคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพราะทุกๆ ส่วนของภาพกราฟิก เช่น จุด เส้น ภาพ สี เงา เป็นต้น ล้วนประกอบขึ้นจากพิกเซล การแสดงพิกเซลเพื่อให้มองเห็นเป็นภาพจะต้องกำหนดสีของพิกเซล และตำแหน่งที่จะแสดงพิกเซลนั้นเมื่อนำพิกเซลต่างๆ มาจัดเรียงในตำแหน่งที่เหมาะสมจะทำให้มองเห็นเป็นภาพ

3. รีโซลูชั่น (Resolution) หมายถึง รายละเอียดที่อุปกรณ์แสดงกราฟิกชนิดหนึ่งมีอยู่ ค่ารีโซลูชั่นมักระบุเป็นจำนวนพิกเซลในแนวนอน คือ แนวแกน X และจำนวนพิกเซลในแนวแกน Y ดังนั้น รีโซลูชั่น 640x480 จึงหมายถึงอุปกรณ์แสดงกราฟิกที่สามารถแสดงพิกเซลในแนวนอนได้ไม่เกิน 640 พิกเซล และแสดงพิกเซลในแนวตั้งได้ไม่เกิน 480 พิกเซล

4. จำนวนสี แต่ละพิกเซลบนจอภาพจะมีจำนวนสีแตกต่างกันตามระบบแสดงภาพของคอมพิวเตอร์ เช่น ระบบ VGA สามารถแสดงสี ได้ 2, 16 และ 256 สี ระบบ SVGA สามารถแสดงสีได้ถึง 16,777,216 สี ในงานวิจัยนี้จะใช้สี 2 สี คือ ขาว และดำ เท่านั้น

5. เครื่องมือกราฟิกของเดลไฟในเดลไฟ มีเครื่องมือเกี่ยวกับกราฟิกมากมาย โดยทั่วไปเครื่องมือกราฟิกของเดลไฟส่วนมากที่ใช้ในการประมวลผลภาพ มีดังนี้

5.1 Canvas (แคนวาส) เป็นคอมโพแนนต์ซึ่งทำหน้าที่เป็นบริเวณแสดงภาพ

5.2 Pixel (พิกเซล) ใช้สำหรับแสดงจุดสีที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในฟอร์ม

2.6 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ

ประคอง กรรณสูต (2529 : 264) กล่าวว่าการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อเป็นการวิเคราะห์ข้อสอบในด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนก แบบทดสอบที่มีคุณภาพควรเก็บเอาไว้ใช้นั้นควรมีระดับค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 20% ถึง 80% หรือ .2 ถึง .8 เมื่อคิดเป็นอัตราส่วน และควรมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .2 ขึ้นไป

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540 : 129) กล่าวว่าค่าความยากง่ายมีค่ามาก หมายถึง มีคนตอบถูกในข้อนั้นมาก ข้อสอบข้อนั้นง่าย แต่ถ้าค่าความยากง่ายมีค่าน้อย หมายถึง มีคนตอบถูกในข้อนั้นน้อย ข้อสอบข้อนั้นยาก โดยสามารถกำหนดเกณฑ์ได้ดังนี้

- ค่าความยากง่าย เท่ากับ 0.5 หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นมีความยากง่ายปานกลางพอดี
- ค่าความยากง่าย ต่ำกว่า 0.5 หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นค่อนไปทางยาก
- ค่าความยากง่าย สูงกว่า 0.5 หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นค่อนไปทางง่าย
- ค่าความยากง่าย ต่ำกว่า 0.2 หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นยาก
- ค่าความยากง่าย สูงกว่า 0.8 หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีเบล (อ้างใน สานนท์ เจริญฉาย. 2533 : 29-30) ได้กล่าวว่าจากประสบการณ์เกี่ยวกับการทดสอบในห้องเรียนหลายชนิด พอจะบอกได้ว่าอาจจะประเมินค่าอำนาจจำแนกได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าอำนาจจำแนกและความหมาย

ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
.4 และสูงกว่า	จำแนกกลุ่มเก่ง-อ่อน ดีมาก
.3 ถึง .39	จำแนกกลุ่มเก่ง-อ่อน ดี แต่ควรแก้ไข
.2 ถึง .29	จำแนกกลุ่มเก่ง-อ่อน ดีพอสมควร น่าแก้ไข
ต่ำกว่า .2	จำแนกกลุ่มเก่ง-อ่อน ไม่ดี ไม่ควรนำมาใช้
เป็นลบ	จำแนกกลุ่มเก่ง-อ่อน ไม่ดี ไม่ควรนำมาใช้

สานนท์ เจริญฉาย (2533 : 30) กล่าวว่า การหาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่นิยมใช้ และเหมาะที่จะพัฒนาเป็นโปรแกรมเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์คำนวณ คือ การวิเคราะห์หาความยากง่าย และอำนาจจำแนกโดยวิธีของ Garrett

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยใช้วิธีของ Garret เป็นวิธีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อที่คำนวณจากการจัดเรียงคะแนน และแบ่งกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำ โดยมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

สูตรความยากง่าย

$$P = \frac{P_H + P_L}{N_H + N_L} \qquad (2.1)$$

เมื่อ P แทน ความยากง่ายของข้อสอบ

P_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

สูตรอำนาจจำแนก

$$r = \frac{P_H - P_L}{N_H} \quad \text{หรือ} \quad r = \frac{P_H - P_L}{N_L} \qquad (2.2)$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ

P_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

สุพัฒน์ สุกมลสันต์ (2538 : 12-13) กล่าวถึงเทคนิคการแบ่งกลุ่มคะแนนกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ ได้ 3 ลักษณะตามความเหมาะสมของจำนวนผู้สอบ ดังนี้ คือ

1. เทคนิคการแบ่งกลุ่ม 27% เหมาะสำหรับผู้สอบมากกว่า 1,000 คน และการกระจายของคะแนนสอบจะต้องเป็นโค้งปกติด้วย

2. เทคนิคการแบ่งกลุ่ม 33% เหมาะสำหรับผู้สอบ 100 - 300 คน

3. เทคนิคการแบ่งกลุ่ม 50% เหมาะสำหรับผู้สอบ 30 - 100 คน

จากเทคนิคดังกล่าวทั้ง 3 เทคนิคนั้น จะสังเกตได้ว่าเมื่อมีจำนวนผู้สอบมาก จะแบ่งกลุ่มผู้สอบเป็นจำนวนน้อยลง ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นการจัดการแบ่งกลุ่มเพื่อความเหมาะสมในการปฏิบัติ เพราะยิ่งมีจำนวนข้อสอบมาก การจัดเรียงคะแนนและแบ่งกลุ่มจะยิ่งยุ่งยากซับซ้อนขึ้น แต่ในการวิจัยนี้ ได้พัฒนาขึ้นเพื่อให้คอมพิวเตอร์เป็นผู้จัดเรียงและแบ่งกลุ่มคะแนนโดยอัตโนมัติ ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเลือกเทคนิคการแบ่งกลุ่มคะแนนแบบ 50% ในการคำนวณ

ในการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ โดยการใช้โปรแกรม SPSS for windows นั้น มีขั้นตอนหลักๆ ในการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. นำผลการสอบจากกระดาษคำตอบในแต่ละข้อจากแต่ละแผ่น พิมพ์ป้อนเข้าสู่โปรแกรม SPSS for windows โดยพิมพ์ป้อนข้อมูลรหัสประจำตัวผู้สอบ ตัวเลือกที่ผู้สอบได้เลือกตอบ เช่น ข้อที่ 1 เลือก “ก” พิมพ์ป้อนเป็นเลข 1 ข้อที่ 5 เลือก “ง” พิมพ์ป้อนเลข 4

2. ทำการปรับเปลี่ยนข้อมูล(Recode) จากผลการสอบเป็นผลการตรวจโดยพิจารณาจากเฉลยข้อสอบ เช่น พิจารณาว่าในข้อใดบ้างที่มีตัวเลือก “3” เป็นคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นทำการปรับเปลี่ยนข้อมูลภายในตัวแปรในข้อนั้นๆ จาก “3” ให้เป็น “1” และข้อมูลที่มีค่านอกเหนือจากนี้ให้เปลี่ยนเป็น “0” ซึ่งหมายถึงไม่ได้คะแนน เป็นต้น โดยทำเช่นนี้ทุกข้อและทุกตัวเลือก

3. สร้างตัวแปรผลรวมของคะแนนสอบทั้งฉบับของแต่ละคน แล้วทำการรวมคะแนนผลการตรวจ โดยรวมผลการตรวจของตัวแปรในแต่ละข้อทุกข้อ

4. แบ่งกลุ่มผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้คะแนนสูง และกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ โดยจัดเรียงลำดับข้อมูล (Sort) จากข้อมูลในตัวแปรผลรวมของคะแนนสอบทั้งฉบับ จากนั้นสร้างตัวแปรขึ้นใหม่เพื่อพิมพ์ป้อนข้อมูลระบุกลุ่มคะแนน เช่น กลุ่มคะแนนสูง พิมพ์ป้อนเลข “1” กลุ่มคะแนนต่ำ พิมพ์ป้อนเลข “2” เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการกลับข้อมูล(Transpose) จากตัวแปรที่กำหนดเป็นรายข้อ ให้เป็นตัวแปรผลการสอบในแต่ละแผ่น

6. สร้างตัวแปรและทำการรวมผลการตรวจ โดยแยกเก็บผลรวมในตัวแปร ผลรวมของกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำ โดยสังเกตจากค่าตัวแปรในแถวที่ระบุกลุ่มคะแนน

7. สร้างตัวแปรและทำการหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ โดยการรวมผลรวมของกลุ่มคะแนนสูงและผลรวมของกลุ่มคะแนนต่ำเข้าด้วยกัน แล้วหารด้วยจำนวนตัวแปรในกลุ่มคะแนนสูงรวมกับจำนวนตัวแปรในกลุ่มคะแนนต่ำ

8. สร้างตัวแปรและทำการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยคิดผลต่างของผลรวมของกลุ่มคะแนนสูงและผลรวมของกลุ่มคะแนนต่ำ แล้วหารด้วยจำนวนตัวแปรในกลุ่มคะแนนสูงหรือจำนวนตัวแปรในกลุ่มคะแนนต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการพัฒนาระบบการตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ผู้วิจัยขอเสนอวิธีดำเนินการวิจัย ตามหัวข้อดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การพัฒนาโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

3.4 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ในการวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบการตรวจข้อสอบ อีกทั้งได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบของระบบตรวจข้อสอบทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบการตรวจข้อสอบในระบบเดิมและระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ดังนั้นประชากรในการวิจัยจึงเป็นข้อมูลที่เข้าสู่ระบบตรวจข้อสอบทั้ง 2 ระบบ ซึ่งหมายถึงผลการสอบ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่จะนำมาใช้ทดลองในการวิจัยนี้ เป็นผลการสอบจากนักเรียนจำนวน 4 ชุด ในแต่ละชุดมีจำนวนกระดาษคำตอบ 25 แผ่น และมีคำถามในการสอบทั้งหมด 80 ข้อ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

3.2.1 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์

อุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือฮาร์ดแวร์หลักที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ความเร็ว 500 MHz
2. เครื่องสแกนเนอร์ Canon รุ่น N670U และ Simplex รุ่น DP36F
3. เครื่องพิมพ์เลเซอร์ Brother รุ่น HL-1450

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. โปรแกรม Borland Delphi ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบนี้
2. โปรแกรมทางการออกแบบด้านกราฟิก คือ Illustrator และ Paint
3. โปรแกรม Microsoft Word
4. โปรแกรม Microsoft Excel

3.3 การพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

ในการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ มีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

1. ศึกษาและออกแบบระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ
2. ออกแบบการทำงานของโปรแกรม ที่ใช้ในระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ
3. ออกแบบกระดาษคำตอบเพื่อใช้ในระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ
4. เขียนโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ และอ่านกระดาษคำตอบ
5. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ และอ่านกระดาษคำตอบ
6. เขียนโปรแกรมตรวจข้อสอบ
7. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบ
8. เขียนโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ
9. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ
10. เขียนโปรแกรมหลัก เพื่อผนวกโปรแกรมที่เขียนในแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน
11. ทดสอบการทำงานทุกส่วนของโปรแกรมที่เขียนขึ้น
12. สร้างกระดาษคำตอบ
13. ทดลองตรวจข้อสอบ และหาประสิทธิภาพของระบบตรวจข้อสอบทั้งสอง

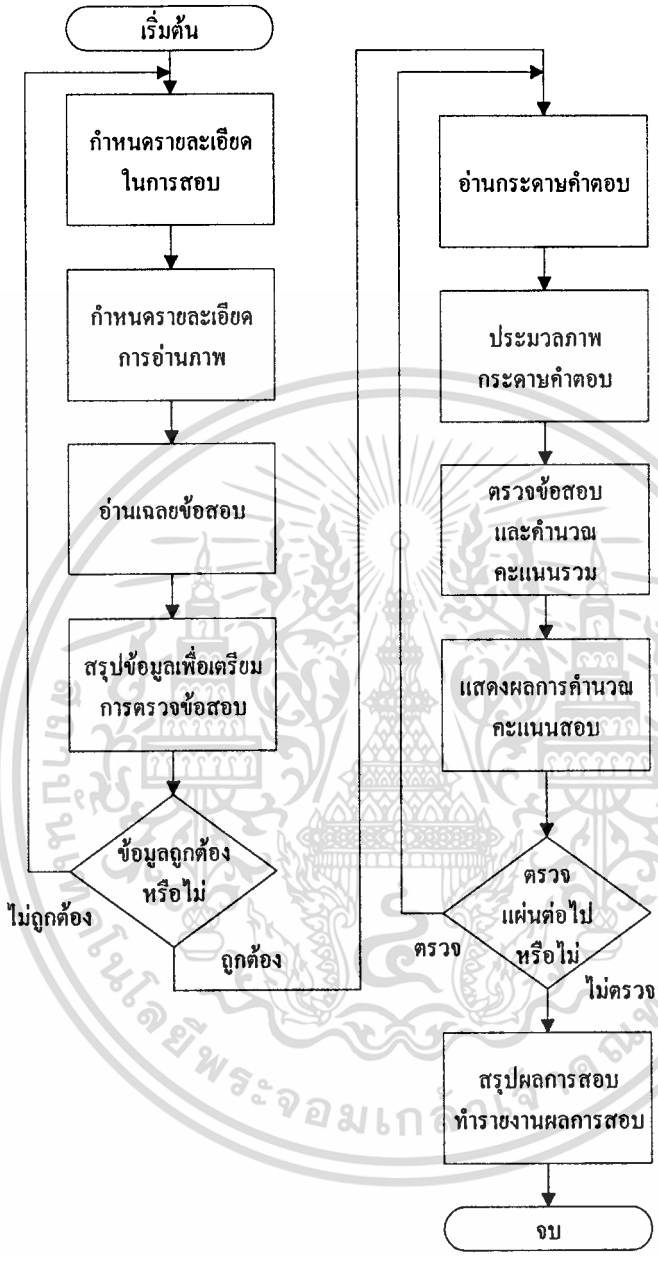
3.3.1 การออกแบบการทำงานของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบโดยใช้เครื่องสแกนเนอร์ และการประมวลผลภาพ จะใช้แนวคิดพื้นฐานการตรวจข้อสอบโดยทั่วไป คือ เตรียมเฉลยข้อสอบ ตรวจคำตอบ สรุปผลจำนวนข้อที่ตอบถูก จากนั้นทำการตรวจกระดาษคำตอบแผ่นต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 แนวคิดพื้นฐานการตรวจข้อสอบโดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแนวคิดพื้นฐานการตรวจข้อสอบโดยทั่วไป จึงออกแบบการทำงานของโปรแกรมโดยรวมได้ตามผังงานการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบโดยรวม ดังรูปที่ 3.2



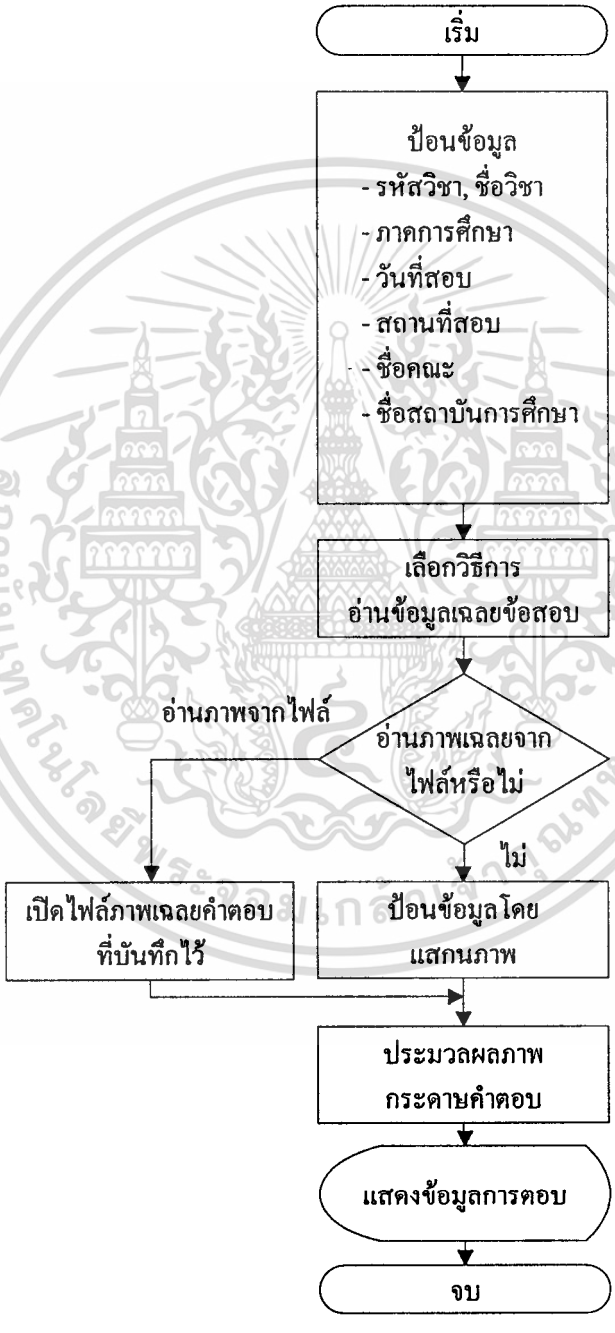
รูปที่ 3.2 ผังงานการทำงานของโปรแกรมโดยรวม

การทำงานของโปรแกรมโดยรวม เริ่มจากการกำหนดรายละเอียดในการสอบต่างๆ เช่น รหัสวิชา-ชื่อวิชาที่สอบ สถานที่สอบ วันที่สอบ ภาคเรียน/ปีการศึกษา ชื่อคณะ ชื่อสถาบันการศึกษา ชั้นเรียน/ห้อง/กลุ่มที่สอบ จำนวนข้อในแบบทดสอบทั้งหมด เป็นต้น จากนั้นจึงอ่านเฉลยข้อสอบและสรุปข้อมูลเพื่อเตรียมการตรวจข้อสอบ เมื่อข้อมูลนี้ถูกต้องจะเริ่มทำการอ่านกระดาษคำตอบ โดยเริ่มจากการประมวลภาพกระดาษคำตอบ ตรวจข้อสอบ คำนวณคะแนนรวม แสดงผลการคำนวณคะแนนสอบ เมื่อแสดงผลคะแนนสอบแล้ว หากต้องการตรวจข้อสอบแผ่นต่อไปจะทำตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนเดิมตั้งแต่อ่านกระดาษคำตอบจนถึงแสดงผลการคำนวณคะแนนสอบ จากนั้นจึงทำการตรวจกระดาษคำตอบแผ่นต่อไป เมื่อไม่ต้องการตรวจกระดาษคำตอบแผ่นต่อไปแล้ว โปรแกรมจะสรุปผลการสอบและทำรายงานผลการตรวจในขั้นตอนสุดท้าย

ขั้นตอนการป้อนเฉลยข้อสอบเข้าสู่โปรแกรมในส่วนโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ ผู้วิจัยได้ออกแบบการทำงานของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.3

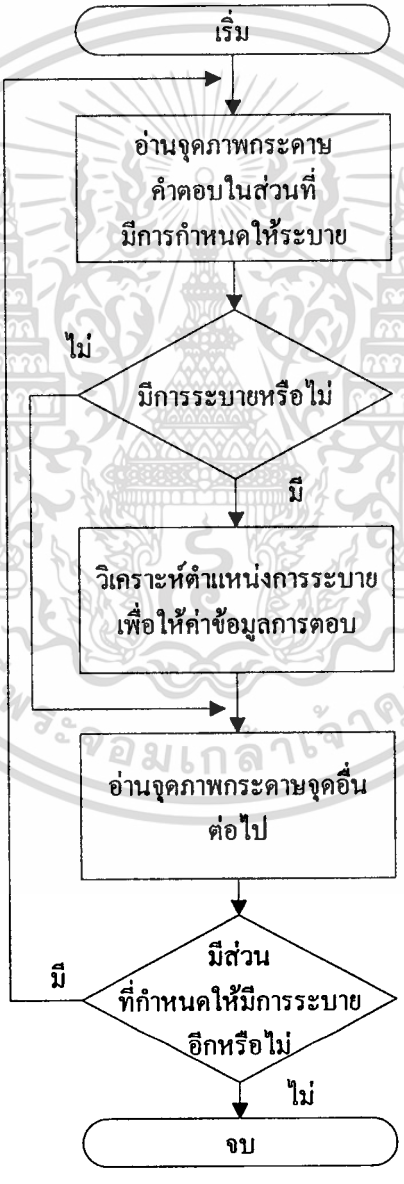


รูปที่ 3.3 ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านเฉลยข้อสอบจะเริ่มจากการกำหนดรายละเอียดในการสอบ จากนั้นจึงอ่านเฉลยคำตอบ โดยสามารถอ่านเฉลยคำตอบได้ทั้งจากการเปิดไฟล์ภาพเฉลยคำตอบที่บันทึกไว้หรือจากการสแกนภาพเฉลยคำตอบใหม่ เมื่อโปรแกรมได้รับภาพเฉลยคำตอบแล้วจึงทำการวิเคราะห์ภาพเพื่ออ่านคำเฉลยเก็บไว้สำหรับการตรวจข้อสอบในขั้นตอนต่อไป

การอ่านภาพกระดาษคำตอบ เป็นการอ่านภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์โดยเครื่องสแกนเนอร์ เมื่อได้ภาพแล้วจะทำการวิเคราะห์ตำแหน่งการระบายบนกระดาษคำตอบทีละจุดโดยวิธีการเปรียบเทียบจุดภาพที่อ่านได้กับจุดภาพที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอ่านคำตอบแสดงในรูปที่ 3.4

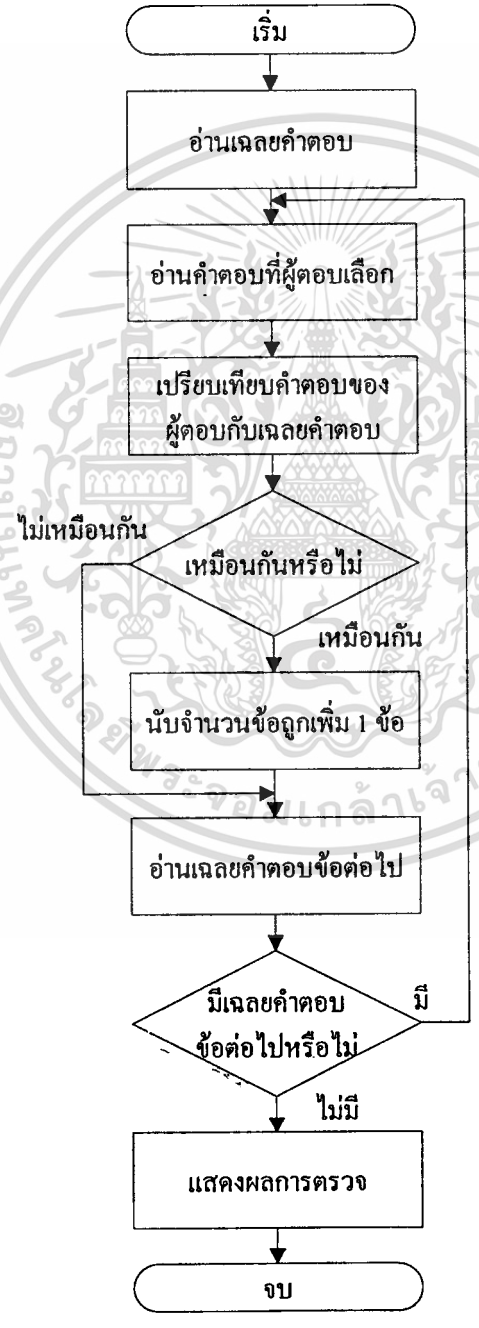


รูปที่ 3.4 ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอ่านคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านจุดภาพกระดาษคำตอบในส่วนที่มีการกำหนดให้ระบายและการวิเคราะห์ตำแหน่งการระบาย จะใช้ในการประมวลผลการระบายในส่วนต่างๆ คือ รหัสวิชา รหัสผู้สอบ และคำตอบที่ผู้สอบเลือก เมื่อทำการประมวลภาพเสร็จ จะทำการแสดงสรุปผลการประมวลผลภาพ เช่น รหัสวิชา รหัสผู้สอบ คำตอบที่ผู้สอบเลือก และทำการตรวจสอบรหัสวิชาว่าตรงกับที่เตรียมไว้ในตอนต้นหรือไม่ เป็นต้น

เมื่อได้ข้อมูลการตอบของผู้สอบแล้วจะนำมาเปรียบเทียบกับเฉลยคำตอบที่กำหนดไว้ในขั้นต้น โดยการตรวจกระดาษคำตอบจะแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.5 จะเห็นได้ว่าการตรวจกระดาษคำตอบจะเริ่มจากการอ่านคำตอบจากเฉลยคำตอบที่กำหนดไว้ในขั้นต้น จากนั้นจะนำคำตอบที่ผู้ตอบเลือกมาเปรียบเทียบหากพบว่าคำตอบเหมือนกันจะนับข้อถูกเพิ่มขึ้น 1 ข้อ ทำเช่นนี้ไปจนครบทุกคำตอบ จึงแสดงผลการตรวจข้อสอบในลักษณะต่างๆ เช่น คะแนนสอบ จำนวนข้อที่ตอบถูก จำนวนข้อที่ตอบผิด หมายเลขข้อที่ตอบถูก และหมายเลขข้อที่ตอบผิด เป็นต้น จากนั้นจึงจะตรวจข้อสอบในฉบับต่อไป ตามผังงานการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบโดยรวม

เมื่อตรวจข้อสอบครบ 1 ชุด แล้ว จะได้ข้อมูลการตอบของผู้สอบแต่ละข้อ และแต่ละคน จึงสามารถทำการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อได้ โดยในงานวิจัยนี้ได้เขียนโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์เป็นผู้จัดเรียงและแบ่งกลุ่มคะแนน ดังนั้นจึงเลือกใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มคะแนนแบบ 50% ในการคำนวณ ซึ่งหมายถึงแบ่งจำนวนผู้สอบที่ทำคะแนนในกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำจำนวนกลุ่มละ 50% ของจำนวนผู้สอบทั้งหมด แล้วจึงการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อโดยการคำนวณค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก ดังแสดงขั้นตอนในรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 ผังงานขั้นตอนการคำนวณค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การออกแบบกระดาษคำตอบเพื่อใช้ในระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

ลักษณะของกระดาษคำตอบ ได้ดัดแปลงรูปแบบจากกระดาษคำตอบของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2543 โดยออกแบบให้มีส่วนประกอบดังนี้

1. ส่วนกรอกรายละเอียดของผู้สอบ เป็นส่วนที่ให้ผู้สอบใช้เขียนชื่อผู้สอบและข้อมูลที่เกี่ยวกับการสอบ เช่น วิชาที่สอบ, สาขาวิชา, คณะ, ชั้นปี, กลุ่ม, สถานที่สอบ, วันที่สอบ, ภาคเรียน และปีการศึกษา เป็นต้น ซึ่งในส่วนนี้จะมีประโยชน์ในการจัดกลุ่มกระดาษคำตอบ

2. ส่วนระบายรหัสประจำตัวผู้สอบ เป็นส่วนที่ให้ผู้สอบระบายรหัสประจำตัวของผู้สอบ เพื่อให้โปรแกรมตรวจข้อสอบสามารถอ่านรหัสประจำตัวผู้สอบได้ โดยออกแบบให้รองรับรหัสเฉพาะที่เป็นตัวเลข 0 ถึง 9 และรองรับจำนวนหลักได้สูงสุดไม่เกิน 8 หลัก

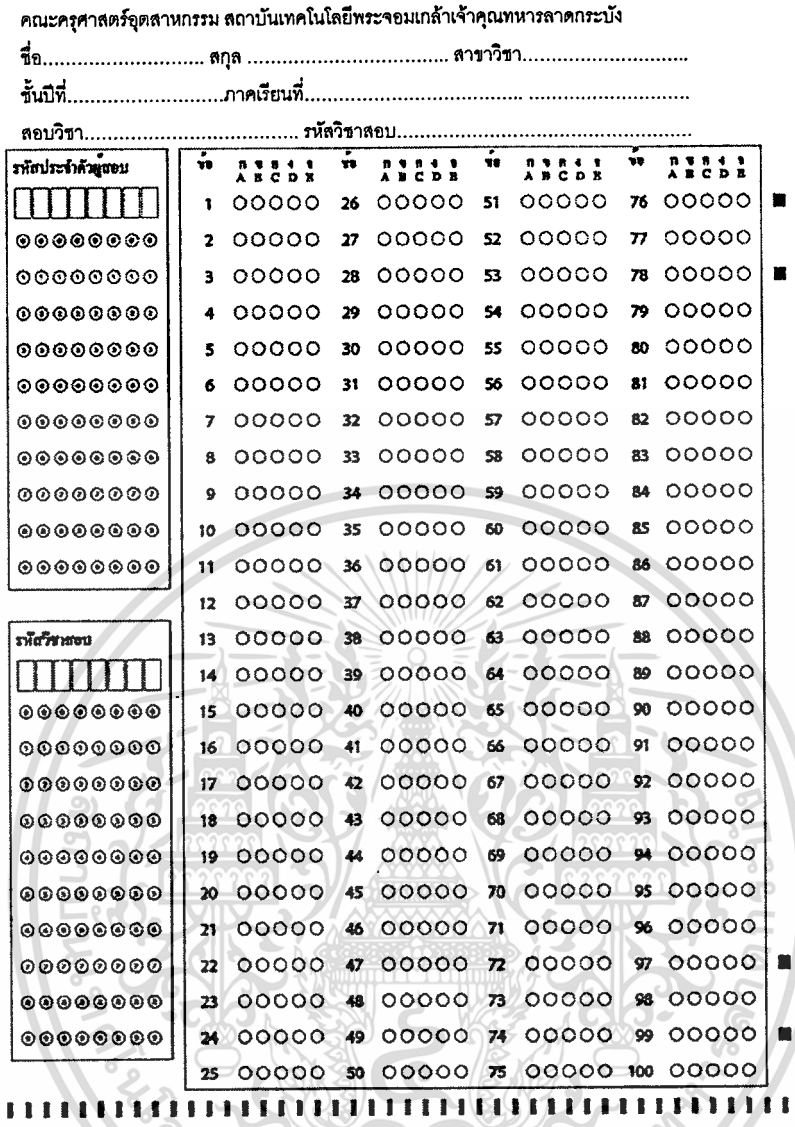
3. ส่วนระบายรหัสวิชาสอบ เป็นส่วนที่ให้ผู้สอบใช้ระบายรหัสวิชาสอบ โดยออกแบบให้รองรับรหัสเฉพาะที่เป็นตัวเลข 0 ถึง 9 และรองรับจำนวนหลักได้สูงสุดไม่เกิน 8 หลัก

4. ส่วนระบายคำตอบ เป็นส่วนระบายคำตอบที่ผู้สอบเลือกตอบในแต่ละข้อคำถาม โดยกำหนดให้เลือกตอบ 1 ตัวเลือก ภายในจำนวนตัวเลือกทั้งหมดไม่เกิน 5 ตัวเลือก และจำนวนคำถามสูงสุดไม่เกิน 100 ข้อ

จากส่วนประกอบทั้ง 4 ส่วนนี้ เพื่อความสะดวกและมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงส่วนกรอกรายละเอียดของกระดาษคำตอบ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Word

ตำแหน่งการระบายในส่วนต่างๆ จะใช้เทคนิคการจัดวางตำแหน่งช่องระบายคำตอบ โดยแบ่งพื้นที่การระบายออกเป็นช่องตาราง ซึ่งเมื่อสแกนภาพโดยใช้ความละเอียด 72 จุดต่อนิ้ว จะได้ขนาดช่องตารางที่มีความสูง 24 จุด และกว้าง 12 จุด โดยประมาณ และเพื่อช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถระบุตำแหน่งการระบายจากภาพที่สแกนจากเครื่องสแกนเนอร์ จึงจำเป็นต้องมีเครื่องหมายอ้างอิงตำแหน่งที่อยู่บริเวณด้านขวาและด้านล่างของกระดาษคำตอบ ลักษณะกระดาษคำตอบที่ได้ออกแบบสำหรับการวิจัยในเบื้องต้น แสดงในรูปที่ 3.7 ซึ่งจากลักษณะกระดาษคำตอบเบื้องต้นนี้ได้พัฒนาปรับปรุงกระดาษคำตอบให้มีความเหมาะสมกับผู้ใช้เพิ่มขึ้น โดยเพิ่มหมายเลขตัวเลือกลงในช่องระบายคำตอบแต่ละข้อ และเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถทำการค้นหาจุดอ้างอิงตำแหน่งได้ดีขึ้น จึงปรับปรุงลักษณะของเครื่องหมายอ้างอิงตำแหน่งให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และกำหนดตำแหน่งให้อยู่ในบริเวณมุมต่างๆ ของพื้นที่ระบายคำตอบ คือ มุมขวาบน มุมขวาล่าง และมุมซ้ายล่าง ดังแสดงในภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ลักษณะกระดาษคำตอบที่ออกแบบสำหรับการวิจัยเบื้องต้น

หลังจากออกแบบกระดาษคำตอบแล้ว จะทำการทดสอบความถูกต้องในการค้นหาตำแหน่งการระบาย โดยการสร้างกระดาษคำตอบ แล้วทำการทำสำเนาโดยวิธีการที่แตกต่างกัน 5 วิธี คือ พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ถ่ายเอกสาร โรเนียว ปรู๊ฟ และพิมพ์สำเนา (Copy Print) ซึ่งในการทดสอบ จะใช้กระดาษคำตอบที่ได้จากการทำสำเนาในแต่ละวิธี วิธีการละ 25 แผ่น โดยทำการเลือกระบายคำตอบภายใน 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ

3.3.4 การเขียนโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ และอ่านกระดาษคำตอบ

การเขียนโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบและอ่านกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการอ่านภาพของเครื่องสแกนเนอร์ วิเคราะห์ตำแหน่งภาพ วิเคราะห์ผลการระบาย โดยผลการระบายคำตอบจะถูกกำหนดให้เป็นเฉลยหรือคำตอบ เพื่อใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการตรวจข้อสอบต่อไป การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องสแกนเนอร์จะเขียนโปรแกรมติดต่อควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ผ่านฟังก์ชัน DMS_Entry เป็นหลัก ซึ่งฟังก์ชันนี้เป็นฟังก์ชันที่อยู่ในไลบรารี twain.pas โดยมีรายละเอียดของฟังก์ชัน ดังนี้ DMS_Entry (pOrigin : pTW_IDENTITY ; pDest : pTW_IDENTITY; DG: TW_UINT32; DAT: TW_UINT16; MSG: TW_UINT16; pData: TW_MEMREF): TW_UINT16; เช่นในการสั่งให้เครื่องสแกนเนอร์อ่านภาพ จะเขียนฟังก์ชั่นดังนี้ DSM_Entry(@AppID, @dsID, DG_IMAGE, DAT_IMAGENATIVEXFER, MSG_GET, @hNative); โดย @AppID เป็นพอยท์เตอร์ที่ระบุถึงโปรแกรมที่ใช้ควบคุม @dsID เป็นพอยท์เตอร์ระบุว่าควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ DG_IMAGE เป็นการระบุว่าข้อมูลที่ใช้จะเป็นกลุ่มข้อมูลทางด้านรูปภาพ DAT_IMAGENATIVEXFER จะระบุลักษณะข้อมูลของรูปภาพ MSG_GET เป็นข้อความที่จะถูกแปลโดยเครื่องสแกนเนอร์ว่าให้ส่งข้อมูลในกลุ่มข้อมูล DG_IMAGE และที่มีลักษณะ DAT_IMAGENATIVEXFER เข้ามาโดยเก็บข้อมูลที่พอยท์เตอร์ @hNative อ้างอิงอยู่

ในการอ่านภาพจากการสแกน จะกำหนดให้ภาพที่ได้อยู่ในลักษณะ 2 สี คือสีขาว และสีดำ ในอันดับต่อมาจะทำการวิเคราะห์ภาพ โดยเริ่มจากวิเคราะห์หาตำแหน่งของเครื่องหมายอ้างอิงตำแหน่งภาพ ในการวิเคราะห์หาตำแหน่งของเครื่องหมายอ้างอิงตำแหน่งภาพนี้ จะเริ่มจากการหาตำแหน่งกระดาษที่อยู่ในภาพก่อน เพราะหากสแกนภาพเข้ามาทั้งจอสแกน อาจมีส่วนเกินของภาพที่ไม่ใช่กระดาษหรือสีขาว จึงต้องทำการตัดส่วนเกินนี้ออกก่อน จากนั้นจึงทำการหาตำแหน่งของเครื่องหมายอ้างอิงตำแหน่งภาพจากขอบกระดาษ จะได้ผลลัพธ์เป็นจุดอ้างอิงตำแหน่งการระบาย จากนั้นจะทำการคำนวณความเอียงของกระดาษ หากกระดาษมีความเอียงจะต้องทำการปรับความเอียงของภาพ จากนั้นจึงคำนวณหาตำแหน่งพื้นที่การระบาย เมื่อได้ตำแหน่งพื้นที่การระบายแล้วจึงทำการอ่านสีของจุดภาพในพื้นที่การระบายในแต่ละตำแหน่งว่ามีจำนวนจุดสีดำอยู่ในระดับที่แสดงว่ามีการระบายหรือไม่ ซึ่งจะได้ผลว่ามีการระบาย หรือไม่ระบายในตำแหน่งนั้นๆ การวิเคราะห์ภาพในขั้นตอนเหล่านี้ใช้การอ่านจุดภาพในแต่ละตำแหน่งเป็นหลัก โดยใช้ฟังก์ชัน Tbitmap.Canvas. Pixels[X, Y: Integer]: Tcolor โดย X คือตำแหน่งของจุดภาพในแนวนอน และ Y คือตำแหน่งของจุดภาพในแนวตั้ง เมื่อใช้ฟังก์ชันนี้จะได้ผลลัพธ์เป็นค่าสีของจุดภาพในตำแหน่งนั้น

เมื่อทราบผลการระบายในแต่ละตำแหน่งแล้ว จากนั้นจึงทำการประมวลผลความหมายของแต่ละตำแหน่งและแต่ละกลุ่ม โดยในการวิจัยนี้แบ่งกลุ่มตำแหน่งการระบายเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะการใช้งานคือ กลุ่มรหัสนักศึกษา กลุ่มรหัสวิชาและกลุ่มคำตอบ กลุ่มที่เป็นรหัสนักศึกษาและกลุ่มรหัสวิชา จะทำการวิเคราะห์โดยให้ผลลัพธ์เป็นตำแหน่งเลขรหัสระบายแต่ละหลักแล้วนำผลลัพธ์ในแต่ละหลักมาต่อกัน หากในหลักเดียวกันมีการระบาย 2 ตำแหน่งจะให้ผลลัพธ์ในหลักนั้นเป็นค่าผิดพลาด ส่วนกลุ่มคำตอบจะคำนวณผลลัพธ์ออกมาเป็นผลการเลือกในแต่ละข้อ แต่หากผลลัพธ์ปรากฏว่าไม่มีการระบายจะให้ผลลัพธ์ว่าไม่ระบาย และหากผลลัพธ์ปรากฏว่ามีการระบายมากกว่า 1 ตัวเลือก จะให้ผลลัพธ์ว่าเลือกคำตอบเกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่ออ่านคำตอบในแต่ละข้อครบทุกข้อแล้ว หากการอ่านเป็นการอ่านคำเฉลย ในส่วนรหัสนักศึกษาจะกำหนดให้แสดงผลเป็นเฉลยคำตอบ และข้อมูลคำตอบจะส่งไปเก็บในส่วนเก็บข้อมูลเฉลยคำตอบ แต่หากเป็นการอ่านคำตอบ ข้อมูลคำตอบจะส่งไปเก็บในส่วนคำตอบ เพื่อการตรวจคำตอบในขั้นต่อไป

การตรวจคำตอบจะทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างเฉลยคำตอบและคำตอบ หากเหมือนกันจะให้ผลลัพธ์เป็นคะแนน 1 คะแนน จากนั้นจะรวมคะแนนการสอบแล้วแสดงผลการตรวจคำตอบ

3.3.5 การเขียนโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ

เมื่อได้ผลการตรวจข้อสอบในแต่ละชุดแล้วจำเป็นจะต้องมีการบันทึกผลการตรวจของแต่ละชุดเพื่อการทำรายงานและการวิเคราะห์ข้อสอบ ดังนั้นแนวคิดในการเขียนโปรแกรมในส่วนนี้จึงต้องรับข้อมูลจากผลการตรวจข้อสอบที่ได้จากโปรแกรมตรวจข้อสอบ โดยกำหนดให้รับข้อมูลจากโปรแกรมมา 4 กลุ่มคือ รหัสวิชา รหัสนักศึกษา ข้อมูลการเลือกตอบ ผลการตรวจคำตอบรายข้อ ในส่วนข้อมูลรายละเอียดการสอบอื่นๆ ผู้ใช้สามารถเพิ่มเติมรายละเอียดได้ตามต้องการ ในส่วนรายชื่อวิชา และข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษา จะนำข้อมูลรหัสวิชา และรหัสนักศึกษาที่วิเคราะห์ได้มาอ้างอิงการอ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลรายชื่อวิชาและรหัสนักศึกษา เพื่อความยืดหยุ่นในการใช้งาน การออกแบบพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้จึงกำหนดการติดต่อฐานข้อมูลในรูปของเท็กซ์ไฟล์ (text files) เนื่องจากเห็นว่าในปัจจุบันระบบฐานข้อมูลส่วนใหญ่สามารถปรับปรุงรูปแบบข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ประเภทนี้ได้ อีกทั้งหากผู้ใช้ไม่ต้องการใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล สามารถสร้างข้อมูลรายละเอียดเหล่านี้เองได้ ทั้งจากโปรแกรม Microsoft Word, Microsoft Excel หรือ Notepad เป็นต้น

ในการติดต่อไฟล์จะใช้โพรซีเจอร์ AssignFile(var F; FileName: string) เป็นหลัก ในส่วนการอ่านข้อมูลรหัสวิชาหรือรหัสนักศึกษา จะใช้วิธีการค้นหากลุ่มอักษรในไฟล์ที่ใช้เป็นฐานข้อมูลรหัสวิชาหรือรหัสนักศึกษา โดยโครงสร้างของไฟล์จะต้องอยู่ในรูปแบบเท็กซ์ไฟล์ ข้อมูลในแต่ละบรรทัดคือข้อมูลของแต่ละวิชาหรือแต่ละคน กลุ่มอักษรต้นบรรทัดต้องเป็นรหัสที่ใช้ในการอ้างถึงส่วนรายละเอียดของรหัสต่างๆ จะใช้ตัวอักษรแท็บในการคั่นของแต่ละข้อมูล การค้นหาข้อมูลจะใช้วิธีการค้นหาตัวกลุ่มตัวอักษรต้นบรรทัด หากพบว่าตรงกับรหัสที่ต้องการจะนำข้อมูลในบรรทัดนั้นออกมาแสดงผล

การวิเคราะห์ข้อสอบจะใช้การวิเคราะห์ข้อสอบตามขั้นตอนในผังงานดังรูปที่ 3.6 โดยจะเห็นได้ว่าต้องมีการเรียงลำดับคะแนนสอบของแต่ละคนจากคะแนนสูงสุดไปยังคะแนนต่ำสุด ในการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดเรียงลำดับคะแนนจะใช้เทคนิคการจัดเรียงลำดับข้อมูลแบบ Bubble Sort โดยขั้นตอนการประมวลผลของเทคนิคนี้คือ เปรียบเทียบข้อมูลในลักษณะวนรอบตามลำดับ ในแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละรอบจะเปรียบเทียบข้อมูลที่มีลำดับต่อเนื่องกันเป็นคู่ๆ และทำการเคลื่อนย้ายข้อมูลที่มีค่ามากกว่าขึ้นไปยังลำดับต้นๆ

3.3.6 การเขียนโปรแกรมรายงานผลการตรวจข้อสอบ

การเขียนโปรแกรมในส่วนนี้จะต้องนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจคำตอบและการวิเคราะห์ข้อสอบแล้วจัดทำเป็นรายงาน เพื่อความยืดหยุ่นในการจัดทำรายงานผลการตรวจข้อสอบผู้วิจัยจึงเห็นว่า ควรสามารถแก้ไขปรับปรุงรายงานผลได้เองด้วย ดังนั้นจึงส่งข้อมูลผลการตรวจและผลการวิเคราะห์ข้อสอบเข้าสู่โปรแกรมจัดพิมพ์เอกสารสำหรับจัดพิมพ์รายงาน หรือสามารถคัดลอกข้อมูลรายงานผลเหล่านี้ผ่าน Clip Board ไปใช้แก้ไขหรือประมวลผลอื่นๆ อีกได้ในโปรแกรมต่างๆ เช่น Microsoft Word, Microsoft Excel เป็นต้น

3.4 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ แบ่งการดำเนินการออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ให้นักเรียนทำข้อสอบโดยใช้กระดาษคำตอบที่ใช้ในระบบเดิม โดยกระดาษคำตอบในระบบเดิมมีลักษณะเป็นช่องสี่เหลี่ยมที่ให้นักเรียนกากบาท (X) ในช่องที่นักเรียนคิดว่าถูกต้อง

2. ระบายคำตอบในกระดาษคำตอบที่ออกแบบสำหรับระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ โดยใช้คำตอบจากที่นักเรียนทำในข้อ 1

3. เตรียมเฉลยข้อสอบ โดยสร้างหน้ากากตรวจข้อสอบสำหรับการตรวจข้อสอบในระบบเดิม และระบายคำเฉลยในกระดาษคำตอบที่ออกแบบไว้แล้วเตรียมเฉลยในโปรแกรมตรวจข้อสอบ

4. ทดลองตรวจข้อสอบ โดยดำเนินการทดลอง ในขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ตรวจข้อสอบในระบบเดิมโดยละเอียดเพื่อหาผลคะแนนที่ถูกต้อง

4.2 จับเวลาการตรวจข้อสอบในแต่ละแผ่น ทั้งในการตรวจข้อสอบโดยวิธีการตรวจข้อสอบในระบบเดิม และการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ โดยใช้เครื่องสแกนเนอร์ Simplex รุ่น DP36F และ Canon รุ่น N670U

4.3 จับเวลาการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ โดยใช้เครื่องสแกนเนอร์ Canon รุ่น N670U โดยทำการจับเวลาในแต่ละขั้นตอนตั้งแต่การเตรียมเฉลยคำตอบ การตรวจข้อสอบ การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ จนถึงการพิมพ์รายงานผลการตรวจข้อสอบเสร็จสิ้น

4.4 จับเวลาการตรวจข้อสอบโดยวิธีการตรวจข้อสอบในระบบเดิม โดยทำการจับเวลาในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่การเตรียมเฉลยคำตอบ การตรวจข้อสอบ การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ จนถึงการทำรายงานผลการตรวจข้อสอบเสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำข้อมูลระยะเวลาการตรวจข้อสอบ ที่ได้จากการทดลองไปหาประสิทธิภาพการตรวจข้อสอบทั้ง 2 ระบบ จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการทดลองตรวจข้อสอบโดยระบบการตรวจข้อสอบทั้ง 2 วิธี จะได้ผลการทดลองเป็นระยะเวลาการตรวจข้อสอบในแต่ละแผ่น เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการตรวจข้อสอบทั้ง 2 วิธี ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ทดสอบการแจกแจงข้อมูล ว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบการแจกแจงของข้อมูล Kolmogorov - Smirnov Test ซึ่งใช้วิธีการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลตัวอย่างกับการแจกแจงที่คาดไว้ (กัลยา วานิชย์บัญชา. 2544 : 509-514)

2. ในการวิจัยนี้ได้ผลการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ จึงใช้สถิติ t-test for Dependent Samples (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2543 : 191-192) ดังสูตร

$$t = \frac{\bar{D}}{S_{\bar{D}}} \qquad ,df = n-1 \tag{3.1}$$

เมื่อ $\bar{D}$ แทน ค่าเฉลี่ยของความแตกต่าง

$S_{\bar{D}}$ แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของความแตกต่าง

df แทน แทนชั้นแห่งความเป็นอิสระ

n แทน จำนวนคู่ของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่มุ่งพัฒนา และทดสอบประสิทธิภาพของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอนำเสนอผลการวิจัยเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

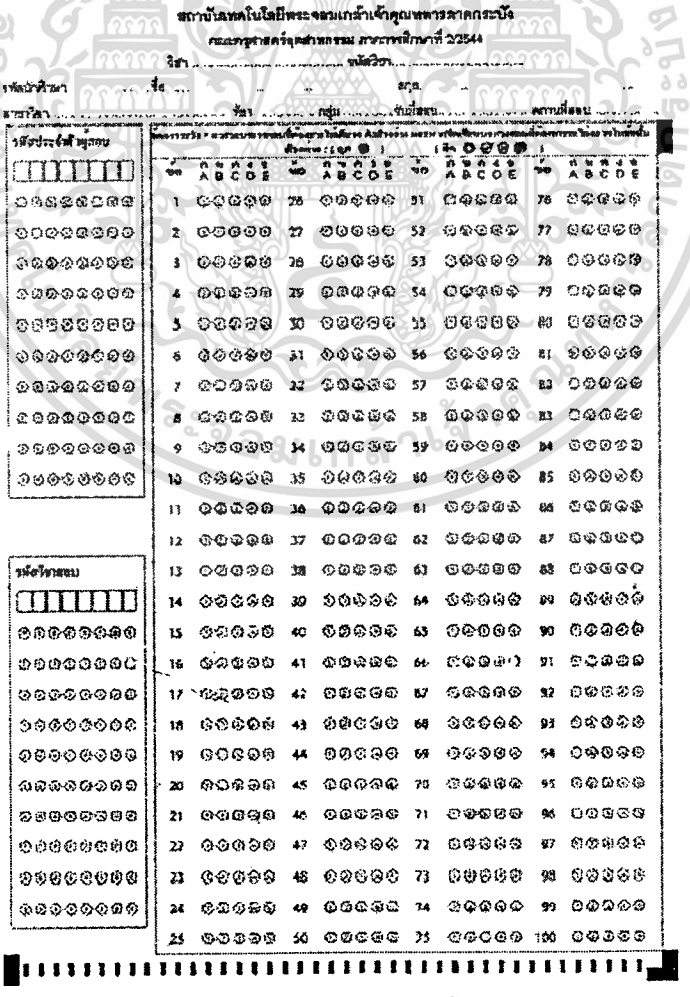
4.1 ผลการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบตรวจข้อสอบ

4.1 ผลการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

4.1.1 ผลการพัฒนากระดาษคำตอบและโปรแกรมตรวจข้อสอบ

การพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาองค์ประกอบหลักที่สำคัญคือ กระดาษคำตอบ และโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ลักษณะกระดาษคำตอบที่ออกแบบจะมีลักษณะดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ลักษณะกระดาษคำตอบของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ได้รูปแบบกระดาษคำตอบดังรูปที่ 4.1 แล้ว ได้ทำการทดสอบความถูกต้องในการค้นหาตำแหน่งการระบาย โดยทดลองตรวจข้อสอบกับกระดาษคำตอบที่ถูกทำสำเนาในวิธีต่างๆ ทั้ง 5 วิธี แต่ละวิธีจะทำการทดลองกับกระดาษคำตอบจำนวน 25 แผ่น โดยกระดาษคำตอบในแต่ละแผ่นได้มีการระบายคำตอบภายใน 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ ซึ่งได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความถูกต้องในการค้นหาตำแหน่งการระบาย

วิธีการสำเนา	จำนวนกระดาษคำตอบที่อ่านถูกต้อง		จำนวนกระดาษคำตอบที่อ่านผิดพลาด	
	จำนวน (แผ่น)	ร้อยละ	จำนวน (แผ่น)	ร้อยละ
เครื่องพิมพ์เลเซอร์	25	100.00	0	0.00
ถ่ายเอกสาร*	25	100.00	0	0.00
ปรุไข	22	88.00	3	12.00
โรเนียว	10	40.00	15	60.00
พิมพ์สำเนา	25	100.00	0	0.00

*การถ่ายเอกสาร ได้ใช้เครื่องถ่ายเอกสารที่มีความคมชัด ไม่มีรอยเลอะของหมึกพิมพ์

จากตารางที่ 4.1 พบว่าการทำสำเนาในลักษณะปรุไข และโรเนียว มีการค้นหาตำแหน่งการระบายผิดพลาด แต่ในการทำสำเนาโดย เครื่องพิมพ์เลเซอร์ ถ่ายเอกสาร และพิมพ์สำเนา สามารถค้นหาตำแหน่งการระบายได้ถูกต้อง

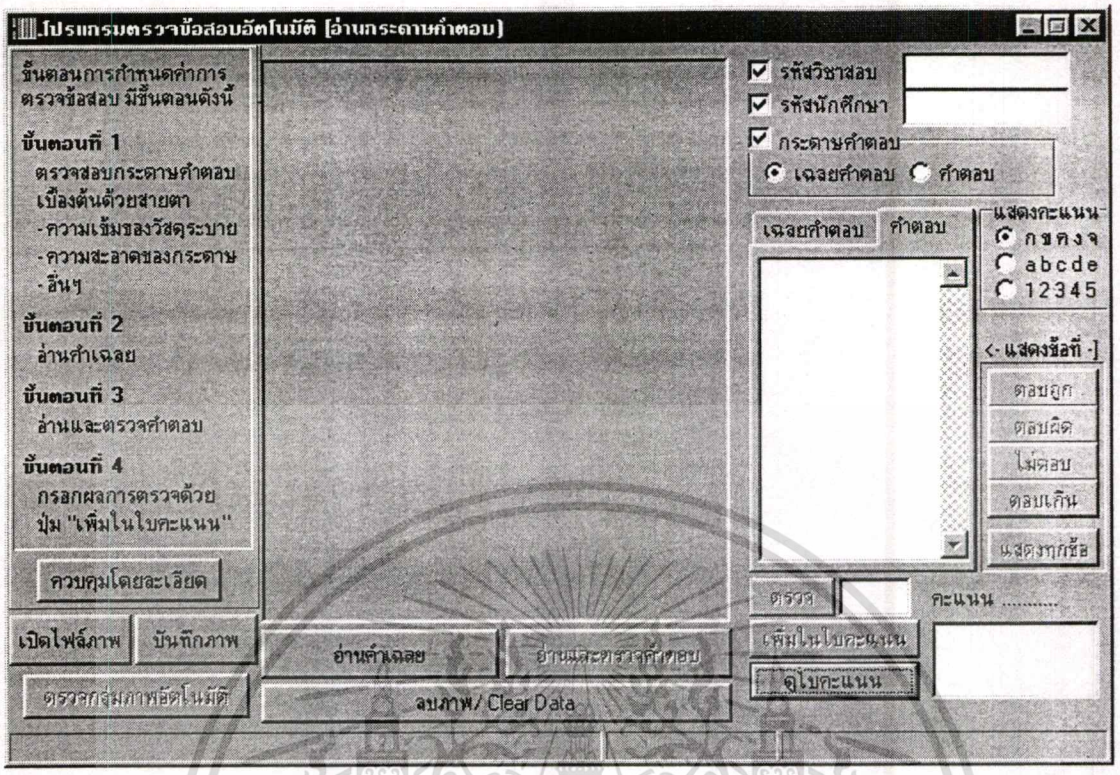
องค์ประกอบลำดับถัดมาคือโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ เพื่อความเข้าใจในการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ผู้วิจัยขอแบ่งส่วนประกอบของโปรแกรมออกเป็น 3 ส่วน ตามหน้าที่การทำงาน ดังนี้

1. โปรแกรมควบคุมการอ่านและวิเคราะห์กระดาษคำตอบ
2. โปรแกรมประมวลผลคะแนน และวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ
3. โปรแกรมการจัดพิมพ์รายงานคะแนน และผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

หน้าที่และวิธีการใช้งานของโปรแกรมหลักของโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติทั้ง 3 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

1. โปรแกรมควบคุมการอ่านและวิเคราะห์กระดาษคำตอบ เป็นส่วนทำหน้าที่อ่านภาพเฉลยคำตอบและกระดาษคำตอบ จากนั้นจะทำการวิเคราะห์การระบายคำตอบของผู้สอบ ตรวจคำตอบโดยเปรียบเทียบคำตอบกับเฉลยข้อสอบ แล้วจึงรวมคะแนนข้อที่ทำถูกต้องออกมาเป็นผลคะแนนสอบ ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ลักษณะโปรแกรมควบคุมการอ่านและวิเคราะห์กระดาษคำตอบ

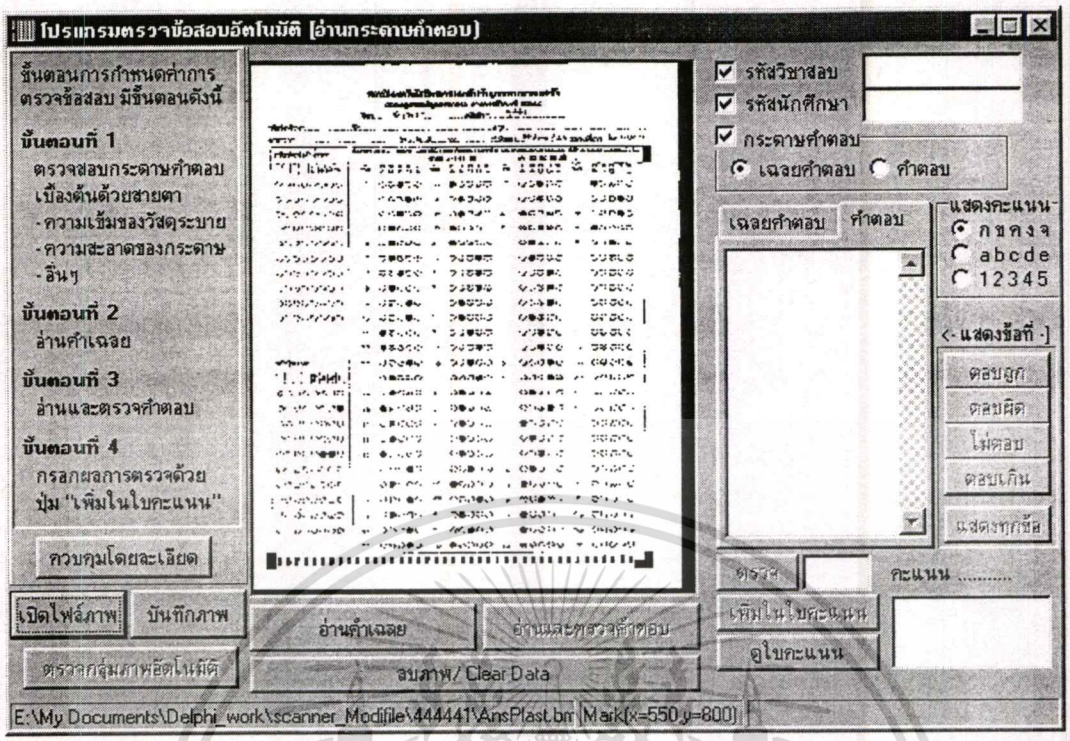
ในส่วนการอ่านภาพของโปรแกรมในส่วนนี้ สามารถทำได้ 2 วิธีการคือ การอ่านโดยตรงจากเครื่องสแกนเนอร์ และการอ่านภาพจากไฟล์ภาพประเภท Bitmap Picture ที่มีส่วนขยายไฟล์เป็น *.BMP การใช้งานสามารถใช้ได้ทั้งการทำงานแบบอัตโนมัติ และการควบคุมการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ โดยผู้ใช้เองได้ ดังนี้

1.1 การทำงานแบบอัตโนมัติ

ผู้ใช้สามารถกดปุ่มเดียวเพื่อทำการอ่านภาพทั้งจากการสแกนหรือการเปิดภาพเองได้โดยกดปุ่ม “อ่านคำเฉลย” หรือปุ่ม “อ่านและตรวจคำตอบ” โดยขั้นตอนการทำงานของแต่ละปุ่มมีดังนี้

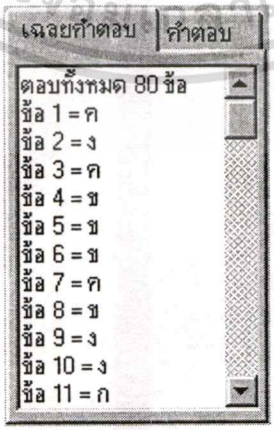
เมื่อกดปุ่ม “อ่านคำเฉลย” แล้ว โปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ได้หรือไม่ หากติดต่อควบคุมได้ จะสั่งให้เครื่องสแกนเนอร์ทำการสแกนภาพ หากโปรแกรมไม่พบเครื่องสแกนเนอร์จะเปิดหน้าต่างการอ่านไฟล์ภาพ เมื่อโปรแกรมได้ภาพกระดาษคำตอบจากการอ่านแล้วจะแสดงภาพบริเวณ ส่วนกลางของหน้าต่างโปรแกรม ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ลักษณะภาพกระดาษคำตอบบริเวณส่วนกลางของหน้าต่างโปรแกรม

โปรแกรมจะทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของภาพ ทั้งความสมบูรณ์ของภาพกระดาษคำตอบ ตำแหน่งจุดอ้างอิงของส่วนระบายคำตอบ และความเอียงของกระดาษคำตอบ หากภาพที่รับเข้ามานั้นมีความเอียงเกินกว่าระดับการวิเคราะห์การอ่านได้ถูกต้อง โปรแกรมจะทำการปรับความเอียงของภาพให้อยู่ในระดับที่ตรวจได้ แล้วจึงทำการวิเคราะห์การระบายคำตอบ แล้วแสดงผลในส่วนเฉลยข้อสอบ ดังรูปที่ 4.4



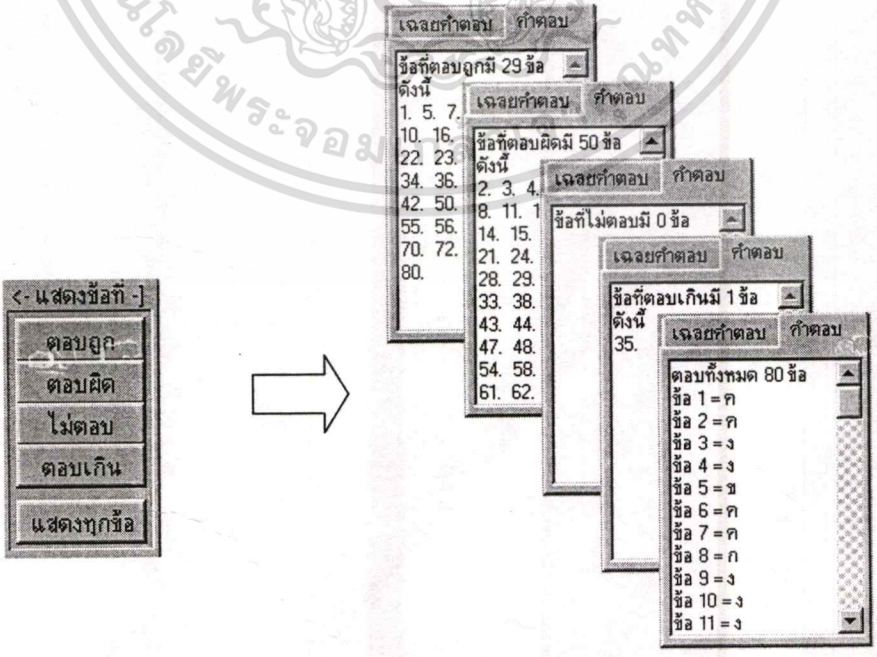
รูปที่ 4.4 ลักษณะผลการวิเคราะห์การระบายเฉลยคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม “อ่านและตรวจคำตอบ” โปรแกรมจะทำตามกระบวนการเช่นเดียวกันกับปุ่ม “อ่านคำเฉลย” แต่จะแสดงผลในส่วนคำตอบ แล้วทำการตรวจคำตอบโดยการเปรียบเทียบกับเฉลยข้อสอบ จากนั้นจะรวมคะแนนข้อที่ตอบถูกแล้วแสดงผลการตรวจรายข้อในช่องคำตอบ และแสดงผลคะแนนรวมในช่องคะแนน ดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 ลักษณะผลการตรวจรายข้อและคะแนนรวม

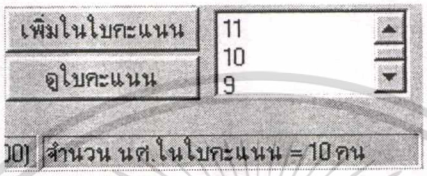
เมื่อโปรแกรมทำการตรวจคำตอบเสร็จสิ้นแล้ว ผู้ใช้สามารถเรียกดูลักษณะคำตอบที่มีลักษณะ ตอบถูก, ตอบผิด, ไม่ตอบ หรือตอบเกิน เป็นรายข้อได้ โดยปุ่มควบคุมทางด้านขวาของส่วนแสดงผลคำตอบ ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ลักษณะการแสดงผลคำตอบในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อตรวจคำตอบเสร็จสิ้น และผู้ใช้เห็นว่าผลการตรวจข้อสอบถูกต้องแล้ว สามารถบันทึกคะแนนในใบคะแนน โดยกดปุ่ม “เพิ่มในใบคะแนน” เพื่อส่งผลการตรวจข้อสอบสู่โปรแกรมในส่วนโปรแกรมประมวลผลคะแนนและวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เมื่อกดปุ่ม “เพิ่มในใบคะแนน” แล้ว โปรแกรมจะล้างข้อมูลภาพ รหัสนักศึกษา ผลการตรวจรายข้อ คะแนนรวม และแสดงรหัสนักศึกษาที่ตรวจ ในช่องด้านขวาของปุ่ม ซึ่งเป็นช่องแสดงรหัสนักศึกษาที่บันทึกผลการตรวจแล้ว ส่วนจำนวนที่บันทึกผลการตรวจแสดงไว้ทางด้านล่าง เมื่อต้องการเปิดหน้าต่างใบคะแนน กดปุ่ม “ดูใบคะแนน” ปุ่มต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ลักษณะปุ่มเพิ่มในใบคะแนนและปุ่มดูใบคะแนน

1.2 การควบคุมการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ โดยผู้ใช้เอง

ผู้ใช้สามารถควบคุมการตรวจข้อสอบในขั้นตอนต่างๆ เองได้ โดยกดปุ่ม “ควบคุมโดยละเอียด” ซึ่งจะเปิดเมนูการควบคุมการสแกนภาพโดยละเอียดดังรูปที่ 4.8 ในขั้นตอนแรกหากยังไม่มีการติดต่อเครื่องสแกนเนอร์ ผู้ใช้ต้องสั่งให้โปรแกรมทำการติดต่อกับเครื่องสแกนเนอร์โดยกดปุ่ม “ติดต่อสแกนเนอร์” ทางด้านขวามือ หากโปรแกรมสามารถติดต่อเครื่องสแกนเนอร์ได้ ปุ่ม “ติดต่อสแกนเนอร์” จะไม่ทำงานอีก ในส่วนกำหนดพื้นที่การสแกนนั้น เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้ สามารถกำหนดพื้นที่ตำแหน่งการรับภาพจากจอรับภาพของเครื่องสแกนเนอร์ได้ เพื่อความเร็วในการสแกนภาพโดยปกติควรกำหนดพื้นที่การสแกนให้เป็น กระดาษคำตอบ(A4) แต่ผู้ใช้สามารถกำหนดให้สแกนทั้งจอสแกน หรือกำหนดขนาดความกว้างและความยาวของการสแกนได้ ปุ่ม “สแกนภาพ” เป็นปุ่มคำสั่งเพื่อสั่งให้เครื่องสแกนเนอร์เริ่มทำการรับภาพจากเครื่องสแกนเนอร์เข้าสู่โปรแกรม

รูปที่ 4.8 ลักษณะปุ่มต่างๆ ในส่วนการรับภาพจากเครื่องสแกนเนอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

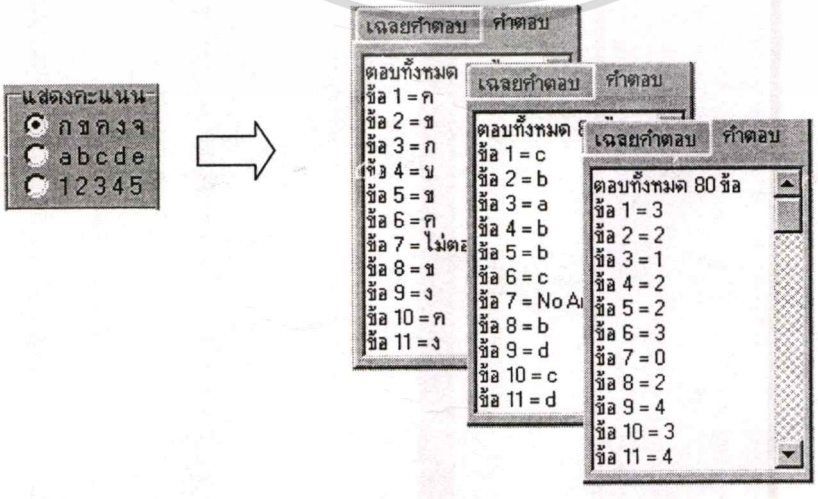
หากผู้ใช้ต้องการรับภาพเข้าสู่โปรแกรมโดยเปิดภาพ สามารถเปิดภาพโดยกดปุ่ม “เปิดไฟล์ภาพ” นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถบันทึกภาพที่ทำการตรวจได้โดยการกดปุ่ม “บันทึกภาพ” ดังรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 ลักษณะปุ่มเปิดไฟล์ภาพและปุ่มบันทึกภาพ

ปุ่ม “อ่านคำเฉลย” และปุ่ม “อ่านและตรวจคำตอบ” จะทำหน้าที่อ่านและวิเคราะห์ภาพกระดาษคำตอบ โดยทำการอ่านและวิเคราะห์ผลการระบายคำตอบเป็นเฉลยคำตอบและเป็นคำตอบตามลำดับ แต่การใช้งานในบางครั้งอาจไม่ต้องการอ่านภาพทุกตำแหน่ง ดังนั้นโปรแกรมจึงอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถกำหนดพื้นที่การอ่านและวิเคราะห์การระบายได้ 3 ส่วนคือ รหัสวิชา รหัสนักศึกษา และส่วนคำตอบ โดยการกำหนดในส่วนกำหนดรายละเอียดการวิเคราะห์การระบาย ดังรูปที่ 4.10 การทำเครื่องหมายถูกหมายถึงกำหนดให้อ่านและวิเคราะห์ภาพในส่วนนั้นๆ หากไม่ทำเครื่องหมายหมายถึงไม่ต้องวิเคราะห์การระบายในส่วนนั้น

รูปที่ 4.10 ส่วนกำหนดรายละเอียดการวิเคราะห์การระบาย

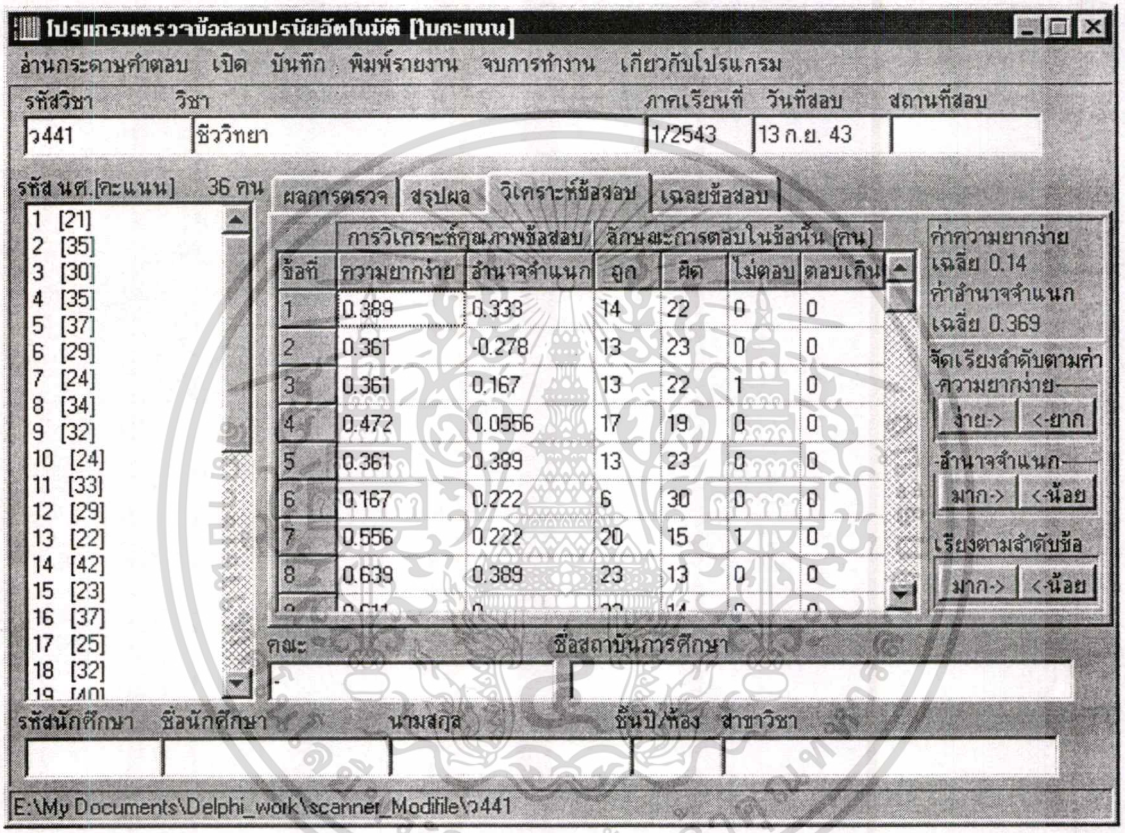
ในส่วนการแสดงคำตอบ ผู้ใช้สามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลได้ในส่วน “แสดงคะแนน” โดยสามารถกำหนดการแสดงผลได้ 3 รูปแบบ คือ ก ข ค ง จ, a b c d e และ 1 2 3 4 5 ส่วนกำหนดรูปแบบการแสดงผล แสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ลักษณะรูปแบบการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมประมวลผลคะแนน และวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เป็นส่วนทำหน้าที่ เก็บและแสดงผลการตรวจคำตอบจากโปรแกรมในส่วนอ่านกระดาษคำตอบ และแสดงข้อมูลการสอบในส่วน รหัสวิชา ภาคเรียน วันที่สอบ สถานที่สอบ ชื่อคณะ ชื่อสถานศึกษา เพื่อบันทึกเป็นไฟล์การตรวจข้อสอบ หรือการพิมพ์รายงานทางเครื่องพิมพ์ นอกจากนี้โปรแกรมในส่วนนี้จะสรุปผลการตรวจข้อสอบ และวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อคือค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกด้วย ลักษณะของโปรแกรมประมวลผลคะแนนและวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ แสดงในรูปที่ 4.12

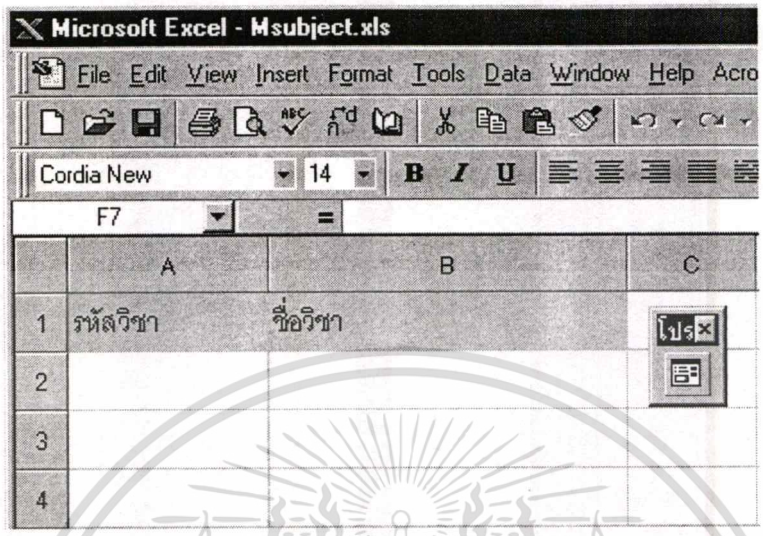


รูปที่ 4.12 ลักษณะโปรแกรมประมวลผลคะแนนและวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ในส่วนรายละเอียดที่เป็นชื่อวิชา หรือข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษา เช่น ชื่อนักศึกษา นามสกุลนักศึกษา ชั้นปี/ห้อง หรือสาขาวิชาที่ศึกษา โปรแกรมจะเรียกใช้ข้อมูลดังกล่าวจากไฟล์ Subject.txt และ student.txt เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้ควรอยู่ในรูปของฐานข้อมูลของระบบ ซึ่งแต่ละสถานที่อาจใช้ระบบฐานข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน แต่ฐานข้อมูลส่วนใหญ่สามารถปรับข้อมูลออกมาอยู่ในรูปแบบเท็กซ์ไฟล์หรือไฟล์ที่มีส่วนขยายเป็น *.txt ได้ โดยกำหนดรหัสคั่นแต่ละฟิลด์ ให้เป็นอักขระ Tab แม้ว่าในบางกรณีผู้ใช้อาจไม่ใช้หรือไม่มีข้อมูลรายชื่อนักศึกษาจากฐานข้อมูล ผู้ใช้ก็สามารถเตรียมข้อมูลรายชื่อนักศึกษาได้จากโปรแกรม Microsoft Excel

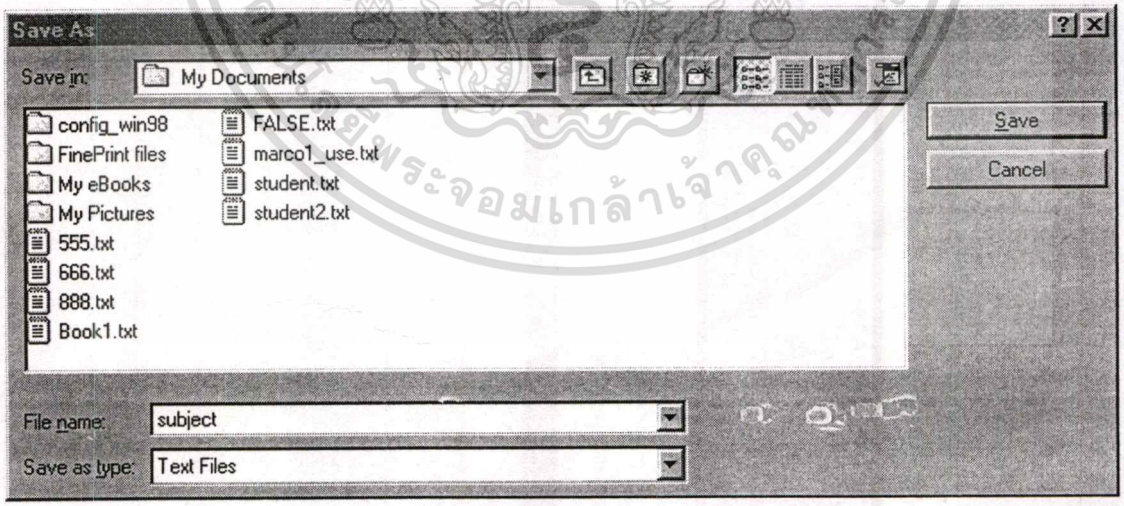
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับชื่อวิชา ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel สามารถทำได้โดยการพิมพ์รหัสวิชา และชื่อวิชา ในคอลัมน์ A และ B ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ลักษณะแบบกรอกรหัสวิชา และชื่อวิชาในคอลัมน์ A และ B ตามลำดับ

จากนั้นทำการบันทึกไฟล์ด้วยคำสั่ง บันทึกแฟ้มเป็น.... หรือ Save As.... เลือกบันทึกในโฟลเดอร์ที่บันทึกไฟล์ผลการตรวจ ตั้งชื่อไฟล์เป็น Subject จากนั้นเลือกประเภทของไฟล์ เป็น Text (Tab delimited) แล้วบันทึก ดังรูปที่ 4.14

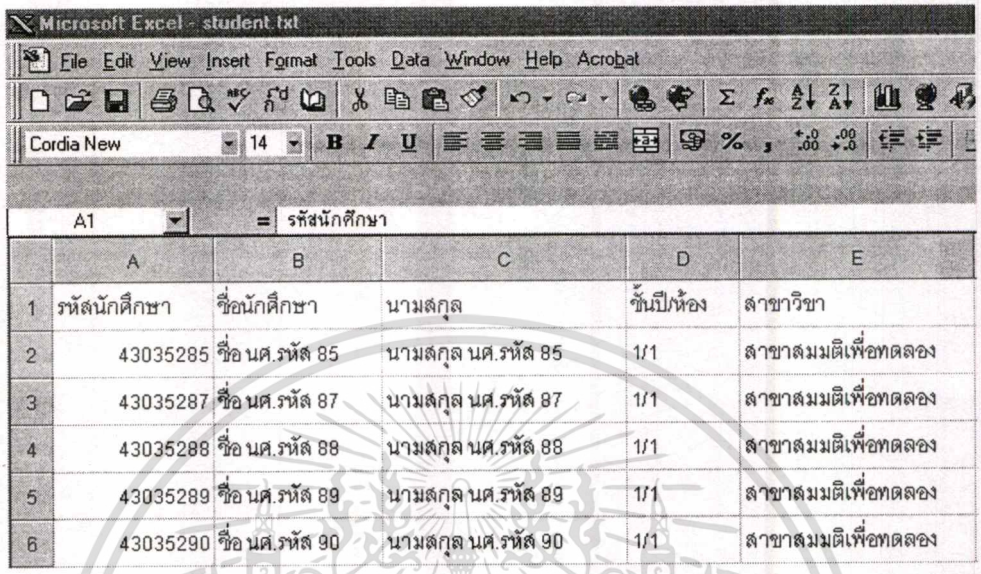


รูปที่ 4.14 ลักษณะหน้าต่าง Save As

การเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษา จะทำเช่นเดียวกันกับการเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับชื่อวิชา แต่ข้อมูลที่ใส่ในแต่ละคอลัมน์จะเป็น รหัสนักศึกษา, ชื่อนักศึกษา, นามสกุล, ชั้นปี/ห้อง, สาขาวิชา ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

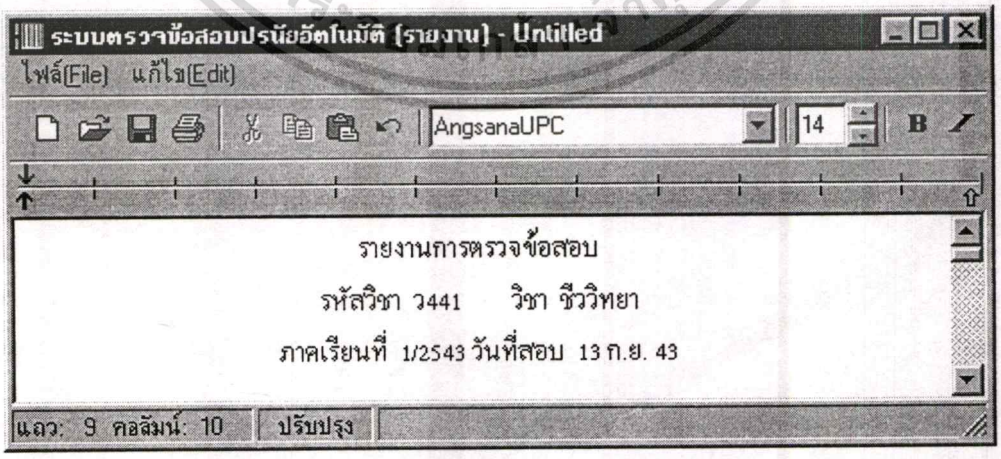
จะอยู่ในคอลัมน์ A, B, C, D, E ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.15 จากนั้นทำการบันทึกเช่นเดียวกับการเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับชื่อวิชา แต่เปลี่ยนชื่อไฟล์เป็น student.txt



	A	B	C	D	E
1	รหัสนักศึกษา	ชื่อนักศึกษา	นามสกุล	ชั้นปี/ห้อง	สาขาวิชา
2	43035285	ชื่อ นศ.รหัส 85	นามสกุล นศ.รหัส 85	1/1	สาขาสมมติเพื่อทดลอง
3	43035287	ชื่อ นศ.รหัส 87	นามสกุล นศ.รหัส 87	1/1	สาขาสมมติเพื่อทดลอง
4	43035288	ชื่อ นศ.รหัส 88	นามสกุล นศ.รหัส 88	1/1	สาขาสมมติเพื่อทดลอง
5	43035289	ชื่อ นศ.รหัส 89	นามสกุล นศ.รหัส 89	1/1	สาขาสมมติเพื่อทดลอง
6	43035290	ชื่อ นศ.รหัส 90	นามสกุล นศ.รหัส 90	1/1	สาขาสมมติเพื่อทดลอง

รูปที่ 4.15 ข้อมูลต่างๆ ของนักศึกษาในคอลัมน์ A, B, C, D, E ตามลำดับ

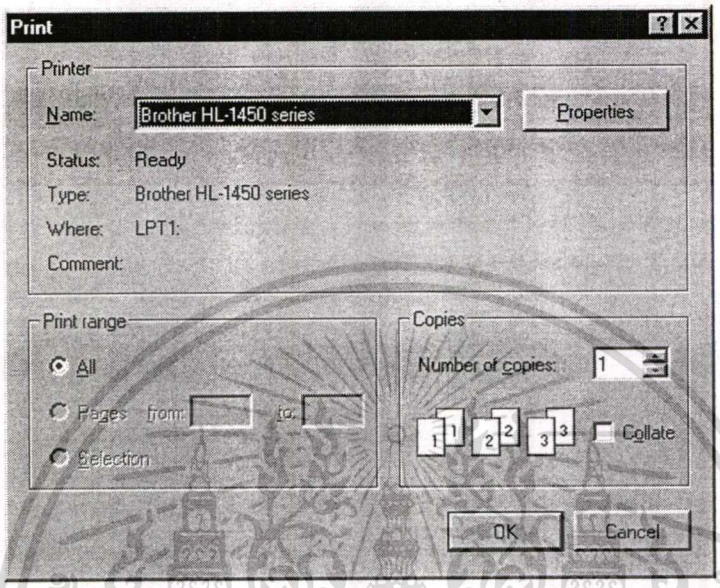
3. โปรแกรมการจัดพิมพ์รายงานคะแนน และผลการวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นส่วนที่ใช้จัดเตรียมรายงานการตรวจข้อสอบ เพื่อการพิมพ์ออกสู่เครื่องพิมพ์ โดยสามารถปรับแต่งแก้ไข ทั้งรูปแบบอักษร ขนาดอักษร หรือปรับแต่งข้อความเพื่อความสวยงามก่อนพิมพ์ออกสู่เครื่องพิมพ์ได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.16 นอกจากนี้สามารถบันทึกรายงานเป็นไฟล์ที่มีส่วนขยายเป็นริ้ชเท็กซ์ไฟล์ หรือ *.rtf ได้ โดยไฟล์ประเภทนี้สามารถเปิดใช้ได้ในโปรแกรม Microsoft Word ได้



รูปที่ 4.16 ลักษณะโปรแกรมจัดพิมพ์รายงานคะแนน และผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิมพ์รายงานทางเครื่องพิมพ์สามารถทำได้ 3 วิธีคือ จากที่ทูลบาร์รูปเครื่องพิมพ์ และจากเมนูไฟล์ แล้วเลือกคำสั่ง พิมพ์ (Print) หรือการกดปุ่ม Control พร้อมกับปุ่ม P ซึ่งโปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง Print ดังแสดงในรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ลักษณะหน้าต่าง Print

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบตรวจข้อสอบ

การดำเนินการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบระหว่างการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ กับระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิม ผู้วิจัยได้จับเวลาการตรวจในทั้งสองระบบ ใช้ผลการสอบจำนวน 25 แผ่น มีข้อสอบทั้งหมด 80 ข้อ ในการทดลองตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ จะใช้เครื่องสแกนเนอร์ 2 รุ่น ที่มีความเร็วในการอ่านภาพไม่เท่ากัน ได้แก่ เครื่องสแกนเนอร์ Simplex รุ่น DP36F ซึ่งรุ่นนี้มีความเร็วในการอ่านภาพ 35 วินาทีต่อครั้ง และเครื่องสแกนเนอร์ Canon รุ่น N670U ซึ่งรุ่นนี้มีความเร็วในการอ่านภาพ 19 วินาทีต่อครั้ง

ในการทดลองครั้งนี้จะจับเวลาการตรวจข้อสอบเฉพาะในขั้นตอนการตรวจข้อสอบ โดยยังไม่รวมถึงกระบวนการเตรียมเฉลยข้อสอบ และระยะเวลาในการทำรายงานผลการตรวจ ซึ่งจากการทดลองได้ผลการบันทึกเวลาการตรวจข้อสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการบันทึกเวลาการตรวจข้อสอบ

กระดาษคำตอบ (แผ่นที่)	เวลาที่ใช้ในการตรวจข้อสอบ (วินาที)		
	ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ		ระบบเดิม
	สแกนเนอร์ Simplex รุ่น DP36F	สแกนเนอร์ Canon รุ่น N670U	
1	40.0	28.5	12.7
2	43.9	36.2	17.8
3	41.4	36.6	15.4
4	40.7	35.4	19.2
5	42.7	38.8	23.8
6	43.1	36.9	16.8
7	41.3	34.2	16.4
8	41.3	37.6	21.2
9	40.9	37.0	18.3
10	39.7	35.8	12.3
11	39.9	34.4	18.5
12	39.4	37.5	12.5
13	39.3	35.7	13.8
14	40.8	36.4	17.6
15	42.7	37.9	14.3
16	44.2	38.8	15.9
17	42.5	35.4	12.2
18	40.4	34.4	14.8
19	38.8	36.5	16.1
20	42.6	36.1	12.9
21	42.5	34.6	12.8
22	40.9	35.8	12.0
23	43.0	36.9	16.7
24	42.3	39.4	11.2
25	41.0	33.7	9.8
รวม	1035.3 (17 นาที 15.3 วินาที)	900.5 (15 นาที 0.5 วินาที)	385 (6 นาที 25 วินาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 พบว่าระยะเวลาการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ เมื่อใช้เครื่องสแกนเนอร์ Simplex รุ่น DP36F ใช้เวลาตรวจมากที่สุด คือ 17 นาที 15.3 วินาที ถัดมาเป็นการตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ เมื่อใช้เครื่องสแกนเนอร์ canon รุ่น N670U โดยใช้เวลาตรวจข้อสอบ 15 นาที 0.5 วินาที ซึ่งใช้เวลาในการตรวจน้อยลง จะสังเกตได้ว่าเครื่องสแกนเนอร์ที่มีความเร็วในการอ่านภาพไม่เท่ากันใช้เวลาในการตรวจข้อสอบไม่เท่ากัน ส่วนการตรวจข้อสอบในระบบเดิมนั้นใช้เวลาตรวจข้อสอบน้อยที่สุดคือ 6 นาที 25 วินาที เมื่อคำนวณหาระยะเวลาการตรวจข้อสอบต่อแผ่น ของการตรวจข้อสอบจะได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการคำนวณหาระยะเวลาการตรวจข้อสอบต่อแผ่น

ระบบการตรวจข้อสอบ	ระยะเวลาการตรวจข้อสอบ (วินาที)	จำนวนที่ตรวจ (แผ่น)	ระยะเวลาการตรวจข้อสอบต่อแผ่น (วินาที/แผ่น)
ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ โดยใช้สแกนเนอร์ simplex รุ่น.DP36F	1035.3	25	41.41
ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ โดยใช้สแกนเนอร์ canon รุ่น N670U	900.5	25	36.02
ระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิม	385	25	15.4

จากตารางที่ 4.3 พบว่าระยะเวลาในการตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิมมีค่าน้อยที่สุด คือ 15.4 วินาทีต่อแผ่น รองลงมา คือ การตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติโดยใช้สแกนเนอร์ canon รุ่น N670U โดยใช้ระยะเวลาในการตรวจข้อสอบ 36.02 วินาทีต่อแผ่น และการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติโดยใช้สแกนเนอร์ simplex รุ่น DP36F ใช้ระยะเวลาในการตรวจข้อสอบมากที่สุด คือ 41.41 วินาทีต่อแผ่น

จากผลการทดลองตรวจข้อสอบในเบื้องต้นนี้ เป็นผลการวิจัยเพื่อแสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบคุณลักษณะในด้านความเร็วในการตรวจข้อสอบต่อแผ่น ซึ่งจะสังเกตได้ว่าเป็นความเร็วในช่วงเวลาในขณะที่ตรวจข้อสอบเท่านั้น แต่ในการพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบในงานวิจัยนี้ จะพิจารณาถึงระยะเวลาในกระบวนการตรวจข้อสอบ ซึ่งเริ่มจากขั้นตอนการเตรียมเฉลยคำตอบ การตรวจข้อสอบ การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ จนถึงการทำรายงานผลการตรวจข้อสอบ ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองจับเวลาการตรวจข้อสอบจำนวน 100 แผ่น โดยแบ่งการตรวจออกเป็นชุด ชุดละ 25 แผ่น และในการทดลองครั้งนี้จะใช้สแกนเนอร์ Canon รุ่น N670U ในการทดลองเพียงรุ่นเดียว ซึ่งได้ผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

ชุดที่	ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ					
	ระบายคำเฉลย (วินาที)	อ่านคำเฉลย (วินาที)	ตรวจคำตอบ (วินาที)	อ่านข้อสอบซ้ำ* (วินาที)	ทำรายงานผลการตรวจ (วินาที)	รวม (วินาที)
1	276.2	33.5	901.3	122.2	23.9	1356.9 (22 นาที 36.9 วินาที)
2	312.5	24.5	932.8	124.6	25.1	1419 (23 นาที 39.5 วินาที)
3	292.1	28.8	926.0	76.1	24.6	1347.5 (22 นาที 27.5 วินาที)
4	338.2	29.5	939.7	119.7	26.2	1453.1 (24 นาที 13.1 วินาที)
เฉลี่ย	304.8	29.1	925.0	110.7	25.0	1394.1 (23 นาที 14.1 วินาที)

* การอ่านข้อสอบซ้ำเกิดจากการไม่พบคำตอบจากการสแกนภาพกระดาษคำตอบในครั้งแรก จึงต้องทำการปรับหรือจัดวางกระดาษคำตอบแผ่นเดิมบนเครื่องสแกนเนอร์อีกครั้ง เพื่อทำการสแกนภาพกระดาษคำตอบซ้ำอีกครั้งจนได้คำตอบ

ตารางที่ 4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการตรวจข้อสอบในระบบเดิม

ชุดที่	ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการตรวจข้อสอบในระบบเดิม				
	เจาะกระดาษคำเฉลย (วินาที)	ตรวจคำตอบ (วินาที)	ทำรายงานผลการตรวจ* (วินาที)	วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS (วินาที)	รวม (วินาที)
1	842 (14 นาที 2 วินาที)	385 (6 นาที 25 วินาที)	48	4127 (68 นาที 47 วินาที)	5402 (90 นาที 2 วินาที)
2	818 (13 นาที 38 วินาที)	347 (5 นาที 47 วินาที)	50	3564 (59 นาที 24 วินาที)	4779 (79 นาที 39 วินาที)
3	622 (10 นาที 22 วินาที)	368 (6 นาที 8 วินาที)	52	3187 (53 นาที 7 วินาที)	4229 (70 นาที 29 วินาที)
4	766 (12 นาที 46 วินาที)	380 (6 นาที 20 วินาที)	47	4468 (74 นาที 28 วินาที)	5661 (94 นาที 21 วินาที)
เฉลี่ย	762 (12 นาที 42 วินาที)	370 (6 นาที 10 วินาที)	49	3837 (63 นาที 57 วินาที)	5018 (83 นาที 38 วินาที)

* ระยะเวลาการทำรายงานผลการตรวจไม่รวมระยะเวลาการจัดเรียงลำดับหมายเลขผู้สอบ เนื่องจากได้จัดเรียงลำดับไว้ก่อนหน้าแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานเพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4 และ 4.5 พบว่าระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ คือ 23 นาที 14.1 วินาที ซึ่งใช้เวลาในการตรวจข้อสอบน้อยกว่าระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการตรวจข้อสอบในระบบเดิม คือ 83 นาที 38 วินาที

ผู้วิจัยดำเนินวิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเริ่มจากการทดสอบการแจกแจงข้อมูลเพื่อดูลักษณะการแจกแจงข้อมูลว่าอยู่ในรูปโค้งปกติหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบการแจกแจงของข้อมูล Kolmogorov - Smirnov Test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าสถิติเพื่อทดสอบการแจกแจงข้อมูล

การทดสอบการแจกแจงข้อมูล	Kolmogorov – Smirnov Z test	Sig.
ผลต่างของระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจข้อสอบระหว่างระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติกับการตรวจของสอบในระบบเดิม	0.51	0.96

* Sig. < 0.01

จากตารางที่ 4.6 พบว่าผลต่างของระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจข้อสอบระหว่างระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติกับการตรวจข้อสอบในระบบเดิม มีค่านัยสำคัญทางสถิติคือ 0.96 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ที่ 0.01 จึงสรุปได้ว่าการแจกแจงข้อมูลของระยะเวลาการตรวจข้อสอบทั้ง 2 วิธี มีการแจกแจงข้อมูลอยู่ในรูปโค้งปกติ ดังนั้นจึงใช้สถิติ t-test for Dependent Samples เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบ ซึ่งได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบระหว่างการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิมกับระบบการตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ เมื่อใช้เครื่องสแกนเนอร์ canon รุ่น N670U

วิธีการตรวจข้อสอบ	$\overline{X}$	*S.D.*	*df*	$\overline{D}$	$S_{\overline{D}}$	t	Sig.
การตรวจข้อสอบในระบบเดิม	5017.75	643.10	3	3623.63	616.24	11.76*	0.00
ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ	1394.13	50.52					

* Sig. < 0.01

จากตารางที่ 4.7 พบว่าระยะเวลาเฉลี่ยในกระบวนการตรวจข้อสอบในระบบเดิม คือ 5017.75 วินาที จะเห็นได้ว่าใช้มีระยะเวลามากกว่าระยะเวลาเฉลี่ยในกระบวนการตรวจข้อสอบโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติเมื่อใช้เครื่องสแกนเนอร์ canon รุ่น N670U คือ 1394.13 วินาที โดยระยะเวลาในกระบวนการตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติจะใช้ระยะเวลาน้อยกว่าการตรวจข้อสอบในระบบเดิมโดยเฉลี่ย 3623.63 วินาที หรือ 60 นาที 23.63 วินาที

จากการใช้สถิติ t-test for Dependent Samples แสดงให้เห็นว่าการตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติมีประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบสูงกว่าระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ดังสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ทั้งในด้านการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ และทดลองใช้ระบบโดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบระหว่างระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ กับระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิมที่ใช้หน้ากากตรวจข้อสอบในการตรวจ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบระหว่างการตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ กับระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิม

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2.1 ประชากร

ในการวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบการตรวจข้อสอบ อีกทั้งได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบของระบบตรวจข้อสอบทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบการตรวจข้อสอบในระบบเดิมและระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ดังนั้นประชากรในการวิจัยจึงเป็นข้อมูลที่เข้าสู่ระบบตรวจข้อสอบทั้ง 2 ระบบ ซึ่งหมายถึงผลการสอบ

5.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่จะนำมาใช้ทดลองในการวิจัยนี้ เป็นผลการสอบจากนักเรียนจำนวน 4 ชุด ในแต่ละชุดมีจำนวนกระดาษคำตอบ 25 แผ่น และมีคำถามในการสอบทั้งหมด 80 ข้อ

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

5.1.3.1 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์

อุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือฮาร์ดแวร์หลักที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ความเร็ว 500 MHz
2. เครื่องสแกนเนอร์ Canon รุ่น N670U และ Simplex รุ่น DP36F
3. เครื่องพิมพ์เลเซอร์ Brother รุ่น HL-1450

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์หลักที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. โปรแกรม Borland Delphi ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบนี้
2. โปรแกรมทางการออกแบบด้านกราฟิก คือ Illustrator และ Paint
3. โปรแกรม Microsoft Word
4. โปรแกรม Microsoft Excel

5.1.4 การพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

ในการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ มีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

1. ศึกษาและออกแบบระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ
2. ออกแบบการทำงานของโปรแกรม ที่ใช้ในระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ
3. ออกแบบกระดาษคำตอบเพื่อใช้ในระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ
4. เขียนโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ และอ่านกระดาษคำตอบ
5. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ และอ่านกระดาษคำตอบ
6. เขียนโปรแกรมตรวจข้อสอบ
7. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบ
8. เขียนโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ
9. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ
10. เขียนโปรแกรมหลัก เพื่อผนวกโปรแกรมที่เขียนในแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน
11. ทดสอบการทำงานทุกส่วนของโปรแกรมที่เขียนขึ้น
12. สร้างกระดาษคำตอบ
13. ทดลองตรวจข้อสอบ และหาประสิทธิภาพของระบบตรวจข้อสอบทั้งสอง

5.1.5 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวมรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ สามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการทดลองได้ดังนี้

1. เตรียมกระดาษคำตอบที่จะตรวจของระบบการตรวจข้อสอบในแต่ละวิธี ทั้ง 2 ระบบ
2. เตรียมเฉลยข้อสอบของระบบการตรวจข้อสอบในแต่ละวิธี ทั้ง 2 ระบบ
3. ทดลองตรวจข้อสอบ จับเวลาการตรวจข้อสอบในการตรวจข้อสอบทั้ง 2 วิธี
4. คำนวณประสิทธิภาพการตรวจข้อสอบของการตรวจข้อสอบทั้ง 2 วิธี
5. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการตรวจข้อสอบระหว่างการตรวจข้อสอบทั้ง 2 วิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการตรวจข้อสอบทั้ง 2 วิธี ผู้วิจัยใช้วิธีทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยสรุปดังนี้

1. ทดสอบการแจกแจงข้อมูล ว่าเป็นการแจกแจงของข้อมูลที่ได้มานั้นอยู่ในรูปโค้งปกติหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบการแจกแจงของข้อมูล Kolmogorov - Smirnov Test

2. ในการวิจัยนี้ได้ผลการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ จึงเลือกใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

5.1.7 ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจากการวิจัยและพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ สามารถนำเสนอผลการวิจัย โดยแบ่งตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

1. การพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ทำให้ได้ระบบการตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติที่ครู อาจารย์ หรือผู้สนใจทั่วไปสามารถนำไปใช้ได้ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นได้ในงานวิจัยนี้สามารถพัฒนาให้ทำงานตามขอบเขตการวิจัยที่กำหนดไว้ได้ครบทุกข้อดังนี้

1.1 ควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ ให้สามารถนำภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ได้

1.2 อ่านคำตอบ โดยการวิเคราะห์ภาพด้วยวิธีการเปรียบเทียบตำแหน่งจุดภาพได้ถูกต้อง

1.3 ตรวจข้อสอบปรนัยที่มีตัวเลือกไม่เกิน 5 ตัวเลือก และจำนวนข้อสอบไม่เกิน 100 ข้อ

1.4 ประมวลผลที่ได้จากการตรวจโดยทำการรวมคะแนน และสามารถวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อคือหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกได้

1.5 แสดงผลการตรวจข้อสอบ ได้ทั้งทางจอภาพและเครื่องพิมพ์

2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ และระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิม พบว่าระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติมีประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบสูงกว่าการตรวจข้อสอบในระบบเดิม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ดังสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 ผลการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

จากการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติทำให้ได้ระบบตรวจข้อสอบที่ผู้สนใจสามารถนำไปใช้ได้ โดยระบบตรวจข้อสอบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยกระดาษคำตอบและโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษคำตอบที่พัฒนาขึ้นผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนข้อความในส่วนหัวกระดาษได้ตามความต้องการ ในการอ้างอิงตำแหน่งจะใช้วิธีค้นหาจุดอ้างอิงตำแหน่ง 3 จุด คือด้านล่าง 2 จุด และด้านขวา 1 จุด ซึ่งทั้ง 3 จุดนี้จะใช้ประโยชน์ในด้านการระบุตำแหน่งการระบาย และการตรวจสอบความเอียงของเอกสารด้วย ในส่วนการระบายโดยทั่วไปเพื่อให้การวิเคราะห์มีประสิทธิภาพควรมีลักษณะเป็นช่องว่าง แต่เนื่องจากอาจเกิดความไม่สะดวกแก่ผู้สอบ จึงจำเป็นต้องแสดงตัวเลขในตำแหน่งการระบายด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้วิธีกำหนดความเข้มของสีตัวเลขที่ 45 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เครื่องสแกนเนอร์วิเคราะห์ภาพเป็นสีขาวมากที่สุดหากไม่ปรากฏการระบาย และในการสร้างกระดาษคำตอบนั้น จากการทดลองใช้กระดาษคำตอบที่ถูกทำสำเนาโดยวิธีการต่างๆ จำนวน 5 ชุด ในแต่ละชุดมีจำนวน 25 แผ่น โดยทำการเลือกระบายคำตอบใน 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ พบว่าผู้ใช้สามารถทำสำเนาโดยวิธีการพิมพ์จากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ การถ่ายเอกสาร และการพิมพ์สำเนา (Copy Print) โดยในการถ่ายเอกสารนั้นควรใช้เครื่องถ่ายเอกสารที่มีความคมชัดและไม่มีรอยเลอะหรือรอยเปื้อนใดๆ จากการถ่ายเอกสาร ในส่วนของการทำสำเนาโดยวิธีการปรุไข และการโรเนียวนั้น พบว่าสามารถค้นหาตำแหน่งอ้างอิงการระบายของกระดาษคำตอบได้ถูกต้อง แต่ในการอ่านตำแหน่งการระบายบางตำแหน่งยังมีความผิดพลาด ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากการสูญเสียความคมชัดและการสูญเสียอัตราส่วนของภาพเนื่องจากกระบวนการสำเนา หรือเนื่องจากลักษณะของเนื้อกระดาษที่สำเนา แต่อย่างไรก็ดีเพื่อความคมชัดของกระดาษคำตอบแล้วความถูกต้องในการอ้างอิงตำแหน่งการระบาย ควรทำการสร้างกระดาษคำตอบจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ โดยพิมพ์ที่ความละเอียด 300 จุดต่อนิ้ว

การควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ให้อ่านภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้วิธีควบคุมการอ่านภาพของสแกนเนอร์ผ่าน TWAIN จึงทำให้สามารถใช้โปรแกรมตรวจข้อสอบนี้กับเครื่องสแกนเนอร์ได้หลายรุ่น และเพื่อความเร็วในการวิเคราะห์ภาพ การอ่านภาพจะอ่านภาพที่ความละเอียด 72 จุดต่อนิ้ว และอ่านสีภาพเป็น 2 สี คือสีขาวและดำ

การวิเคราะห์ภาพจะใช้วิธีนับจุดสีในแต่ละจุดในบริเวณตำแหน่งการระบายที่กำหนดไว้ โดยจะใช้จำนวนจุดสีที่นับได้เป็นค่าตัดสินว่ามีการระบายหรือไม่ โดยในงานวิจัยครั้งนี้ใช้จำนวนจุดสีดำที่จำนวน 22 จุด ซึ่งได้คำตอบถูกต้อง ตรงกับการระบายทุกข้อ

การตรวจข้อสอบจะตรวจการระบายทั้ง 5 ตัวเลือก ให้ผลลัพธ์เป็นค่าตัวเลือกที่ระบาย ในกรณีที่ไม่มีการระบายจะถูกกำหนดค่าเป็นไม่ระบาย และหากมีการระบายมากกว่า 1 ตัวเลือก จะกำหนดค่าให้เป็นตอบเกิน ในการตรวจข้อสอบนี้ใช้วิธีการอ่านและวิเคราะห์กระดาษคำตอบแล้วเก็บข้อมูลการอ่านเป็น 2 ส่วน คือ เก็บเป็นส่วนของเฉลยคำตอบ และเก็บส่วนคำตอบ ในขณะตรวจจะใช้วิธีเปรียบเทียบข้อมูลในส่วนคำตอบว่าตรงกับข้อมูลในส่วนเฉลยคำตอบหรือไม่ ดังนั้นหากข้อคำถามข้อใดไม่มีตัวเลือกที่ถูกต้อง และผู้สอบมีความประสงค์จะให้คะแนนในข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้น อาจแจ้งให้ผู้สอบไม่ต้องทำการระบายคำตอบในข้อนั้นๆ แล้วในการทำเฉลยข้อสอบผู้ตรวจข้อสอบก็ไม่ต้องระบายคำตอบในข้อนั้นๆ เช่นกัน

ในการประมวลผลการตรวจนั้นจะกำหนดให้ข้อที่ตอบถูกมีคะแนนเป็น 1 คะแนนและการวิเคราะห์ข้อสอบจะทำการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อคือค่าความยากง่ายกับค่าอำนาจจำแนก โดยโปรแกรมจะเริ่มคำนวณเมื่อมีการตรวจข้อสอบตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไป เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลที่จะระบุว่าคะแนนใดเป็นคะแนนในกลุ่มคะแนนสูง หรือกลุ่มคะแนนต่ำ

จากการทดลองตรวจข้อสอบ เมื่อดำเนินการตรวจข้อสอบโดยใช้ระบบตรวจในระบบเดิม ซึ่งใช้หน้าการตรวจข้อสอบในการตรวจข้อสอบ พบว่าการตรวจข้อสอบโดยวิธีนี้สามารถเกิดความผิดพลาดในการตรวจได้จากการนับคะแนนผิดพลาด การตรวจข้ามข้อ การตรวจนับซ้ำข้อเดิม รวมถึงการตรวจผิดเนื่องจากผู้ตอบทำเครื่องหมายเลือกตอบมากกว่า 1 ข้อ แต่ผู้ตรวจจะมองเห็นเฉพาะตัวเลือกที่ถูกที่เจาะช่องไว้เท่านั้น ทำให้ข้อที่ควรจะผิดกลับกลายเป็นได้คะแนน ซึ่งความผิดพลาดต่างๆ เหล่านี้จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในการตรวจข้อสอบโดยใช้ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

จากการทดลองใช้ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ พบว่าความผิดพลาดที่สามารถเกิดขึ้นได้จากการตรวจข้อสอบในระบบนี้ อาจเกิดจากการที่เนื้อดินสอหรือวัสดุระบายหลุดลอกจากกระดาษคำตอบทำให้ความเข้มของการระบายลดลงจนไม่สามารถระบุได้ว่ามีการระบายในตัวเลือกนั้นๆ เมื่อผู้วิจัยได้ทดลองใช้วัสดุระบายอื่น เช่น ดินสอ 4B, ปากกาแดง, น้ำเงิน, ดำ ก็ไม่พบปัญหาดังกล่าว ในส่วนของวัสดุระบายที่เป็นปากกาอาจพบปัญหาการลบเมื่อต้องการเปลี่ยนตัวเลือก แต่ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้น้ำยาหรือเทปลบคำผิดสีขาวลบตัวเลือกที่ไม่ต้องการ ความผิดพลาดถัดมาเกิดจากระนาบสัมผัสระหว่างกระดาษกับจอสแกนไม่สัมผัสกันสนิท ซึ่งเกิดจากในขณะสแกนภาพไม่ทำการปิดฝาเครื่องสแกนหรือปิดฝาไม่สนิท นอกจากนี้ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นอีกประการคือการไม่เจอตำแหน่งการระบาย ซึ่งปัญหานี้จะสังเกตได้จากผลการตรวจเป็นผิดเกือบหมดทุกข้อ และส่วนแสดงตำแหน่งจุดอ้างอิงทางด้านล่าง แสดงเป็น ตำแหน่ง x= 0, y = 0 ถึงแม้ว่าโปรแกรมตรวจข้อสอบนี้จะมีการหาตำแหน่งกระดาษและแก้ไขความเอียงกระดาษโดยอัตโนมัติแล้วก็ตาม หากเกิดปัญหานี้ก็สามารถแก้ไขได้โดยการขยับหรือปรับกระดาษบนจอสแกนเนอร์ แล้วสแกนอีกครั้ง

5.2.2 ผลการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบระหว่างการตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ กับระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิม

เมื่อทำการจับเวลาการตรวจข้อสอบโดยการระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิมจะใช้ระยะเวลาในการตรวจน้อยกว่าการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยในการวิจัยนี้พบข้อสังเกตว่าการระยะเวลาการตรวจข้อสอบในระบบเดิมมีความสัมพันธ์กับจำนวนข้อสอบที่ตอบถูกด้วย โดยมีความสัมพันธ์ในทางบวก หากข้อสอบมีการตอบถูกมากจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เวลาการตรวจข้อสอบมากขึ้นด้วย ในขณะที่ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติจะใช้เวลาการตรวจค่อนข้างคงที่ไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนข้อสอบ

จากผลการศึกษาคุณลักษณะความเร็วในการตรวจข้อสอบต่อแผ่นพบว่าระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติใช้ระยะเวลาตรวจข้อสอบมากว่าระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิม และพบว่าระยะเวลาในการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติโดยใช้สแกนเนอร์ต่างรุ่นกันจะใช้ระยะเวลาต่างกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความเร็วในการอ่านภาพของเครื่องสแกนเนอร์มีผลต่อประสิทธิภาพการตรวจข้อสอบด้วย หากความเร็วในการอ่านภาพของเครื่องสแกนเนอร์มีความเร็วมากขึ้น จะส่งผลให้การตรวจข้อสอบด้วยระบบข้อสอบปรนัยอัตโนมัติใช้ระยะเวลาในการตรวจข้อสอบน้อยลง ซึ่งจากการทดลองพบข้อสังเกตว่าระยะเวลาการอ่านภาพกระดาษคำตอบนั้น นอกจากคำนึงถึงระยะเวลาการอ่านภาพของเครื่องสแกนเนอร์แล้ว จะต้องคำนึงถึงระยะเวลาการเก็บหัวอ่านของเครื่องสแกนเนอร์ด้วย

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบพบว่าการตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติมีประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบสูงกว่าระบบตรวจข้อสอบในระบบเดิม เนื่องจากในการเตรียมเฉลยข้อสอบในระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัตินั้นใช้วิธีระบายคำเฉลยและควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ให้ทำการอ่านคำเฉลยเข้าสู่โปรแกรม ในขณะที่การตรวจข้อสอบในระบบเดิมต้องเจาะช่องคำเฉลยเพื่อสร้างหน้ากากตรวจข้อสอบซึ่งต้องใช้เวลาในการดำเนินการมากพอสมควร โดยในการทดลองมีข้อสังเกตว่าระยะเวลาในการสร้างหน้ากากตรวจข้อสอบนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการตอบและจำนวนข้อสอบ หากจำนวนข้อสอบมีจำนวนน้อยการสร้างหน้ากากตรวจข้อสอบจะใช้เวลาน้อยเช่นกัน และหากลักษณะการตอบมีลักษณะเรียงกันในแนวตรงการเจาะช่องคำเฉลยจะสามารถทำได้ง่ายขึ้น ในขณะที่การเตรียมเฉลยคำตอบในระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัตินั้น ไม่ขึ้นกับจำนวนข้อสอบ แต่ขึ้นกับความเร็วในการอ่านภาพของเครื่องสแกนเนอร์เป็นหลัก นอกจากนี้เมื่อพิจารณาในส่วนของการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ จะเห็นได้ว่าในระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติจะไม่มีระยะเวลาการดำเนินการในขั้นตอนนี้ เนื่องจากในขณะที่อ่านผลการสอบจากกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์แล้วนั้น คอมพิวเตอร์สามารถคำนวณผลการสอบได้ทันทีจึงไม่สามารถจับเวลาในช่วงนี้ได้ แต่ในการตรวจข้อสอบในระบบเดิมจะใช้เวลาในขั้นตอนนี้ค่อนข้างมาก ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้เวลาโดยเฉลี่ยประมาณ 1 ชั่วโมง เนื่องจากจะต้องมีการพิมพ์ป้อนข้อมูลการตอบในแต่ละข้อและแต่ละแผ่นเข้าสู่โปรแกรม SPSS และต้องดำเนินการต่างๆ เพื่อปรับเปลี่ยนข้อมูลให้สามารถวิเคราะห์วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อได้

ในการตรวจคำตอบโดยใช้ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติพบว่าในการอ่านภาพบางครั้งโปรแกรมไม่สามารถอ่านคำตอบได้ เนื่องจากโปรแกรมไม่พบจุดอ้างอิงตำแหน่งภาพจากภาพกระดาษคำตอบที่อ่านได้ ดังนั้นจึงต้องทำการปรับหรือจัดวางกระดาษคำตอบใหม่แล้วทำการสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพอีกครั้งเพื่อให้สามารถอ่านคำตอบได้ ซึ่งในการทดลองตรวจข้อสอบนี้ แต่ละชุดจะอ่านข้อสอบซ้ำประมาณ 2 ถึง 3 แผ่น

ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้มีประโยชน์แก่ครู อาจารย์ ผู้ที่มีความต้องการพัฒนาข้อสอบ หรือผู้ที่สนใจทั่วไป สามารถนำไปใช้ในช่วยในการตรวจข้อสอบได้สะดวก ถูกต้อง และรวดเร็วขึ้นเมื่อเทียบกับการตรวจข้อสอบในระบบเดิม เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการสอบเมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจข้อสอบด้วยเครื่องตรวจข้อสอบ อีกทั้งในด้านการจัดการเก็บหลักฐานข้อมูลการสอบหรือเรียกใช้ข้อมูลผลการสอบในภายหลัง สามารถทำได้โดยสะดวกและรวดเร็วขึ้นอีกด้วย

ผู้วิจัยเห็นว่าระบบการตรวจข้อสอบนี้เป็นการพัฒนาประยุกต์ใช้เครื่องสแกนเนอร์ให้มีประโยชน์มากขึ้น การวิเคราะห์ข้อสอบสามารถทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ซึ่งหมายถึงการพัฒนาคุณภาพข้อสอบสามารถทำได้สะดวกขึ้นและรวดเร็วขึ้นเช่นกัน หากมีการพัฒนาคุณภาพข้อสอบจะส่งผลถึงการพัฒนาการวัดผล หากมีการพัฒนาการวัดผล ก็จะส่งผลสู่การพัฒนาการศึกษาและการพัฒนาบุคลากรของชาติในลำดับต่อไป

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการวิจัยนี้ทำให้ได้ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการสอบ โดยการสร้างกระดาษคำตอบเพื่อให้ผู้สอบทำการเลือกตอบ แล้วนำกระดาษคำตอบนั้นมาตรวจข้อสอบด้วยเครื่องสแกนเนอร์และโปรแกรมตรวจข้อสอบ ซึ่งหลังจากตรวจข้อสอบเสร็จสิ้น ผู้ใช้สามารถพิมพ์รายงานผลการตรวจข้อสอบทางเครื่องพิมพ์ได้ ในรายงานผลการตรวจข้อสอบนอกจากจะแสดงคะแนนสอบของผู้สอบแล้ว ยังได้แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเพื่อให้ผู้สอนได้นำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาข้อสอบ หรือพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

เพื่อการใช้งานระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพโดยสมบูรณ์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้งานดังนี้

1. เครื่องสแกนเนอร์ที่ใช้ควรเลือกเครื่องที่มีประสิทธิภาพดีทั้งทางด้านความเร็วในการอ่านและส่งข้อมูลภาพ และควรอ่านภาพขาวดำ ที่ความละเอียด 72 dpi ได้ชัดเจน

2. การวางกระดาษคำตอบบนเครื่องสแกนเนอร์ ผิวหน้าของกระดาษคำตอบควรสัมผัสกับหน้าจอสแกนโดยสนิทและเสมอกันทั้งแผ่น เพื่อให้ภาพกระดาษคำตอบที่จะได้จากการสแกนมีความเข้มของภาพเท่ากันทั้งภาพ

3. ผู้ใช้สามารถใช้คุณสมบัติการสแกนภาพผ่านถาดป้อนกระดาษอัตโนมัติได้ โดยสแกนภาพกระดาษคำตอบโดยใช้โปรแกรมควบคุมการสแกนที่ได้มาพร้อมเครื่องสแกนเนอร์ ซึ่งจะได้เป็นไฟล์ภาพกระดาษคำตอบ จากนั้นจึงนำไฟล์ภาพกระดาษคำตอบที่ได้ในแต่ละไฟล์เข้าตรวจใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมตรวจข้อสอบ ทั้งนี้ภาพที่ได้จากการสแกนผ่านถาดป้อนกระดาษอัตโนมัตินั้น ต้องมีความละเอียด ชัดเจน รักษาอัตราส่วนของภาพได้ถูกต้อง และมีความเข้มของภาพเท่ากันทั้งภาพด้วย

4. การสร้างกระดาษคำตอบควรใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์เพื่อความคมชัด หรืออาจใช้เครื่องถ่ายเอกสารที่มีความคมชัดได้

5. เนื่องจากการวิเคราะห์การระบายใช้วิธีการอ่านจำนวนจุดสีดำในส่วนการระบายของภาพที่สแกน ดังนั้นในส่วนการระบายจึงควรสะอาดไม่ควรมีรอยเปื้อนสีดำใดๆ ซึ่งอาจส่งผลต่อการวิเคราะห์ภาพได้

6. เพื่อความสะดวกของผู้สอบ ถ้าใช้ดินสอ ควรใช้ดินสอ 4B ขึ้นไปในการระบายคำตอบ เนื่องจากในการใช้ดินสอ 2B ในบางครั้งระดับความเข้มของดินสออาจไม่ถึง 2B ซึ่งจะส่งผลให้สแกนเนอร์คำนวณระดับสีเป็นสีขาว

7. ในการตรวจข้อสอบครั้งละมากๆ ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องตรวจต่อเนื่องให้เสร็จภายในครั้งเดียว สามารถตรวจเพียงบางส่วนแล้วบันทึกเป็นไฟล์การตรวจ แล้วมาเรียกใช้ไฟล์การตรวจนี้ในภายหลังเพื่อตรวจข้อสอบต่อได้

8. เนื่องการในการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัตินี้เป็นการวิจัยและพัฒนาบนระบบปฏิบัติการ Windows 98 ดังนั้น จึงผู้ใช้จึงควรใช้ระบบปฏิบัติการนี้

9. ในการบันทึกผลการตรวจข้อสอบ ควรสร้างโฟลเดอร์เฉพาะเพื่อเก็บไฟล์ผลการตรวจ ไฟล์ฐานข้อมูลรายวิชา และไฟล์ฐานข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษาให้อยู่ในที่เดียวกัน

10. นอกจากข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบแล้ว ระบบนี้สามารถใช้ตรวจข้อสอบปรนัยแบบถูกผิด และแบบจับคู่ได้ เช่น ในข้อสอบแบบถูกผิดอาจกำหนดให้ตัวเลือก “1” หมายถึงเลือกตอบถูก ตัวเลือก “2” หมายถึงเลือกตอบผิด หรือในข้อสอบแบบจับคู่อาจกำหนดคำตอบหรือคู่ที่จะถูกจับด้วยให้มีไม่เกิน 5 ข้อ แล้วหากเห็นว่าข้อใดตรงกับคู่ที่จะถูกเลือกนี้ ก็ให้ระบายคำตอบลงในกระดาษคำตอบ เป็นต้น

11. เมื่อตรวจข้อสอบเสร็จสิ้นควรใช้ผลการตรวจข้อสอบและผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อการปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้นเสมอ

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

ดังที่กล่าวในตอนต้นว่าในการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติให้สมบูรณ์ในทุกๆ ส่วนอย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาเฉพาะในหลายด้าน รวมถึงต้องใช้ทุน ระยะเวลา และบุคลากรที่มีความรู้เฉพาะด้านมากมาย ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นการพัฒนาต้นแบบระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติทั้งระบบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าหากมีการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัตินี้เพิ่มเติม จะทำให้ระบบนี้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์กับผู้ใช้มากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ศึกษาความเหมาะสมของกระดาษคำตอบระหว่างผู้สอบกับโปรแกรมตรวจข้อสอบ เช่น ความเหมาะสมด้านวัสดุเนื้อกระดาษ ความเข้มหรือสีที่ใช้ระบุตำแหน่งการระบาย การวางตำแหน่งระบาย ลักษณะของจุดอ้างอิงตำแหน่งภาพ ขนาดและตำแหน่งช่องระบาย ระยะห่างของช่องระบาย วัสดุระบายที่เหมาะสมกับกระดาษคำตอบ วิธีการผลิตกระดาษคำตอบที่เหมาะสม เป็นต้น

2. ศึกษาความเหมาะสมของรูปแบบการติดต่อกับผู้ใช้ของโปรแกรม เช่น การจัดวางตำแหน่งปุ่มหรือส่วนแสดงผล ความเหมาะสมของการแสดงผลข้อมูลการตรวจที่ให้ผู้ใช้มองเห็นขณะตรวจ เป็นต้น

3. ศึกษาความต้องการผลการตรวจข้อสอบของ ครู อาจารย์ ว่าต้องการข้อมูลจากผลการสอบอะไรบ้างหลังการสอบ เพื่อการวางแผนปรับปรุงการสอน รวมถึงการพัฒนาคุณภาพการสอบ

4. พัฒนาความสามารถในการควบคุมการอ่านและตรวจกระดาษคำตอบจากถาดป้อนกระดาษอัตโนมัติของเครื่องสแกนเนอร์ ซึ่งการพัฒนาในส่วนนี้ อาจเป็นการเพิ่มความสะดวกและความเร็วในการตรวจข้อสอบได้

5. เพื่อการควบคุมเครื่องสแกนเนอร์เฉพาะในแต่ละรุ่นให้ได้อย่างสมบูรณ์อาจติดต่อขอคำสั่งในการควบคุมเครื่องสแกนเนอร์จากผู้ผลิตเครื่องสแกนเนอร์ในรุ่นนั้นๆ โดยตรง

6. พัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ข้อสอบของโปรแกรมให้สามารถนำผลการสอบที่ได้มาใช้วิเคราะห์หรือประมวลผลข้อสอบในลักษณะต่างๆ ได้มากขึ้น เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น การตัดเกรด การวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูล การแสดงผลในรูปแบบกราฟ การแสดงการเตือนให้ผู้ใช้ทราบถึงข้อสอบที่ควรปรับปรุง เป็นต้น

7. พัฒนาความสามารถในการให้คะแนน สามารถกำหนดรูปแบบการให้คะแนนได้หลายรูปแบบ เช่น คำถามในบางข้ออาจต้องตอบ 2 ตัวเลือกจึงให้คะแนน หรือการกำหนดระดับคะแนนการตอบในแต่ละตัวเลือก รวมถึงการปรับเปลี่ยนระดับคะแนนการตอบในแต่ละตัวเลือกเป็นรายข้อได้เป็นต้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพัฒนาให้สามารถอ่านคำตอบและวิเคราะห์การตอบจากแบบสอบถามได้

8. ความสามารถในการจัดทำรายงาน เช่น จัดทำรายงานให้สวยงามขึ้นหรือมีรูปแบบการจัดทำรายงานให้ผู้ใช้เลือกได้ เป็นต้น

9. นำเอาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นมาไปใช้ในการศึกษาวิจัย เช่น การศึกษาลักษณะคุณภาพข้อสอบรายข้อที่ใช้ในการวัดผลนักเรียนนักศึกษาในปัจจุบัน ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนการสอนว่านักศึกษาส่วนใหญ่ไม่เข้าใจในเรื่องอะไร ทำข้อสอบข้อใดไม่ได้บ้าง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กมลมาศ กำจรกิจการ. 2543. **คู่มือ Borland Delphi 5 ฉบับสมบูรณ์.** กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น.

กฤษณะ ชินสาร. 2540. "ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2544. **การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซี เค แอนด์ เอส โฟโต้สตูดิโอ.

กองบรรณาธิการไมโครคอมพิวเตอร์ยูสเซอร์. 2544. "Peripheral Buyer Guide : Scanner เทคโนโลยีและการเลือกซื้อ." **ไมโครคอมพิวเตอร์ยูสเซอร์.** 8(86) : 108-117.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2541. **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : เทพเนรมิตร.

ทักษิณา สวนานนท์. 2536. **พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ไฮเทค พรินติ้ง.

ธีรพงศ์ บุญก่อเกื้อ และพรชัยยศ ลีเลิศวงศ์สกุล. 2541. "ระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ." ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นุกูล กระจาย. 2542. **การเขียนโปรแกรมแบบวิชวลด้วย Delphi 4.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ประคอง กรรณสูต. 2529. **สถิติเพื่อการวิจัย คำนวณด้วยภาษา BASIC.** ปทุมธานี : ศูนย์หนังสือ ดร. ศรีสง่า.

ประพนธ์ อัศวภาณุวัฒน์. 2543. **Delphi Episode II เทคนิคและการพัฒนาโปรแกรมด้วยเดลไฟ.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

พรชัยยศ ศรีปัญญาพงศ์. 2542. "เครื่องตรวจข้อสอบด้วยแสงอินฟราเรดแบบทะลุผ่าน." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พลสวรรค์ มณีเสาวนพ และภัสราวรินทร์ ทรัพย์ทวีสุข. 2539. "ระบบตรวจข้อสอบโดยวิธีเปรียบเทียบข้อมูลภาพ." ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ไพศาล หวังวานิช. 2526. **การวัดผลการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิมุติ วสะหลาย. 2542. **กลเม็ดเคล็ดลับ Borland Delphi 4.** กรุงเทพฯ : คอมกราฟ.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543. **กระดาษคำตอบคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : งานบริการวิชาการและวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สานนท์ เจริญฉาย. 2533. **โปรแกรมประยุกต์ ด้านการศึกษา(ภาษา BASIC).** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สุรัตน์ เลิศล้ำ. 2536. **เรียนการเขียนโปรแกรมกราฟิกด้วยเทอร์โบปาสคาล เวอร์ชัน 6.0.** กรุงเทพฯ : ครีเอทีฟเทรดดิ้ง แอนด์ เซอร์วิสเซส.

อำนวย เลิศชยันตี. 2539. **สถิตินอนพาราเมตริก.** กรุงเทพฯ : ศิลปสนองการพิมพ์.

อุทุมพร จามรมาน. ม.ป.ท. **ข้อสอบ : การสร้างและการพัฒนา เล่มที่ 11.** กรุงเทพฯ : ฟันนี่พับลิชชิ่ง.

Ballantyne, C. 2543. **Multiple Choice Test.** [Online]. Available : http://cleo.murdoch. edu.au /evaluation/pub/mcq/mctests.htm.

D'Alleyrand, M.R. 1989. **Image Storage and Retrieval System : A New Approach to Records Managemant.** New York : McGraw-Hill.

Efg's Computer Lab. 1998. **Manipulating Pixels with Delphi's Scanline Property.** [Online]. Available : http:\\www.efg2.com\lab\ImageProcessing\Scanline.htm.

Gottfried, B.S. 2538. **ทฤษฎีและตัวอย่างโจทย์การเขียนโปรแกรมด้วยปาสคาล.** แปลจาก **Theory and Ploblems of Programming With Pascal 2/ed.** โดย วีระ บุญจริง. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล อินเตอร์เนชั่นแนล เอ็นเตอร์ไพรส์.

Hearn, D. and Baker, P.M. 1986. **Computer Graphic.** USA : Prentice-Hall International.

Hubbard , J. 2541. **ทฤษฎีและตัวอย่างโจทย์การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C++.** แปลและเรียบเรียงจาก **Schaum's Outline Series ; Theory and Problems of Programming With C++.** โดย เบญจพร ศักดิ์ศิริ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล อินเตอร์เนชั่นแนล เอ็นเตอร์ไพรส์.

TWAIN Working Group. 1998. **TWAIN Specification Version 1.8.** [Online] : http://www.twain.org/MLM/KB/TW183Spc.pdf.

White, R. 2538. **คอมพิวเตอร์ทำงานอย่างไร.** แปลจาก **How Computer Work.** โดย วิโรจน์ อัศวรังสี และพุทธพร แสงรัตนเดช. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก กระดาษคำตอบสำหรับระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

ภาคผนวก ข ขั้นตอนการตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

กระดาษคำตอบสำหรับระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาคการศึกษาที่ 2/2544

วิชา..... รหัสวิชา.....

รหัสนักศึกษา.....ชื่อ.....สกุล.....

สาขาวิชา.....ห้อง..... กลุ่ม .....วันที่สอบ.....สถานที่สอบ.....

รหัสประจำตัวผู้สอบ

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

รหัสวิชาสอบ

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

ข้อควรระวัง * ควรระบายวงกลมที่ต้องการให้เต็มวง ดังตัวอย่าง และหากขีดเขียนนอกวงกลมที่ต้องการจะไม่ตรวจในข้อนั้น

ตัวอย่าง : [ถูก ●] [ผิด ◇ ⊘ ⊗ ◐]

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

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดพื้นฐานการใช้งานโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

ในการใช้งานระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติโดยสมบูรณ์ อย่างน้อยควรมีอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ ดังต่อไปนี้

อุปกรณ์

- ชุดคอมพิวเตอร์ ที่มีความเร็วในการประมวลผล 200 MHz ขึ้นไป
- หน่วยความจำ 32 MB ขึ้นไป
- เครื่องพิมพ์ Laser Printer ความละเอียด 300 dpi ขึ้นไป
- เครื่องสแกนเนอร์ที่สามารถสแกนภาพ ขาวดำ ความละเอียด 72 dpi ได้ชัดเจน

ซอฟต์แวร์

- ระบบปฏิบัติการ Windows 97 ขึ้นไป
- โปรแกรม Microsoft Office 97

ขั้นตอนการตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

การตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ จะใช้องค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ กระดาษคำตอบ และโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ดังนั้นขั้นตอนการตรวจจะเริ่มจากการติดตั้งโปรแกรมตรวจข้อสอบ การเตรียมกระดาษคำตอบ จากนั้นจึงมาสู่ขั้นตอนการตรวจ และการสรุปผลการตรวจ ตามลำดับ โดยขั้นตอนต่างๆ มีดังนี้

1. ติดตั้งโปรแกรมตรวจข้อสอบ
2. เตรียมเฉลยข้อสอบและกระดาษคำตอบ
3. เตรียมข้อมูลรหัสวิชาและข้อมูลนักศึกษา
4. เปิดโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ
5. กำหนดลักษณะการอ่านกระดาษคำตอบ
6. อ่านเฉลยคำตอบ
7. อ่านและตรวจกระดาษคำตอบ
8. บันทึกผลการตรวจคำตอบลงในใบคะแนน
9. สรุปผลการตรวจ
10. บันทึกผลการตรวจ
11. จัดทำรายงานผลการตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

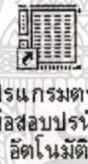
1. การติดตั้งโปรแกรมตรวจข้อสอบ

การติดตั้งโปรแกรมตรวจข้อสอบทำได้โดยการเรียกใช้โปรแกรมติดตั้งโปรแกรมตรวจข้อสอบ ดังรูปที่ 6.1 แล้วทำตามขั้นตอนที่โปรแกรมติดตั้งแนะนำ

รูปที่ 6.1 ลักษณะไอคอนโปรแกรมติดตั้งโปรแกรมตรวจข้อสอบ

เมื่อติดตั้งโปรแกรมตรวจข้อสอบเสร็จสิ้น ผู้ใช้จะสามารถเรียกใช้โปรแกรมได้ทั้งจากเมนู "เริ่ม-Start" หรือ เรียกจากไอคอนของโปรแกรมตรวจข้อสอบบน desktop ก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 6.2 และ 6.3 ตามลำดับ

รูปที่ 6.2 ลักษณะเมนูโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ในเมนู "เริ่ม-Start"



รูปที่ 6.3 ลักษณะไอคอนโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

เมื่อไม่ต้องการใช้โปรแกรมอีกและต้องการลบโปรแกรมออกจากคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้สามารถเรียกโปรแกรมยกเลิกการติดตั้งจากเมนู "เอาโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติออก" ได้

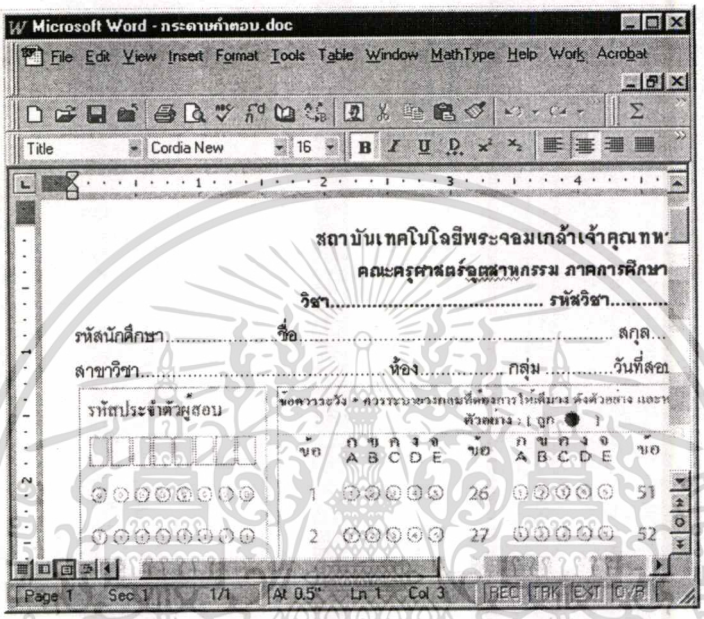
2. การเตรียมเฉลยข้อสอบและกระดาษคำตอบ

เพื่อการเตรียมกระดาษคำตอบผู้ใช้จะต้องมีโปรแกรม Microsoft Word 97 ติดตั้งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้สามารถเตรียมกระดาษคำตอบโดยการเรียกใช้เมนู "เตรียมกระดาษคำตอบ" จากเมนูได้ ดังรูปที่ 6.4

รูปที่ 6.4 ลักษณะเมนูเตรียมกระดาษคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเรียกใช้ เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการเปิดโปรแกรม Microsoft word 97 ขึ้นมาพร้อมกับเปิดเอกสารกระดาษคำตอบ ดังรูปที่ 6.5 ผู้ใช้สามารถพิมพ์แก้ไขข้อความหัวกระดาษให้เป็นข้อความหรือรูปแบบที่ต้องการได้ ในส่วนการระบายจะเป็นรูปภาพผู้ใช้จะเห็นเป็นวัตถุรูปภาพ การเปลี่ยนแปลงขนาดของภาพส่วนการระบายนี้ อาจทำให้โปรแกรมไม่สามารถ อ่านคำตอบได้ถูกต้อง



รูปที่ 6.5 ลักษณะเอกสารกระดาษคำตอบในโปรแกรม Microsoft Word 97

เมื่อปรับข้อความบนหัวกระดาษคำตอบ เป็นที่พอใจผู้ใช้ก็อาจบันทึกเก็บเป็นไฟล์เพื่อใช้ในครั้งต่อไป หรือพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์เลเซอร์ เพื่อทำกระดาษคำตอบออกมาใช้ในการสอบ และควรตรวจความสมบูรณ์ของกระดาษคำตอบก่อนนำไปใช้จริงด้วย

ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัตินี้ จะใช้กระดาษคำตอบใน 2 ลักษณะคือเป็นคำเฉลยและเป็นกระดาษคำตอบ เฉลยคำตอบจะเป็นส่วนที่ให้ผู้ตรวจทำการระบายรหัสวิชา และคำเฉลยลงไป ส่วนกระดาษคำตอบที่ผู้สอบได้ทำการระบายไปแล้ว ขณะก่อนการตรวจข้อสอบควรตรวจความสมบูรณ์ของกระดาษคำตอบด้วยสายตาคร่าวๆ ก่อน ว่ามีความสมบูรณ์พร้อมตรวจหรือไม่ เช่น การขีดเขียนหรือการระบายนอกพื้นที่ที่กำหนด รอยยับหรือรอยพับ และคราบสกปรกอื่นๆ ด้วยหรือไม่ เป็นต้น

3. การเตรียมข้อมูลรหัสวิชาและข้อมูลนักศึกษา

ข้อมูลจากการวิเคราะห์กระดาษคำตอบ โปรแกรมจะได้ข้อมูลเพียงกลุ่มตัวเลขรหัสวิชาและกลุ่มตัวเลขรหัสประจำตัวผู้สอบ ดังนั้นหากผู้ตรวจข้อสอบต้องการระบุความหมายของรหัส

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

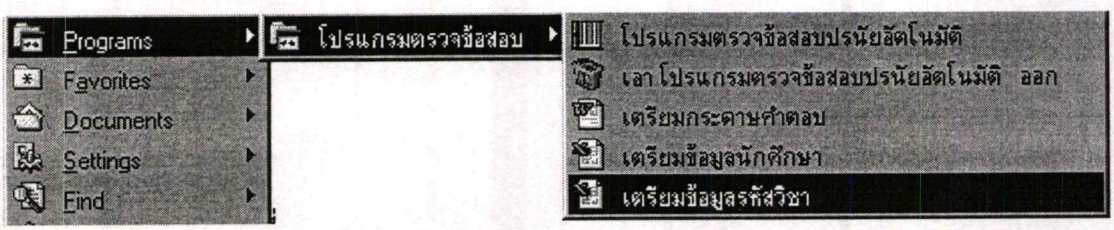
วิชาสอบ หรือรายละเอียดประจำตัวผู้สอบในแต่ละรหัส ผู้ตรวจจำเป็นต้องเตรียมข้อมูลวิชา และข้อมูลนักศึกษาให้กับโปรแกรมตรวจข้อสอบ เพื่อให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ได้ว่ารหัสวิชาที่อ่านได้เป็นวิชาอะไร หรือรหัสประจำตัวผู้สอบที่อ่านได้มีชื่ออะไร ห้องอะไร ชั้นปีและสาขาวิชาอะไร โดยข้อมูลเหล่านี้อาจอยู่ในระบบฐานข้อมูลของสถานศึกษาอยู่แล้ว ซึ่งผู้ใช้สามารถเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลมาใช้ร่วมกับโปรแกรมตรวจข้อสอบนี้ได้เช่นกัน

เพื่อความยืดหยุ่นในการใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลต่างๆ จึงกำหนดให้โปรแกรมตรวจข้อสอบสามารถติดต่อกับข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบเท็กซ์ไฟล์ หรือไฟล์ตัวอักษร โดยโปรแกรมใช้วิธีวิเคราะห์อักขระในการแบ่งข้อมูลในแต่ละส่วน โดยอักขระขึ้นบรรทัดใหม่หมายถึงการแบ่งข้อมูลของแต่ละคนหรือแต่ละวิชา และอักขระแท็บหมายถึงการแบ่งรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละคนหรือวิชาในบรรทัดนั้นๆ ซึ่งโปรแกรมฐานข้อมูลส่วนใหญ่จะมีฟังก์ชันการเปลี่ยนข้อมูลในฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปเท็กซ์ไฟล์เสมอ

เพื่อการเรียกใช้ข้อมูลร่วมกันได้อย่างถูกต้องจึงกำหนดรูปแบบของโครงสร้างฐานข้อมูล โดยฐานข้อมูลวิชาจะต้องประกอบด้วยฟิลด์รหัสวิชาและฟิลด์ชื่อวิชาเรียงตามลำดับ ส่วนฐานข้อมูลนักศึกษาจะต้องประกอบด้วยฟิลด์รหัสนักศึกษา ฟิลด์ชื่อนักศึกษา ฟิลด์นามสกุล ฟิลด์ชั้นปี/ห้อง และฟิลด์สาขาวิชา เรียงตามลำดับ ชื่อแต่ฟิลด์ไม่จำเป็นต้องตรงกับที่ระบุไว้แต่ลำดับของแต่ละฟิลด์จะต้องตรงกันเสมอ วิธีการเปลี่ยนรูปแบบฐานข้อมูลนั้น ผู้ใช้อาจศึกษาได้จากคู่มือการใช้โปรแกรมฐานข้อมูลนั้นๆ

ในบางกรณีที่ไม่ต้องการใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล แต่ผู้ใช้ต้องการเตรียมข้อมูลรหัสวิชาและข้อมูลนักศึกษาเอง เพื่อความสะดวกในจึงได้ออกแบบการเตรียมข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยเลือกเมนูเตรียมข้อมูลนักศึกษา และเมนูเตรียมข้อมูลรหัสวิชาจาก ดังรูปที่ 6.6 และ 6.7 ตามลำดับ

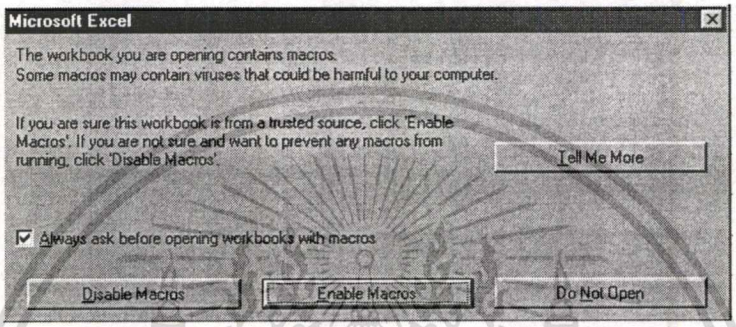
รูปที่ 6.6 ลักษณะเมนูเตรียมข้อมูลนักศึกษา



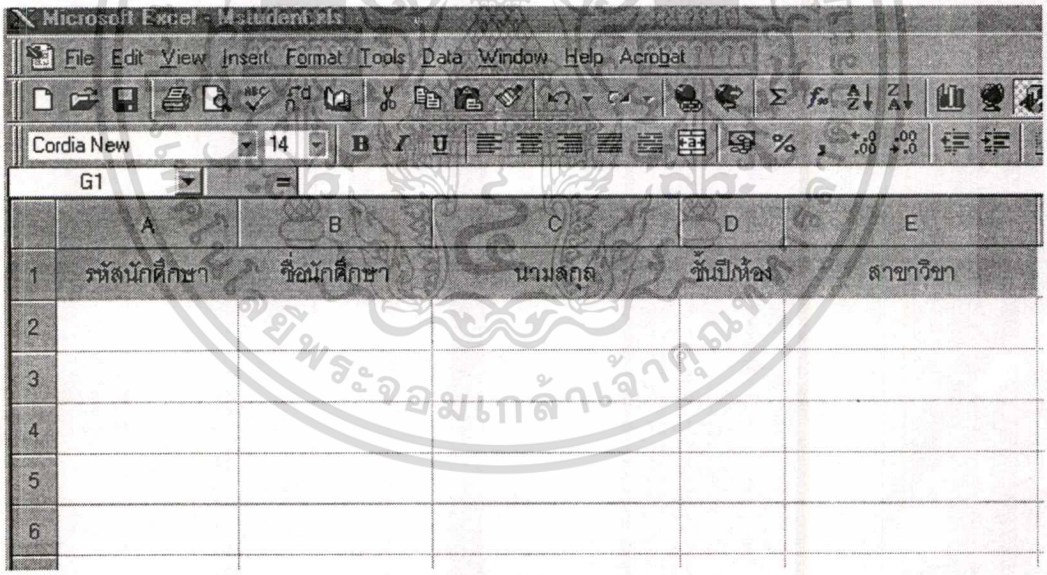
รูปที่ 6.7 ลักษณะเมนูเตรียมข้อมูลรหัสวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเรียกใช้เมนูเตรียมข้อมูล คอมพิวเตอร์จะทำการเปิดโปรแกรม Microsoft Excel และทำการเปิดไฟล์เตรียมข้อมูลดังที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นไฟล์ที่ชื่อ Mstudent.xls หรือ Msubject.xls ก็ได้โดยแต่ละไฟล์หมายถึงไฟล์แบบกรอกข้อมูลนักศึกษา และไฟล์แบบกรอกข้อมูลรหัสวิชาตามลำดับนั้นเอง โดยเมื่อเปิดไฟล์แล้วจะมีลักษณะบนจอภาพดังรูปที่ 6.9 และ 6.10 แต่ในบางครั้งโปรแกรม Microsoft Excel จะเตือนว่าฟังก์ชั่นพิเศษอาจเป็นไวรัส และถามผู้ใช้ว่าต้องการใช้ฟังก์ชันพิเศษที่เรียกว่า Marco หรือไม่ ดังรูปที่ 6.8 ตรงนี้ให้ผู้ใช้เลือกตอบโดยกดปุ่ม Enable Marcos



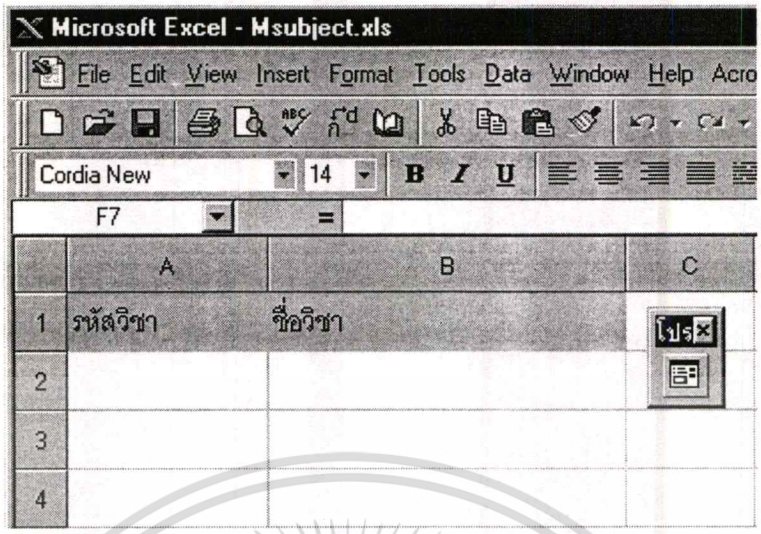
รูปที่ 6.8 ลักษณะการแจ้งเตือนการใช้ Macro



รูปที่ 6.9 ลักษณะแบบกรอกข้อมูลนักศึกษาในโปรแกรม Microsoft Excel

แบบกรอกข้อมูลนักศึกษามีจำนวน 5 คอลัมน์ ประกอบด้วย รหัสนักศึกษา ชื่อนักศึกษา นามสกุล ชั้นปี/ห้อง และสาขาวิชาตามลำดับ ในแต่ละแถวหมายถึงข้อมูลของนักศึกษาแต่ละคน และในแต่ละคนสามารถบันทึกรายละเอียดต่างๆ ได้ตามแต่ละคอลัมน์ ส่วนที่ควรระวังคือส่วนของรหัสนักศึกษา เนื่องจากใช้เป็นรหัสอ้างอิงกับรหัสที่จะวิเคราะห์ได้จากกระดาษคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.10 ลักษณะแบบกรอกข้อมูลรหัสวิชาในโปรแกรม Microsoft Excel

แบบกรอกข้อมูลรหัสวิชามีจำนวน 2 คอลัมน์ ประกอบด้วย รหัสวิชา และชื่อวิชา โปรแกรมตรวจข้อสอบจะใช้ผลรหัสวิชาที่ได้จากการวิเคราะห์กระดาษคำตอบ อ้างอิงรายชื่อวิชาสอบ โดยใช้ข้อมูลจากในคอลัมน์รหัสวิชา

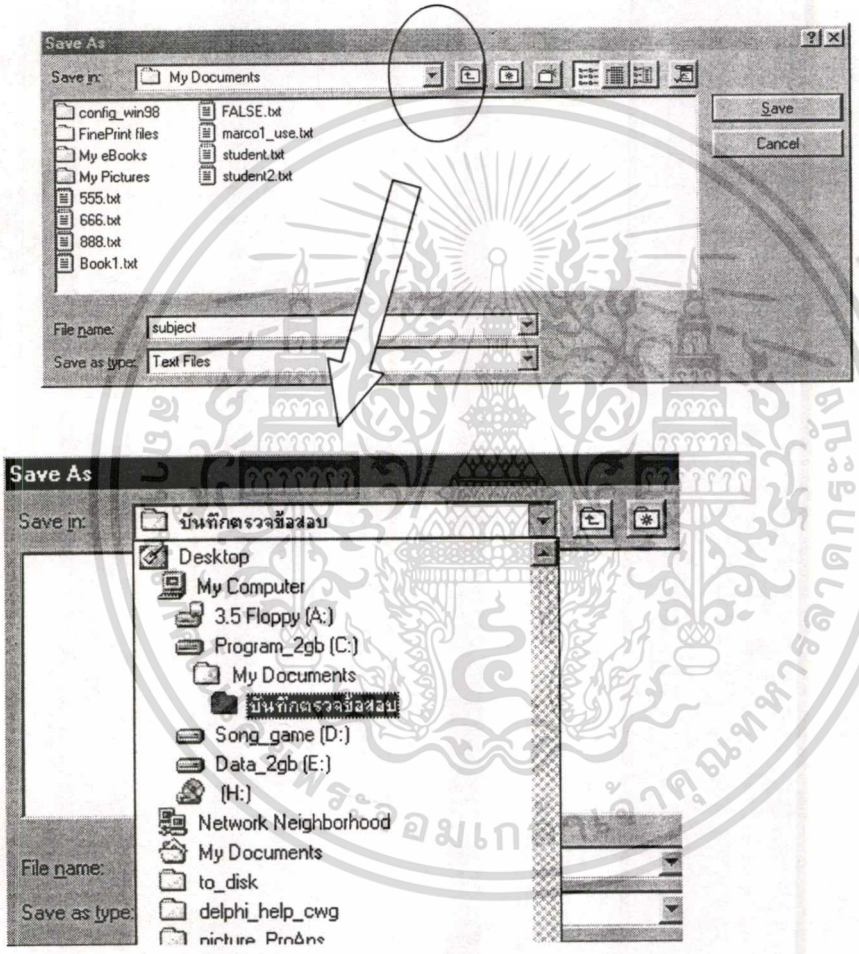
เมื่อป้อนข้อมูลนักศึกษาหรือรหัสวิชาเสร็จสิ้นแล้ว ให้ผู้ใช้กดปุ่ม "บันทึกสู่โปรแกรมตรวจข้อสอบ" ดังรูปที่ 6.11 เพื่อทำการบันทึกไฟล์และเปลี่ยนแปลงรูปแบบให้เป็นเท็กซ์ไฟล์เพื่อการตรวจข้อสอบ

รูปที่ 6.11 ลักษณะปุ่มบันทึกสู่โปรแกรมตรวจข้อสอบ

เนื่องจากไฟล์ฐานข้อมูลที่จะทำการบันทึกนั้น ได้กำหนดให้ใช้ชื่อไฟล์ student.txt สำหรับข้อมูลนักศึกษา และ subject.txt สำหรับข้อมูลรหัสวิชา ซึ่งในการตรวจข้อสอบบางครั้งอาจมีข้อมูลนักศึกษาและรหัสวิชาไม่เหมือนกัน ดังนั้นโปรแกรมตรวจข้อสอบนี้จึงถูกกำหนดให้ทำอ่านข้อมูลจากไฟล์ที่อยู่ในโฟลเดอร์เดียวกันกับไฟล์ที่ทำการบันทึกไฟล์ผลการตรวจ เพื่อความเป็นระเบียบในการบันทึกไฟล์ผลการสอบ ผู้ใช้ควรสร้างโฟลเดอร์สำหรับการบันทึกไฟล์ผลการตรวจในแต่ละครั้งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

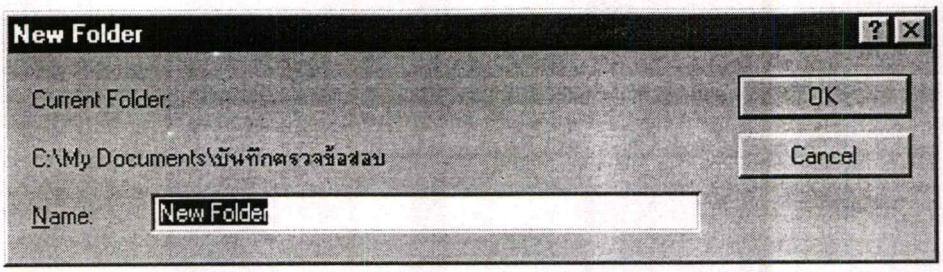
ดังนั้นในการบันทึกไฟล์ข้อมูลนักศึกษาหรือข้อมูลรหัสวิชาผู้ตรวจอาจสร้างโฟลเดอร์บันทึกการตรวจไปพร้อมกันโดยกดปุ่มบันทึกสู่โปรแกรมตรวจข้อสอบ ซึ่งจะแสดงหน้าต่างดังรูปที่ 6.12 (บน) จะสังเกตเห็นว่าโปรแกรมจะทำการกำหนดชื่อไฟล์ให้แล้วดังนั้นผู้ตรวจไม่ควรแก้ไขชื่อไฟล์ แต่อาจเลือกเปลี่ยนสถานที่เก็บไฟล์ ดังรูปที่ 6.12 (ล่าง) แล้วจึงกดปุ่ม Create New Folder ดังรูปที่ 6.13 จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 6.14 ให้พิมพ์ชื่อโฟลเดอร์ที่ต้องการลงไปแล้วกดปุ่ม OK ซึ่งจะพบชื่อโฟลเดอร์ที่สร้างขึ้นใหม่ จากนั้นให้ผู้ใช้เปิดโฟลเดอร์โดยการนำเมาส์ไปชี้ที่โฟลเดอร์ที่สร้างใหม่แล้วคลิกเมาส์รัวติดกัน 2 ครั้ง จากนั้นให้กดปุ่ม save เพื่อทำการบันทึก



รูปที่ 6.12 ลักษณะหน้าต่างบันทึกไฟล์และการเลือกสถานที่เก็บไฟล์

รูปที่ 6.13 ลักษณะปุ่ม Create New Folder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



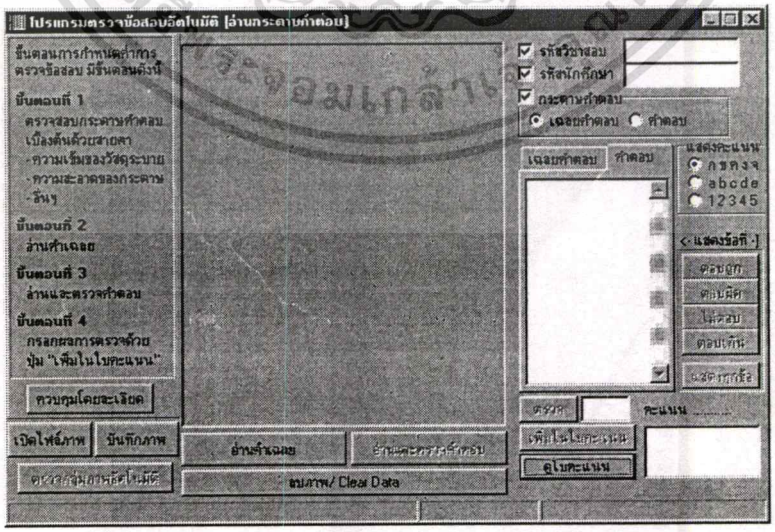
รูปที่ 6.14 ลักษณะต่างหน้าระบุชื่อโฟลเดอร์ที่ต้องการสร้าง

4. การเปิดโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

การเปิดโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ควรเริ่มจากการเปิดเครื่องสแกนเนอร์ก่อน และควรมีการติดตั้งเครื่องสแกนเนอร์ในเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ก่อนหน้านี้แล้ว วิธีการติดตั้งเครื่องสแกนเนอร์นั้นจะแสดงในคู่มือการติดตั้งที่แถมมากับเครื่องสแกนเนอร์ของแต่ละรุ่นแต่ละยี่ห้อ เมื่อเปิดเครื่องสแกนเนอร์แล้ว จากนั้นจึงเปิดโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

เมื่อเปิดโปรแกรมตรวจข้อสอบ จอภาพจะทำการแสดงหน้าต่างใบคะแนน จากนั้นให้เลือกเมนูคำสั่งอ่านกระดาษคำตอบทางด้านบน ดังรูปที่ 6.15 จากนั้นจะเกิดหน้าต่างอ่านกระดาษคำตอบสำหรับการอ่านและตรวจข้อสอบในขั้นต่อไป ดังรูปที่ 6.16

รูปที่ 6.15 ลักษณะเมนูคำสั่งอ่านกระดาษคำตอบ



รูปที่ 6.16 ลักษณะหน้าต่างอ่านกระดาษคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

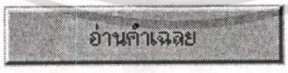
5. กำหนดลักษณะการอ่านกระดาษคำตอบ

เมื่อหน้าต่างอ่านกระดาษคำตอบแสดงขึ้นมา ในขั้นแรกผู้ตรวจอาจจะระบุตำแหน่งการวิเคราะห์ภาพ ว่าจะให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ภาพกระดาษคำตอบในส่วนนั้นๆ หรือไม่ โดยสามารถกำหนดได้ 3 ส่วน คือ รหัสวิชา รหัสนักศึกษา และส่วนระบายคำตอบ รวมไปถึงกำหนดรูปแบบการแสดงผลของประเภทตัวเลือก ซึ่งมี 3 รูปแบบ คือ ก ข ค ง จ, a b c d e และ 1 2 3 4 5 โดยกำหนดในตัวเลือก บริเวณด้านขวามือดังรูปที่ 6.17 ในส่วนแสดงคะแนนผู้ตรวจสามารถกำหนดหรือปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลในภายหลังอีกได้

รูปที่ 6.17 ลักษณะตัวเลือกการกำหนดลักษณะการอ่านกระดาษคำตอบ

6. อ่านคำเฉลย

การทำเฉลยคำตอบ ให้ผู้ตรวจทำการระบายคำตอบที่ถูกต้องลงในกระดาษคำตอบ หากระบายรหัสวิชาด้วยโปรแกรมจะอ่านรหัสวิชาด้วย ในส่วนของรหัสนักศึกษาไม่จำเป็นต้องระบาย เพราะโปรแกรมจะเข้าใจว่าเป็นเฉลยคำตอบ เมื่อระบายเฉลยข้อสอบเสร็จแล้วก็นำภาพวางบนจอสแกนของเครื่องสแกนเนอร์จากนั้นกดปุ่มอ่านคำเฉลย ดังรูปที่ 6.18 แล้วโปรแกรมจะทำการอ่านภาพจากเครื่องสแกนเนอร์แล้วทำการอ่านเฉลยคำตอบ



รูปที่ 6.18 ลักษณะปุ่มอ่านคำเฉลย

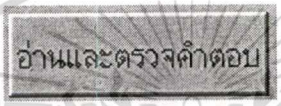
หากต้องการบันทึกภาพเฉลยคำตอบไว้ใช้ตรวจในครั้งต่อไปให้กดปุ่มบันทึกไฟล์ภาพ โปรแกรมจะทำการบันทึกภาพกระดาษคำตอบอยู่ในรูปแบบ Bitmap ไฟล์ ในกรณีเดียวกันหากต้องการอ่านภาพขึ้นมาอ่านให้กดปุ่มเปิดไฟล์ภาพเพื่ออ่านภาพและกดปุ่มอ่านคำเฉลยเพื่อทำการอ่านภาพเฉลยคำตอบ ลักษณะปุ่มเปิดไฟล์ภาพและปุ่มบันทึกไฟล์ภาพแสดงดังรูปที่ 6.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.19 ลักษณะปุ่มเปิดไฟล์ภาพและปุ่มบันทึกไฟล์ภาพ

6. อ่านและตรวจกระดาษคำตอบ

เมื่อโปรแกรมตรวจข้อสอบรู้คำตอบจากเฉลยคำตอบแล้ว ในขณะนี้โปรแกรมพร้อมที่จะทำการอ่านและตรวจกระดาษคำตอบ ในการอ่านกระดาษคำตอบทั้งจากเครื่องสแกนเนอร์ หรืออ่านจากไฟล์ภาพ จะมีวิธีการอ่านคล้ายกับอ่านเฉลยคำตอบ แต่จะใช้ปุ่มอ่านเฉลยคำตอบ ดังรูปที่ 6.20 เพื่อทำการสั่งให้อ่านและตรวจคำตอบ



รูปที่ 6.20 ลักษณะปุ่มอ่านและตรวจคำตอบ

เมื่ออ่านกระดาษคำตอบเสร็จสิ้นแล้วโปรแกรมจะแสดงผลการตรวจคำตอบและคะแนนรวม ดังรูปที่ 6.21

รูปที่ 6.21 ลักษณะการแสดงผลการตรวจข้อสอบ

นอกจากนี้โปรแกรมตรวจข้อสอบสามารถแสดงผลการตรวจในลักษณะอื่นๆ อีกได้ เช่น แสดงเฉพาะข้อที่ตอบถูก หรือเฉพาะข้อที่ตอบผิด หรือให้แสดงข้อที่ผู้ตอบเลือกตอบทุกข้อ เป็นต้น โดยกดปุ่มควบคุมที่อยู่ด้านขวาของส่วนแสดงผลการตรวจ

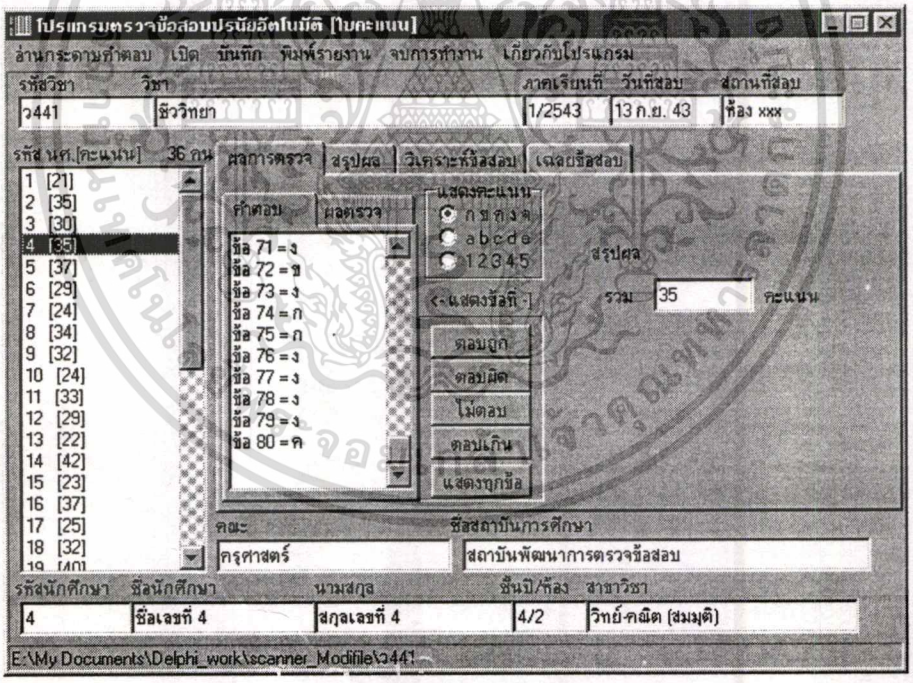
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การบันทึกผลการตรวจคำตอบลงในใบคะแนน

เมื่อได้ผลการตรวจแล้ว จากนั้นให้ทำการรวบรวมผลการตรวจโดยส่งผลการตรวจลงในใบคะแนน ด้วยการกดปุ่มเพิ่มในใบคะแนน ดังรูปที่ 6.22 ซึ่งจะแสดงรหัสนักศึกษาที่กรอกคะแนนแล้วทางด้านขวาของปุ่ม และแสดงจำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่กรอกคะแนนแล้วทางด้านล่าง

รูปที่ 6.22 ลักษณะส่วนบันทึกผลการตรวจคำตอบลงในใบคะแนน

เมื่อต้องการดูใบคะแนนหรือเปิดโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติในส่วนใบคะแนนดังรูปที่ 6.23 สามารถทำได้โดยการกดปุ่มดูใบคะแนน โดยสามารถกลับมาหน้าต่างอ่านกระดาษคำตอบเพื่อตรวจข้อสอบต่อได้โดยเลือกเมนูคำสั่ง อ่านกระดาษคำตอบ ทางด้านบน



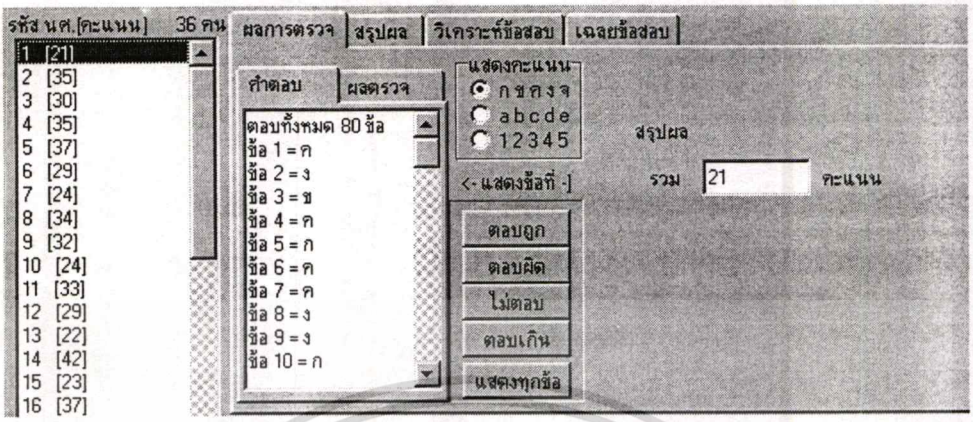
รูปที่ 6.23 ลักษณะโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติในส่วนใบคะแนน

9. การสรุปผลการตรวจ

เมื่อได้ผลการตรวจหมดทุกคนแล้วหากต้องการสรุปผลการตรวจสามารถดูได้ในส่วนโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติในส่วนใบคะแนน โดยในช่องรหัสนักศึกษาทางด้านซ้าย

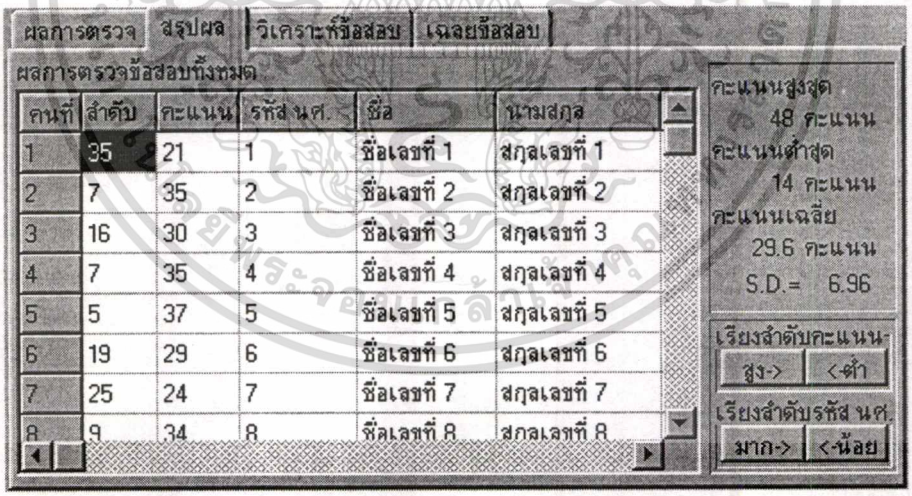
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแสดงรหัสนักศึกษาทุกคนพร้อมคะแนนสอบ หากต้องการดูผลการตรวจรายบุคคลเช่นเดียวกับขณะที่ตรวจจากอ่านกระดาษคำตอบอีกครั้งสามารถดูได้ที่ส่วนผลการตรวจ ดังรูปที่ 6.24



รูปที่ 6.24 ลักษณะการแสดงผลการตรวจข้อสอบรายบุคคล

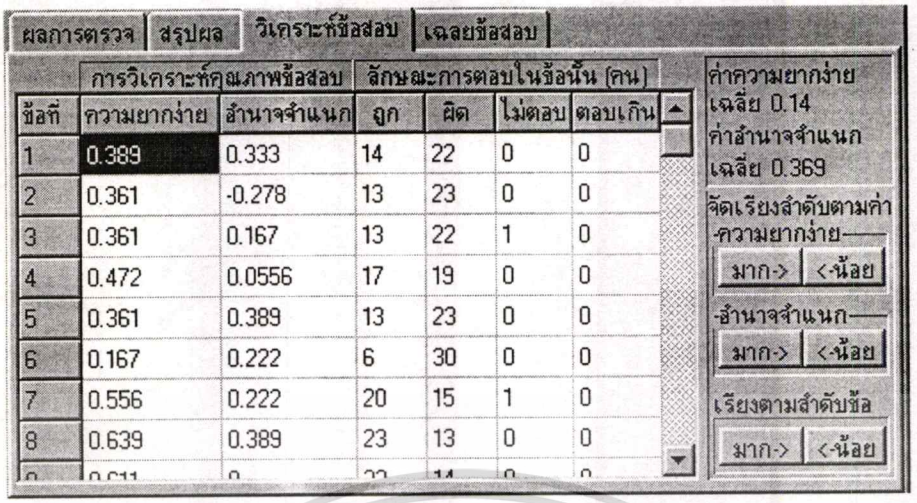
ในส่วนสรุปผลจะแสดงผลการตรวจในลักษณะรายกลุ่มโดยจะมีการจัดลำดับคะแนนมากน้อย แสดงคะแนนสูงสุด คะแนนต่ำสุด และคะแนนเฉลี่ย รวมถึงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วย นอกจากนี้ ในส่วนนี้ยังสามารถแสดงผลโดยเรียงตามลำดับคะแนนหรือเรียงตามลำดับรหัสนักศึกษาได้อีกด้วย ส่วนสรุปผลนี้แสดงดังรูปที่ 6.25



รูปที่ 6.25 ลักษณะการแสดงผลในส่วนสรุปผล

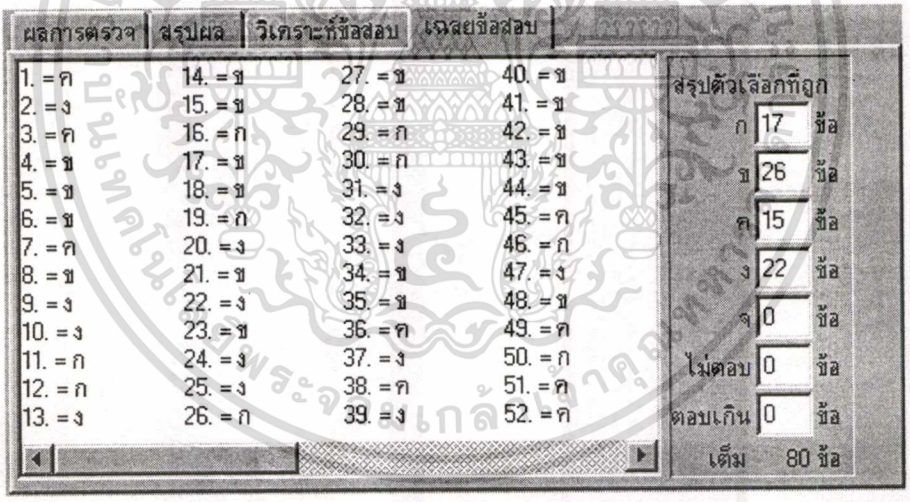
หากต้องการดูผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ สามารถดูได้ในส่วนวิเคราะห์ข้อสอบดังรูปที่ 6.26 ซึ่งจะแสดงค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามแต่ละข้อ รวมถึงแสดงจำนวนผู้ที่ตอบถูก ตอบผิด ไม่ตอบ และตอบเกินในข้อนั้นๆ นอกจากนี้สามารถจัดเรียงลำดับการแสดงผลตามค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกได้ โดยปุ่มควบคุมการเรียงลำดับทางด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.26 ลักษณะการแสดงผลในส่วนวิเคราะห์ข้อสอบ

ในส่วนเฉลยข้อสอบจะแสดงเฉลยคำตอบที่ใช้ในการตรวจข้อสอบครั้งนี้ อีกทั้งมีการสรุปจำนวนตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูก ดังรูปที่ 6.27

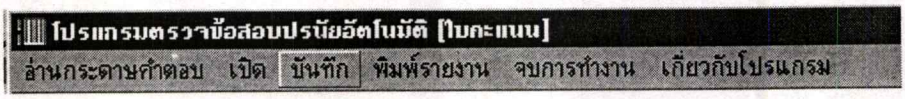


รูปที่ 6.27 ลักษณะการแสดงผลในส่วนเฉลยข้อสอบ

10. การบันทึกผลการตรวจ

เมื่อต้องการบันทึกผลการตรวจข้อสอบทั้งหมดที่แสดงผลในส่วนใบคะแนนนี้ สามารถทำได้โดย เลือกเมนูคำสั่ง บันทึก ทางด้านบน ดังรูปที่ 6.28 โดยให้ระบุสถานที่บันทึกไฟล์ผลการตรวจข้อสอบนี้เป็นที่เดียวกันกับที่บันทึกไฟล์ข้อมูลนักศึกษาและข้อมูลรหัสวิชา เพื่อให้โปรแกรมสามารถข้อมูลจากไฟล์ทั้งสองนี้ได้ในการเปิดใช้ไฟล์ผลการตรวจครั้งต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

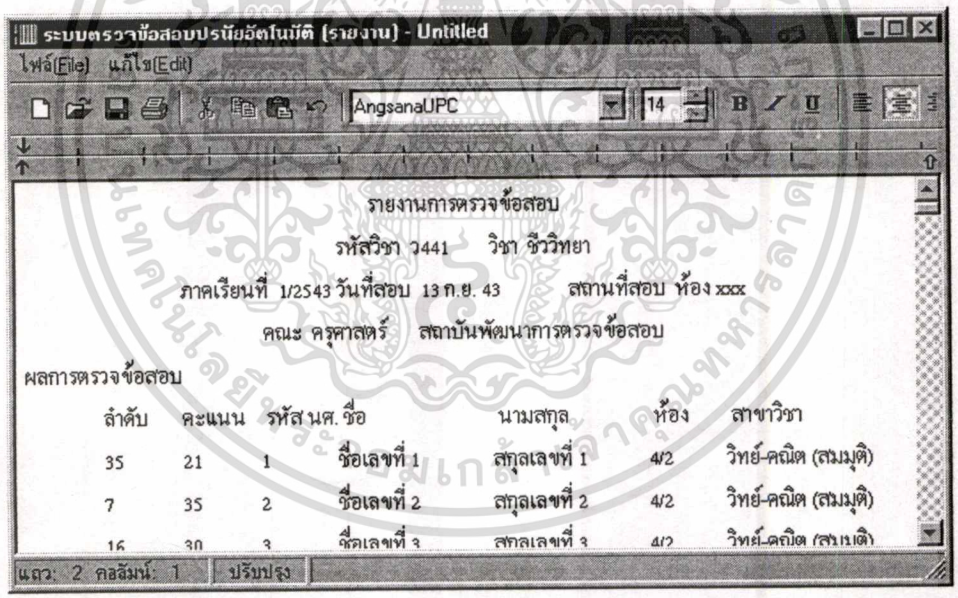


รูปที่ 6.28 ลักษณะเมนูคำสั่งบันทึก

11. การจัดทำรายงานผลการตรวจ

การจัดทำรายงานผลการตรวจเริ่มจากเลือกเมนูคำสั่ง พิมพ์รายงาน ดังรูปที่ 6.29 จากนั้น โปรแกรมจะทำการสร้างและแสดงรายงานผลการตรวจข้อสอบ ซึ่งมีลักษณะคล้ายโปรแกรมพิมพ์เอกสารทั่วไปดังรูปที่ 6.30 โดยผู้ตรวจสามารถปรับปรุงแก้ไขรายงานให้ได้ตามต้องการ ก่อนการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์หรือบันทึกไฟล์รายงาน

รูปที่ 6.29 ลักษณะเมนูคำสั่งพิมพ์รายงาน



รูปที่ 6.30 ลักษณะรายงานผลการตรวจข้อสอบ

การพิมพ์รายงานออกทางเครื่องพิมพ์หรือการบันทึกเป็นไฟล์รายงาน อาจเลือกสั่งได้ทั้งจากเมนูคำสั่งหรือจากทูลบาร์รูปเครื่องพิมพ์เพื่อทำการพิมพ์ทางเครื่องพิมพ์ ทูลบาร์รูปแผ่นดิสก์เพื่อทำการบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อจำกัดระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

ในการวิจัยและพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติในครั้งนี้ พบข้อจำกัดในการใช้งานดังนี้

1. กระดาษคำตอบที่ใช้ควรใช้สีขาวและทึบแสง
2. ในการอ่านภาพกระดาษคำตอบอย่างน้อยต้องอ่านเต็มหน้ากระดาษ
3. วัสดุที่ใช้ระบายควรใช้ ดินสอที่มีความดำ 2B ขึ้นไป นอกจากนี้สามารถใช้ปากกาที่มีหมึกสีน้ำเงิน แดง ดำ หรือวัสดุระบายอื่นๆ ที่มีความทึบแสงในระดับที่เครื่องสแกนเนอร์พิจารณาให้เป็นจุดสีดำ
4. โปรแกรมไม่สามารถแยกแยะภาพสิ่งสกปรกใดๆ ในกระดาษคำตอบได้ ดังนั้นจึงควรรักษาความสะอาดของกระดาษคำตอบ ไม่ควรมีหมึกหรือรอยเปื้อนใดๆ นอกเหนือจากตำแหน่งระบาย
5. เครื่องสแกนเนอร์ที่ใช้จะต้องสแกนภาพ ขาวดำ ความละเอียด 72 dpi ได้ชัดเจน
6. ระบบตรวจข้อสอบที่พัฒนาขึ้นมานี้ ไม่สามารถควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ได้ทุกรุ่นหรือทุกยี่ห้อ
7. ปรับความเอียงของกระดาษได้ไม่เกิน 10 องศา คือเอียงซ้ายไม่เกิน 5 องศา และเอียงขวาไม่เกิน 5 องศา โดยประมาณ
8. จำนวนข้อคำถามในการสอบสูงสุด ไม่เกิน 100 ข้อ
9. รหัสนักศึกษาและรหัสวิชาสูงสุดไม่เกิน 8 หลัก
10. เมื่อใช้คำถามในการสอบ 100 ข้อ จะผลการสอบได้สูงสุดไม่เกิน 425 คน เนื่องจากขนาดไฟล์สูงสุดที่สามารถบันทึกได้ ถูกกำหนดให้มีขนาดไม่เกิน 64 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายกนก รัตนสมบัติ
วัน เดือน ปี เกิด	30 มิถุนายน 2520
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	86 ถ. อนุสาวรีย์ ต.พระบาท อ.เมือง จ.ลำปาง
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2537 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ปีการศึกษา 2541 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้