

การพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์

DEVELOPMENT OF SEMI-AUTOMATIC CHECKING SYSTEM  
FOR MULTIPLE CHOICE TESTS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1491-8

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์

DEVELOPMENT OF SEMI-AUTOMATIC CHECKING SYSTEM  
FOR MULTIPLE CHOICE TESTS



อุดมวิทย์ นักดนตรี

UDOMWIT NAKDONTREE

ฉพ.  
๑๖๙๕๗  
๒๕๔๘

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....  
วัน,เดือน,ปี.....

74593

- 8 ต.ค. 2550

b. 11828193

i. ....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1491-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DEVELOPMENT OF SEMI-AUTOMATIC CHECKING SYSTEM  
FOR MULTIPLE CHOICE TESTS**



**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**

**2005**

**ISBN 974-15-1491-3**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2005**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์
นักศึกษา	นายอุดมวิทย์ นักดนตรี
รหัสประจำตัว	44064220
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสิทธิ์ ราษฎร์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนา ระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ ซึ่งมีการพัฒนาทั้งในส่วนการติดต่อ และควบคุมสแกนเนอร์ให้หลากหลายยี่ห้อ สามารถนำภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เข้าสู่การวิเคราะห์ วิเคราะห์กระดาษคำตอบ โดยวิธีการเปรียบเทียบตำแหน่งจุดภาพตรวจข้อสอบ วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ และแสดงผลการตรวจข้อสอบทางจอภาพหรือเครื่องพิมพ์ได้ ในการวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมตรวจข้อสอบด้วยโปรแกรม Microsoft Visual C++, Microsoft Visual Basic และ Delphi

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้คือ กระดาษคำตอบจากกระดาษอัดสำเนา 100 แผ่น จากเครื่องพิมพ์อัดสำเนา 100 แผ่น และจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ 100 แผ่น

ผลการศึกษาระบบตรวจข้อสอบ โดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ ผลที่ได้คือ กระดาษคำตอบจากกระดาษอัดสำเนา จากเครื่องพิมพ์อัดสำเนา และจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ให้ผลการตรวจกระดาษคำตอบอย่างถูกต้องร้อยละ 100

จากการวิจัยนี้ ทำให้ได้ ระบบตรวจข้อสอบที่สามารถนำข้อมูลจากกระดาษคำตอบ เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ด้วยเครื่องสแกนเนอร์ทุกยี่ห้อที่ใช้ไครฟเวอร์ของ TWAIN การควบคุมการป้อนกระดาษอัตโนมัติ ทำให้การประมวลผลข้อมูลการสอบต่างๆ ทั้งในด้านรวมคะแนนและการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบจากกระดาษคำตอบที่ใช้จัดพิมพ์ต่างกันทำได้สะดวก ถูกต้องและรวดเร็ว

<b>Thesis Title</b>	Development of Semi-Automatic Checking System for Multiple Choice Tests
<b>Student</b>	Mr. Udomwit Nakdontree
<b>Student ID.</b>	44064220
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Programme</b>	Science Education (Computer)
<b>Year</b>	2005
<b>Thesis Advisor</b>	Assistant Professor Dr. Surasit Ratree
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Assistant Professor Dr. Wilaiporn Worrachittanont

### ABSTRACT

The purpose of this research was to develop the Semi-Automatic Checking System for Multiple Choice Tests which developed for scanner interface and control multibrand of scanner import answers Sheets image, checking item, analyze item, and showed result of the item checking via monitor or printer. The item checking software was developed by Microsoft Visual C++, Microsoft Visual Basic and Delphi.

The samples in this research were answer sheet from copy paper 100 sheet, answer sheet from copy print paper 100 sheet and answer sheet from laser print 100 sheet.

The study result found that efficiency of the Semi-Automatic Checking System for Multiple Choice Test has the all of answer sheet at 100 percent.

The result of this research was checking system that able to transfer data from answer sheet to computer with TWAIN driver for all brand of scanner. Include control auto document feeding (ADF). This system will help the score processing, the item analysis for easier and faster.

# กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยและพัฒนา รวมทั้งวิทยานิพนธ์นี้ เกิดขึ้นและสำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความอนุเคราะห์ จาก ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี และ ผศ.ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งได้ กรุณาใช้เวลาให้แนวคิด ให้คำแนะนำ ปรับปรุงแก้ไข รวมถึงการให้ความช่วยเหลือต่างๆ จน วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา

ขอขอบพระคุณ ครู-อาจารย์ รวมถึงผู้ที่ให้ความรู้ความเข้าใจ ในหลายๆ ด้าน ทุกท่าน ที่ได้ ให้วิชาความรู้จนสามารถนำมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์นี้จนลุล่วง อีกทั้งขอขอบคุณมูลนิธิการ สื่อสารด้วยคอมพิวเตอร์ที่มอบทุนการศึกษาและทุนการวิจัย ธนาคารกรุงไทย สำหรับเงินกู้เพื่อ การศึกษา

ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่ให้เครื่องมือทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวิจัย และศูนย์เทคโนโลยี สารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้สำหรับการสนับสนุนต่างๆ รวมถึงขอบคุณเพื่อนที่น่ารักทุกคน ที่ สนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณท้องทุ่งไร่นา วิว หนู ความยากจน ความลำบาก ที่ต้องทำให้ดิ้นรนต่อสู้จนทำ ให้เด็กบ้านนอกได้เป็นโปรแกรมเมอร์ และพระพุทธศาสนาที่อยู่คู่กับจิตใจที่พร้อมจะต่อสู้กับ อุปสรรคต่างๆ แม้คำสอนจะล่องมาสองพันกว่าปีแต่ยังใช้ได้เป็นอย่างดีกับผู้จัดทำและอีกหลายร้อยหลาย ล้านคนที่ศรัทธาและนำคำสอนมาประยุกต์ปฏิบัติใช้จริง

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อ ผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่ง ที่สนับสนุนทั้งด้าน กำลังใจและกำลังทรัพย์ ขอขอบคุณญาติพี่น้องทุกคน ที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา และบุคคล ทุกท่าน ที่ได้ช่วยสนับสนุนการดำเนินการต่างๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จ ได้ด้วยดี

อุดมวิทย์ นักดนตรี

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญตาราง .....	V
สารบัญรูป .....	VI
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย .....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย .....	4
1.5 ขอบเขตการวิจัย .....	5
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย .....	6
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย .....	6
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	<b>8</b>
2.1 เครื่องตรวจกระดาษคำตอบ .....	8
2.2 เครื่องสแกนเนอร์ .....	10
2.3 ซอฟต์แวร์ควบคุมการติดต่อสแกนเนอร์ทเวเน .....	11
2.4 การประมวลผลภาพ .....	14
2.5 กระดาษคำตอบ .....	28
2.6 คำที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางด้านภาพด้วย Visual C++ .....	29
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	30
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	<b>33</b>
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	33
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ IV อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3 การพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ.....	34
3.4 เครื่องมือประกอบการพัฒนาการวิจัย.....	45
3.5 การดำเนินการทดลอง.....	45
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย.....</b>	<b>47</b>
4.1 ผลการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์.....	47
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาผลการตรวจข้อสอบปรนัยของระบบตรวจข้อสอบ.....	55
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>57</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	57
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	61
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	63
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>66</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>68</b>
ภาคผนวก ก กระดาษคำตอบสำหรับระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ.....	69
ภาคผนวก ข ขั้นตอนการตรวจข้อสอบโดยระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ.....	71
<b>ประวัติผู้เขียน.....</b>	<b>84</b>

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงค่าอ่านของระดับเทา .....	19



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ความสัมพันธ์ของภาพโดยทั่วไปกับพิกเซลเมตริกซ์	15
2.5 คณิตศาสตร์ของพิกเซลในเมตริกซ์	16
2.6 แสดงหน้าตาของภาพและหน้าตาของพิกเซล	17
2.7 การแปลงภาพให้เป็นพิกเซลเมตริกซ์	18
2.8 การแสดงผลของจุดภาพ	19
2.9 ฮิสโตแกรมที่มี 8 ระดับเทา	20
2.10 การสร้างฮิสโตแกรมจากภาพ	21
2.11 ตัวอย่างจุดภาพในเมตริกซ์ 2 มิติ	23
2.12 การหาตำแหน่งของ $P'(x', y')$ จาก $P(x, y)$	24
2.13 การหาตำแหน่งของ $P'(x', y')$ จาก $P(x, y)$ โดยการหมุนภาพตามทวนเข็มนาฬิกา	25
2.14 ได้ค่าที่จุด Coordinate สูงสุดและต่ำสุด	27
2.15 ลักษณะกระดาษคำตอบของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	28
3.1 แนวคิดพื้นฐานการตรวจข้อสอบโดยทั่วไป	34
3.2 ผังงานการทำงานของโปรแกรมโดยรวม	35
3.3 ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ	36
3.4 ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอ่านคำตอบ	37
3.5 ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบ	38
3.6 ผังงานขั้นตอนการคำนวณค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก	40
3.7 ลักษณะกระดาษคำตอบที่ออกแบบสำหรับการวิจัย	42
4.1 ลักษณะของกระดาษคำตอบของระบบเดิม	47
4.2 ลักษณะของกระดาษคำตอบของระบบที่พัฒนาขึ้น	48
4.3 ลักษณะโปรแกรมควบคุมการติดต่อกับสแกนเนอร์และการเตรียมภาพกระดาษคำตอบ เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตั้งชื่ออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 แสดงการบันทึกภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์.....	50
4.5 แสดงการตั้งชื่อภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์.....	50
4.6 ภาพกระดาษคำตอบที่ใช้เป็นส่วนอ่านค่าเฉลย.....	51
4.7 แสดงการระบุไฟล์ที่ต้องการตรวจภาพกระดาษคำตอบ.....	52
4.8 แสดงการรายงานผลการตรวจ.....	53
4.9 แสดงการรายงานผลการตรวจข้อสอบเป็นไฟล์เว็บเพจ.....	55
ข.1 ลักษณะไอคอน โปรแกรมติดตั้งโปรแกรมตรวจข้อสอบ.....	73
ข.2 ลักษณะการติดตั้งโปรแกรมตรวจข้อสอบ.....	73
ข.3 ลักษณะไอคอน โปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติและในเมนู “เริ่ม – start”.....	74
ข.4 แสดงหน้าต่าง โปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ.....	75
ข.5 แสดงการทำขั้นตอนที่ 1 เพื่อนำภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์.....	76
ข.6 แสดงการตั้งชื่อภาพกระดาษคำตอบ.....	77
ข.7 แสดงการตรวจคำตอบที่เป็นเฉลยของโปรแกรม.....	78
ข.8 แสดงการตรวจกระดาษคำตอบแบบอัตโนมัติของโปรแกรมตรวจข้อสอบ.....	78
ข.9 แสดงผลการตอบของกระดาษคำตอบของแต่ละแผ่น.....	79
ข.10 แสดงการสรุปผลการตอบของกระดาษคำตอบแต่ละแผ่น.....	80
ข.11 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ.....	81
ข.12 แสดงผลคำตอบที่เป็นเฉลย.....	82
ข.13 แสดงผลการรายงานผลการตรวจที่เป็นไฟล์แบบเว็บเพจ.....	83

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวัดและประเมินผลการศึกษาเป็นสิ่งที่สำคัญของการเรียนการสอน เพราะเป็นตัวบ่งชี้ถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนของบุคคลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นนักเรียน นักศึกษา ครู-อาจารย์ การวัดผลนั้นมีหลายวิธีการและในเวลาต่างกัน เช่น การทดสอบก่อนการเรียน การทดสอบระหว่างเรียน การทดสอบหลังการเรียน การทดสอบกลางภาคเรียน การทดสอบปลายภาคเรียน โดยเครื่องมือที่ใช้กันอยู่เสมอ คือข้อสอบแบบปรนัยและข้อสอบแบบอัตนัย โดยเฉพาะข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบเป็นที่นิยมใช้เพราะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบมีเกณฑ์การให้คะแนนที่แน่นอน และผู้ออกข้อสอบไม่จำเป็นต้องตรวจข้อสอบเอง รวมถึงการจัดการกับข้อสอบในด้านเวลาที่ใช้ในการตรวจจะสะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีอื่นๆ

โดยส่วนใหญ่ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบจะมีข้อคำถามหลายข้อ และมักทำการทดสอบกับกลุ่มผู้เข้ารับการทดสอบจำนวนหลายคน ดังนั้น ในขั้นตอนการตรวจข้อสอบ ผู้ตรวจข้อสอบจะต้องทำการตรวจข้อสอบจำนวนมาก ตามปริมาณจำนวนผู้สอบและข้อคำถามในการสอบ และถ้าข้อสอบมีจำนวนมาก ย่อมจะทำให้เกิดความยุ่งยากและความล่าช้าในการตรวจข้อสอบ ซึ่งจะส่งผลให้การสรุปผลล่าช้าขึ้นด้วย นอกจากนี้ในการตรวจข้อสอบเพียงรอบเดียวอาจพบว่ามี ความผิดพลาดเกิดขึ้นเสมอ และหากข้อสอบมีจำนวนมากขึ้น โอกาสผิดพลาดก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย เนื่องจากความล่าช้าในการตรวจข้อสอบ (พลสรรค์ มณีเสาวนพ. 2539 : 44)

เมื่อตรวจข้อสอบเสร็จสิ้น ผู้สอนควรจะนำข้อมูลการตอบคำถามของผู้สอบมาทำการวิเคราะห์ผลการสอบโดยรวม และทำการวิเคราะห์ข้อสอบ แต่อย่างไรก็ตามยังมีผู้สอนจำนวนมากที่ไม่ทำการวิเคราะห์ข้อสอบหลังการดำเนินการสอบเสร็จสิ้น เมื่อทราบผลสอบ ผู้สอนส่วนใหญ่มักจะใช้เพียงประเมินว่าใครสอบผ่าน สอบไม่ผ่าน หรือมีระดับคะแนนใด มิได้นำผลสอบที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางอื่นๆ อีกเลย (ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 27)

แม้ว่าในปัจจุบันจะมีโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบสำหรับช่วยในการวิเคราะห์ข้อสอบ แต่โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบเหล่านั้น ผู้ใช้จะต้องป้อนข้อมูลการตอบคำถามของผู้ตอบแต่ละข้อเข้าสู่โปรแกรมเพื่อเป็นข้อมูลการวิเคราะห์ ผู้วิจัยเห็นว่ากระบวนการนี้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน และเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้สอนละเลยการวิเคราะห์ข้อสอบ ทำให้การจัดการเรียนการสอนหรือการประเมินผล ขาดข้อมูลแนวทางการพัฒนาปรับปรุงอย่างชัดเจน

เครื่องตรวจกระดาษคำตอบ หรือเครื่องมือที่เรียกว่า “เครื่องอ่านสัญลักษณ์ด้วยแสง” (Optical Mark Readers : OMR) เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจกระดาษคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถตรวจคำตอบได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง สามารถเก็บข้อมูลการตอบคำถามเพื่อใช้ในการประมวลผลอื่นๆ ได้ เช่น การคำนวณคะแนน จัดเรียงคะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นต้น

ผู้วิจัยได้สำรวจราคาเครื่องสแกนเนอร์ ตามร้านคอมพิวเตอร์ต่างๆ ในร้านสินค้าไอทีต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 22-25 มกราคม พ.ศ. 2546 พบว่าเครื่องสแกนเนอร์มีราคาประมาณ 1,500 – 150,000 บาท โดยราคาของเครื่องสแกนเนอร์จะแตกต่างกันตามระดับความเร็วในการทำงาน ความละเอียดของจุดภาพในการสแกนภาพ อุปกรณ์ป้อนกระดาษอัตโนมัติรวมถึงรูปแบบและความเร็วในการส่งข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้พอร์ตพรีนเตอร์และยูเอสบีพอร์ตที่มีความเร็วสูง ส่วนในด้านราคาของสแกนเนอร์นั้นมีแนวโน้มจะมีราคาถูกลงตามกลไกของตลาดที่มีการแข่งขันกันสูง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการนำเครื่องสแกนเนอร์ และคอมพิวเตอร์มาประยุกต์พัฒนาเป็นระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ โดยเขียนโปรแกรมเพิ่มพัฒนาแอปพลิเคชันให้มีความยืดหยุ่นกว่าเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติระบบเดิมที่ กนก รัตนสมบัติ (2543 : 52) ได้สร้างโดยการนำเครื่องสแกนเนอร์ และคอมพิวเตอร์มาประยุกต์พัฒนาเป็นระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ โดยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพระหว่างระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นกับการตรวจข้อสอบในระบบเดิมคือใช้คนตรวจแบบใช้หน้ากาตรวจข้อสอบ ซึ่งผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความเร็วที่สูงกว่าระบบเดิม เพื่อพัฒนาและปรับปรุงต่อไปผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถใช้ได้กับเครื่องสแกนเนอร์หลายๆยี่ห้อที่ใช้ไครฟ์เวอร์ของทเวน (TWIN) กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และได้เพิ่มฟังก์ชันในการทำงานในส่วนของการนำเอาภาพลายมือผู้ทำข้อสอบมาใช้ยืนยันความเป็นบุคคลของแบบรายงานผลคะแนน รวมทั้งใช้การจดจำรูปแบบอักษรภาษาไทยมาใช้ในการถอดเอาอักษรภาษาไทยจากลายมือของผู้ทำข้อสอบเขียนชื่อและนามสกุลของตนเองลงในกระดาษคำตอบเพื่อที่จะจัดเก็บลงในฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ โดยที่ระบบเดิมจะต้องให้ผู้ตรวจข้อสอบมาพิมพ์รายชื่อผู้ทำข้อสอบทุกคนลงในฐานข้อมูลและเมื่อสามารถถอดอักษรภาษาไทยได้ก็จะเป็นแนวทางในการทำเป็นแบบสอบถามหรือแบบทดสอบในการวิจัยครั้งต่อไปได้ และยังเพิ่มเติมในส่วนของการให้ใช้กระดาษคำตอบจากการสแกนต้นฉบับได้หลากหลายชนิดว่าตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติระบบเดิม และจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการตรวจข้อสอบด้วยเครื่องตรวจกระดาษคำตอบได้อย่างมาก ทั้งด้านราคาเครื่องและราคาการจัดเตรียมกระดาษคำตอบ รวมถึงช่วยลดขั้นตอนในการพิมพ์ หรือป้อนข้อมูลการตอบคำถามเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าระบบนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมขึ้นเอง ดังนั้น จึงมีความยืดหยุ่นในการพัฒนาให้เหมาะสมกับการตรวจข้อสอบและการวิเคราะห์ข้อสอบแบบต่างๆ ได้ อีกทั้งหากมองประโยชน์ในด้านการศึกษา ระบบตรวจข้อสอบนี้จะมีประโยชน์ในการสนับสนุนระบบการวัดและประเมินผล การพัฒนาข้อสอบของผู้สอน การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัฒนาการเรียนการสอนให้ตรงจุดประสงค์ เนื่องจากสามารถแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแต่ละข้อได้ทันที หลังการตรวจข้อสอบเสร็จสิ้น

ในการพัฒนาระบบการตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัตินี้เป็นการวิจัยและพัฒนาโครงสร้างและการทำงานโดยรวมของระบบ คือ การออกแบบกระดาษคำตอบโดยมีความหลากหลายของชนิดกระดาษ การอ่านคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้สแกนเนอร์หลายยี่ห้อที่นิยมในท้องตลาดที่ใช้ไครฟ์เวอร์ของทเวน (TWAIN) ทั้งแบบธรรมดาและแบบป้อนกระดาษอัตโนมัติ การตัดภาพในส่วนขงลายมือชื่อผู้ทำข้อสอบและจดจำรูปแบบอักษรเพื่อจัดเก็บในฐานข้อมูล การวิเคราะห์คำตอบจากภาพกระดาษคำตอบ การตรวจข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ และการรายงานผลการตรวจที่เป็นเว็บเพจหรือ HTML ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการพัฒนา ระบบการตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ เพื่อให้ใช้งานได้จริงกับ โรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา หรือหน่วยงานต่างๆ เพื่อที่จะใช้งานในทางปฏิบัติเพื่อเป็นการช่วยเหลือ โรงเรียนหรือสถาบันที่ยังไม่มีเครื่องตรวจข้อสอบและเพื่อเป็นแนวทางวิจัยในส่วนของการจดจำอักษรภาษาไทยเพื่อที่จะใช้ในการทำเป็นแบบสอบถามหรือแบบทดสอบ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

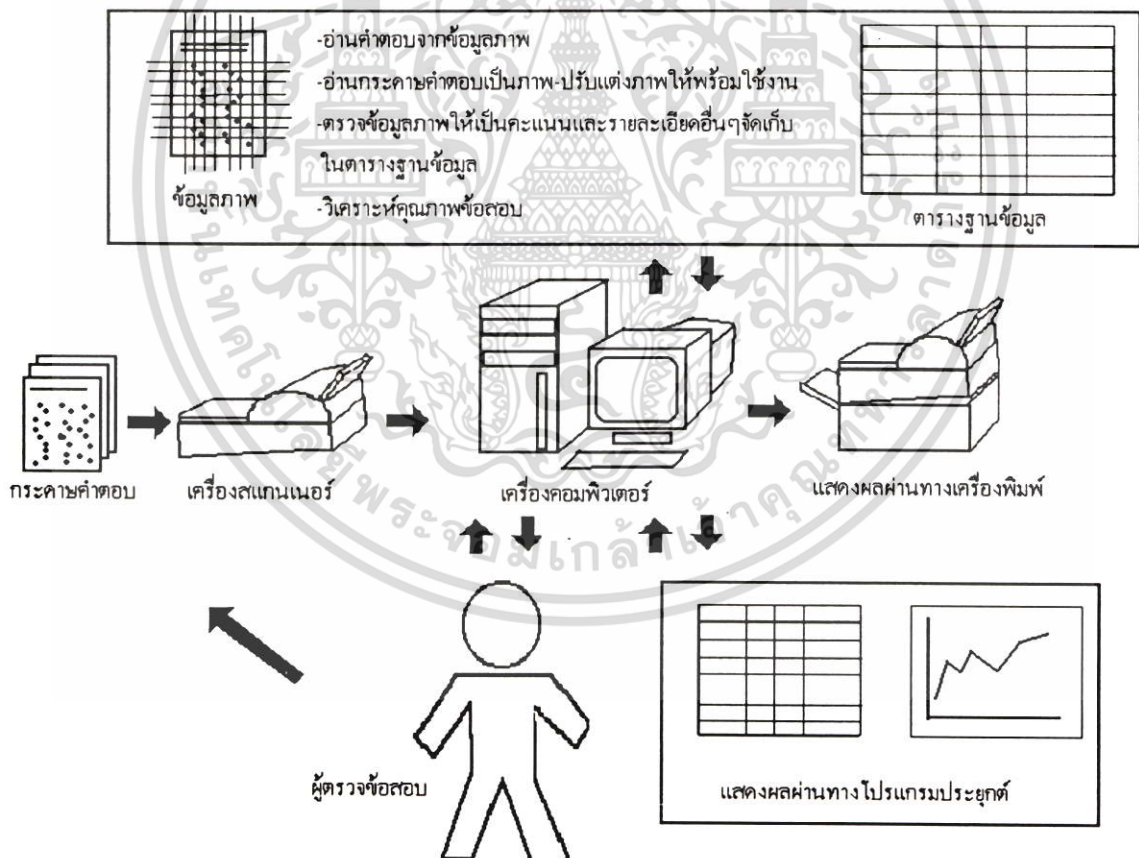
1. เพื่อพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์
2. เพื่อศึกษาผลการตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์จากกระดาษคำตอบที่จัดพิมพ์ต่างกัน 3 วิธี

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

ระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์จากกระดาษคำตอบที่จัดพิมพ์ต่างวิธีกันให้ผลการตรวจได้ถูกต้อง 100%

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

กรอบแนวคิดของการพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติคือ การควบคุมการทำงานของเครื่องสแกนเนอร์ โดยป้อนกระดาษเพื่อนำภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องสแกนเนอร์ผ่านตัวป้อนกระดาษอัตโนมัติ โดยเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ผ่านทเวน (TWAIN) ซึ่งเป็นโปรแกรมระบบจัดการส่วนติดต่อมาตรฐานระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องสแกนเนอร์ หรืออุปกรณ์รับภาพต่างๆ เมื่อได้ภาพกระดาษคำตอบที่คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้แล้วนั้น ในขั้นต่อไป จะวิเคราะห์ข้อมูลการตอบจากรูปภาพโดยวิธีการอ่านจุดภาพแต่ละจุดมาเปรียบเทียบกับรูปแบบจุดภาพที่กำหนดไว้และใช้ฮิสโตแกรมในการจัดการกับภาพที่มีสัญญาณรบกวน เมื่อได้คำตอบจากกระดาษคำตอบแล้ว จะนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบ คำานวนคะแนน และทำการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ การตัดภาพในส่วนกลางมือชื่อผู้ทำข้อสอบและจดจำรูปแบบอักษรเพื่อจัดเก็บในฐานข้อมูล จากนั้นจึงทำการแสดงผลการตรวจคำตอบแก่ผู้ตรวจทางโปรแกรมประยุกต์ หรือทางเครื่องพิมพ์ ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการทำงานของระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ความสามารถของระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ

1. ควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ให้นำภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ได้
2. สามารถใช้กับสแกนเนอร์ได้หลายยี่ห้อที่ใช้ซอฟต์แวร์ของทเวนได้
3. ควบคุมสแกนเนอร์ที่มีระบบป้องกันกระดาษอัตโนมัติได้
4. สามารถใช้กับกระดาษคำตอบที่เป็นกระดาษ A4 หลายชนิดได้
5. อ่านคำตอบโดยการวิเคราะห์ภาพด้วยวิธีการเปรียบเทียบตำแหน่งจุดภาพได้

ถูกต้อง

6. อ่านและตัดภาพในส่วนของลายมือชื่อผู้ทำข้อสอบได้
7. อ่านและวิเคราะห์การจดจำรูปแบบอักษรลายมือเฉพาะบริเวณที่กำหนดไว้ได้
8. ตรวจสอบข้อสอบปรนัยที่มีตัวเลือกไม่เกิน 5 ตัวเลือก และมีคำตอบ 1 ตัวเลือกได้

ถูกต้อง

9. ประมวลผลที่ได้จากการตรวจได้เช่น รวมคะแนน หาค่าความยากง่าย อำนาจ

จำแนก

10. แสดงผลการตรวจข้อสอบ และผลการประมวลผลอื่นๆ ได้ทั้งทางโปรแกรม

ประยุกต์และเครื่องพิมพ์

11. สามารถแสดงรายการการตรวจข้อสอบเป็นเว็บเพจหรือไฟล์ HTML

### 1.5.2 ประชากร

ในการวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบการตรวจข้อสอบ และทำการศึกษาผลการตรวจข้อสอบของระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ด้วยการผลิตกระดาษคำตอบที่ต้นทุนถูก ดังนั้น ประชากรที่ใช้ในการวิจัยจึงเป็นข้อมูลที่เข้าสู่ระบบตรวจข้อสอบซึ่งหมายถึง คำตอบที่จัดพิมพ์ลงในกระดาษคำตอบ A4 ด้วยวิธีการต่างกัน ได้แก่ กระดาษอัดสำเนาจากเครื่องถ่ายเอกสาร กระดาษอัดสำเนาจากเครื่องพิมพ์อัดสำเนา และกระดาษจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์

### 1.5.3 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างก็คือ กระดาษคำตอบที่ระบายลงในกระดาษอัดสำเนาจากเครื่องถ่ายเอกสาร กระดาษอัดสำเนาจากเครื่องพิมพ์อัดสำเนาและกระดาษจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ อย่างละ 100 แผ่น รวมทั้งหมด 300 แผ่น

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1. ภาพกระดาษคำตอบที่ได้จากการสแกนจะต้องสมบูรณ์ไม่ผิดเพี้ยน
2. ถ้าภาพกระดาษคำตอบมีการผิดเพี้ยนจะต้องทำการสแกนภาพใหม่
3. การตรวจข้อสอบที่ถูกดองนั้น กระดาษคำตอบจะต้องมีการระบายในเงื่อนไขที่ถูกต้อง
4. การระบายคำตอบต้องเต็มวงกลม
5. ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดรูปแบบของกระดาษคำตอบ โดยคำนึงถึงระบบการตรวจเป็นหลัก
6. ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดรูปแบบ วิธีการ และตำแหน่งการสแกนภาพ
7. ระบบจะรองรับรหัสผู้สอบ และรหัสสอบที่เป็นรหัสตัวเลข 8 หลักเท่านั้น
8. งานวิจัยนี้ไม่ครอบคลุมถึงปัจจัยอื่นๆ ในด้านผู้ตรวจข้อสอบ และเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้

## 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. ระบบการตรวจข้อสอบปรนัยกึ่ง โนมิติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ หมายถึง ระบบการตรวจข้อสอบที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และสแกนเนอร์ เป็นเครื่องมือในการตรวจข้อสอบปรนัย
2. ความถูกต้องของผลการสอบ หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำในการตรวจให้คะแนนของกระดาษคำตอบจากโปรแกรม
3. กระดาษคำตอบที่จัดพิมพ์ต่างวิธีกัน หมายถึง กระดาษคำตอบที่ได้การพิมพ์อัดสำเนากระดาษคำตอบจำนวนมากด้วยวิธีการพิมพ์จากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ จากการถ่ายเอกสาร และการอัดสำเนาด้วยระบบพิมพ์อัดสำเนา (COPY PRINT)
4. กระดาษคำตอบที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้น หมายถึง กระดาษคำตอบที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้นให้สามารถทำงานควบคู่กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยผู้ใช้สามารถแก้ไขได้บางส่วน เช่น ชื่อสถานศึกษาภาพ โลโก้หรือตราหน่วยงาน เพื่อเป็นต้นฉบับที่จะได้นำมาทำสำเนาในการใช้ตรวจข้อสอบ
5. เครื่องสแกนเนอร์ หมายถึง เครื่องสแกนเนอร์แบบแท่นนอน ที่สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมผ่านทเวน (TWAIN) ได้
6. การควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ หมายถึง การเขียนโปรแกรมติดต่อกับทเวน(TWAIN) เพื่อควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ให้นำภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์
7. การสแกน หมายถึง กระบวนการที่เครื่องสแกนเนอร์ทำการอ่านข้อมูลภาพและส่งข้อมูลภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์
8. TWAIN อ่านว่า ทเวน หมายถึง ชุดแปลคำสั่งมาตรฐาน ช่วยในการควบคุมสแกนเนอร์ผ่านทางซอฟต์แวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การอ่านและตัดภาพในส่วนของลายมือชื่อ หมายถึง การอ่านข้อมูลภาพในส่วนที่เป็นลายมือชื่อของผู้ทำข้อสอบแล้วทำการตัดในส่วนของลายมือที่เป็นชื่อและนามสกุลของผู้ทำข้อสอบแล้วนำไปเก็บไว้ในตารางฐานข้อมูล

10. การอ่านและวิเคราะห์การจดจำรูปแบบอักษรลายมือชื่อ หมายถึง การอ่านข้อมูลภาพในส่วนที่เป็นลายมือชื่อของผู้ทำข้อสอบแล้วทำการวิเคราะห์ในส่วนของลายมือที่เป็นชื่อและนามสกุลของผู้ทำข้อสอบแล้วนำไปเก็บไว้ในตารางฐานข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

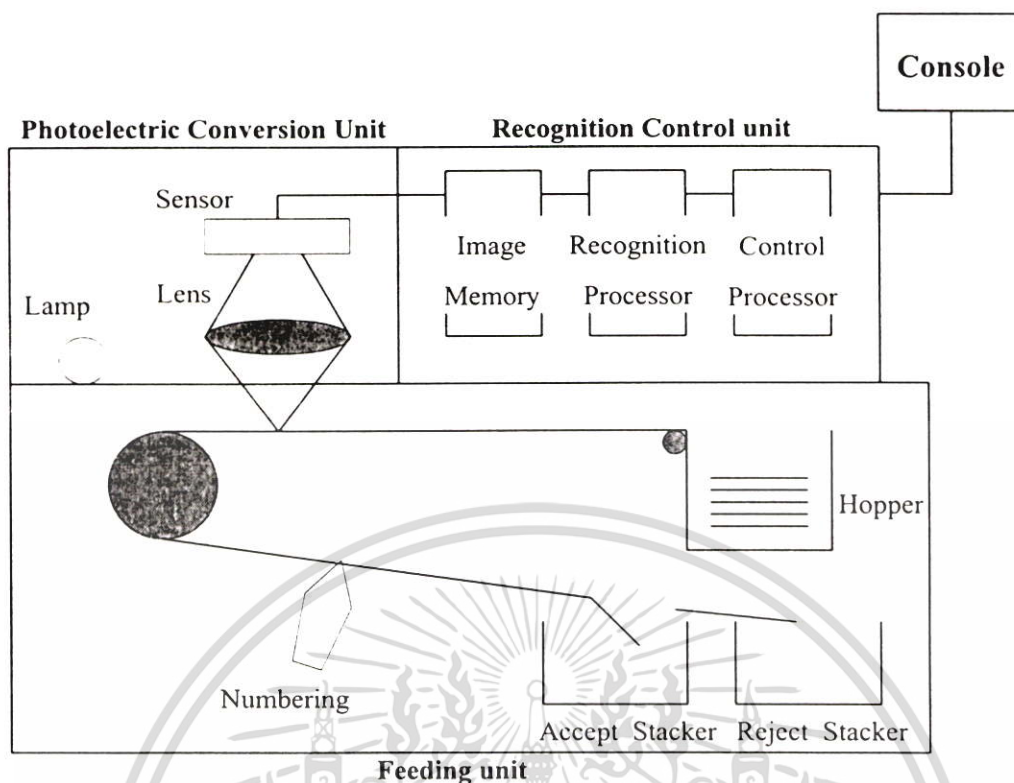
ในการพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัตินั้น เพื่อทำความเข้าใจหลักการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 เครื่องตรวจกระดาษคำตอบ
- 2.2 เครื่องสแกนเนอร์
- 2.3 ซอฟต์แวร์ควบคุมการติดต่อสแกนเนอร์ทเวิน
- 2.4 การประมวลผลภาพ
- 2.5 กระดาษคำตอบ
- 2.6 คำที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางด้านภาพด้วย Visual C++
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 เครื่องตรวจกระดาษคำตอบ

เครื่องตรวจกระดาษคำตอบ หรืออาจเรียกว่า เครื่องตรวจการทำเครื่องหมาย (Mark Sensing) เป็นเทคโนโลยีการสแกนภาพกระดาษคำตอบแล้วเปลี่ยนข้อมูลการระบายเป็นข้อมูลการเลือกตอบ จากนั้นจึงนำข้อมูลการเลือกตอบเหล่านั้นไปคำนวณหรือประมวลผลอื่นๆ ดังที่ ผู้ใช้ต้องการได้ต่อไป โดยกระดาษคำตอบที่ใช้ นั้น จะต้องออกแบบตำแหน่งการระบายที่แน่นอน เพื่อให้เครื่องตรวจกระดาษคำตอบรู้จักตำแหน่งและขนาดพื้นที่ของช่องว่างสำหรับการระบายใน ส่วนของช่องเลือกตอบ รวมถึงความหมายหรือคะแนนสำหรับการเลือกระบายในตำแหน่งนั้นๆ (กนก รัตนสมบัติ. 2545 : 7)

โดยทั่วไปเครื่องตรวจกระดาษคำตอบจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องตรวจกระดาษคำตอบ

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

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

- ส่วนแปลงภาพ (Photoelectric Conversion Unit) ส่วนนี้จะมีหลอดไฟเพื่อฉายแสงไปยังพื้นผิวของกระดาษคำตอบ จากนั้นจะมีอุปกรณ์ตรวจจับการสะท้อนกลับของแสงผ่านเลนส์เพื่อเปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัล หากแสงสะท้อนกลับเป็นสีขาวหมายถึงไม่มีการระบายจะให้ระดับสัญญาณดิจิทัลเป็น “0” หากแสงสะท้อนกลับมีแสงสะท้อนกลับน้อยในระดับหนึ่ง หรือแสงมีระดับจะมีระดับสัญญาณดิจิทัลเป็น “1” โดยทั่วไปจะแบ่งระดับความมืดของระดับแสงมืดที่สะท้อนกลับได้เป็น 16 ระดับ เมื่อได้สัญญาณที่เป็นผลการอ่านแล้วจะส่งข้อมูลไปเก็บในหน่วยจดจำภาพ ในส่วนควบคุมการตรวจกระดาษคำตอบเพื่อทำการตรวจคำตอบ และคำนวณต่อไป

- ส่วนควบคุมการตรวจกระดาษคำตอบ (Recognition Control Unit) เป็นส่วนที่จดจำรูปแบบการตอบและความหมายของตัวเลือกที่ได้เลือกตอบ ในส่วนนี้จะทำการเปลี่ยนค่าตัวเลือกที่เป็นสัญญาณดิจิทัลต่างๆ ให้เป็นผลลัพธ์ที่ต้องการ ในส่วนนี้ผู้ใช้สามารถควบคุมหรือตั้งค่าต่างๆ ได้ โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ที่มากับเครื่องตรวจกระดาษคำตอบค่าต่างๆ ที่ผู้ใช้สามารถควบคุมได้ เช่น รูปแบบวิธีการอ่าน ความถูกต้องในการอ่าน รูปแบบของฟอร์มกระดาษคำตอบ เป็นต้น ส่วนนี้จะทำให้เครื่องตรวจกระดาษคำตอบมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง

## 2.2 เครื่องสแกนเนอร์

### 2.2.1 ความหมายของเครื่องสแกนเนอร์

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

### 2.2.2 ประเภทของเครื่องสแกนเนอร์

โดยทั่วไป สแกนเนอร์จะมีหลากหลายประเภท หากจำแนกตามลักษณะกลไก สามารถแบ่งประเภทของสแกนเนอร์ ได้ดังนี้ (White. 2538 : 139 )

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

2. แบบแท่นนอน (Flatbed Scanner) สแกนเนอร์แบบนี้มีกลไกคล้ายๆ กับเครื่องถ่ายเอกสาร การทำงานจะวางกระดาษไว้บนแผ่นกระจกใส และเมื่อทำการสแกน หัวสแกนจะเคลื่อนที่จากปลายด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง สแกนเนอร์แบบแท่นนอนนี้สามารถอ่านภาพจากหนังสือได้ แต่กลไกภายในต้องใช้การสะท้อนแสงผ่านกระจกหลายแผ่น ทำให้มีคุณภาพไม่ดีเมื่อเทียบกับแบบเลื่อนกระดาษ

3. แบบมือถือ (Hand-Held Scanner) ผู้ใช้ต้องเลื่อนหัวสแกนเนอร์ไปบนหนังสือหรือ รูปภาพ สแกนเนอร์ประเภทนี้ได้รวมเอาข้อดีของทั้งแบบเลื่อนกระดาษและแบบแท่นนอนเข้าด้วยกัน และมีราคาถูกลงกว่า เพราะกลไกที่ใช้ไม่สลับซับซ้อน แต่มีข้อจำกัดตรงที่ภาพที่ได้จะดีแค่ไหน ขึ้นกับความสม่ำเสมอในการเลื่อนหัวสแกนเนอร์ของผู้ใช้งาน นอกจากนี้สแกนเนอร์แบบนี้ยังมีหัวสแกนที่มีขนาดสั้น ทำให้อ่านภาพบนหน้าหนังสือขนาดใหญ่ไม่ครบ 1 หน้า ทำให้ต้องอ่านหลายครั้งกว่าจะครบ 1 หน้า

### 2.2.3 ความละเอียดของเครื่องสแกนเนอร์ (Resolution)

ความละเอียดของเครื่องสแกนเนอร์ คือ ความสามารถในการอ่านรายละเอียดของภาพ มีหน่วยเป็นจุดต่อนิ้ว (dot per inch : dpi ) ยิ่งมีความละเอียดมากก็สามารถเก็บรายละเอียดของภาพได้มากและระยะเวลาในการอ่านภาพที่มีความละเอียดมากจะใช้เวลามากกว่าความละเอียดน้อยโดยทั่วไป ความละเอียดของเครื่องสแกนเนอร์มี 2 ประเภท ดังนี้ (กองบรรณาธิการไมโครคอมพิวเตอร์ยูสเซอร์. 2544 : 112)

1. Optical Resolution เป็นความละเอียดที่แท้จริงของเครื่องสแกนเนอร์ และกลไกที่สแกนเนอร์สามารถทำได้

2. Interpolated Resolution เป็นความละเอียดที่เกิดจากความสามารถละเอียดที่แท้จริงของเครื่องสแกนเนอร์ ผสมกับความสามารถในการเฉลี่ยจุดภาพระหว่างจุดของโปรแกรมประยุกต์

### 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 นอกเหนือจากโปรแกรมประยุกต์ที่มาพร้อมกับเครื่อง

### 2.2.6 อุปกรณ์เสริมพิเศษ

เครื่องสแกนเนอร์บางรุ่น อาจจะมีอุปกรณ์เสริมพิเศษให้ติดตั้งเพิ่มได้ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการทำงานของสแกนเนอร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนี้

1. อุปกรณ์ป้องกันกระดาษอัตโนมัติในส่วนนี้จะช่วยให้สแกนเนอร์สามารถดึงกระดาษหรือเอกสารเข้าไปสแกนได้โดยอัตโนมัติเป็นการเพิ่มความสะดวกและลดระยะเวลาการทำงานลง

2. อุปกรณ์ Transparency เป็นอุปกรณ์พิเศษที่ต่อเข้ากับเครื่องสแกนเนอร์ เพื่อช่วยให้สามารถทำการสแกนวัตถุโปร่งใส เช่น แผ่นใส फिल्मเนกาทีฟ หรือสไลด์ได้ เป็นต้น

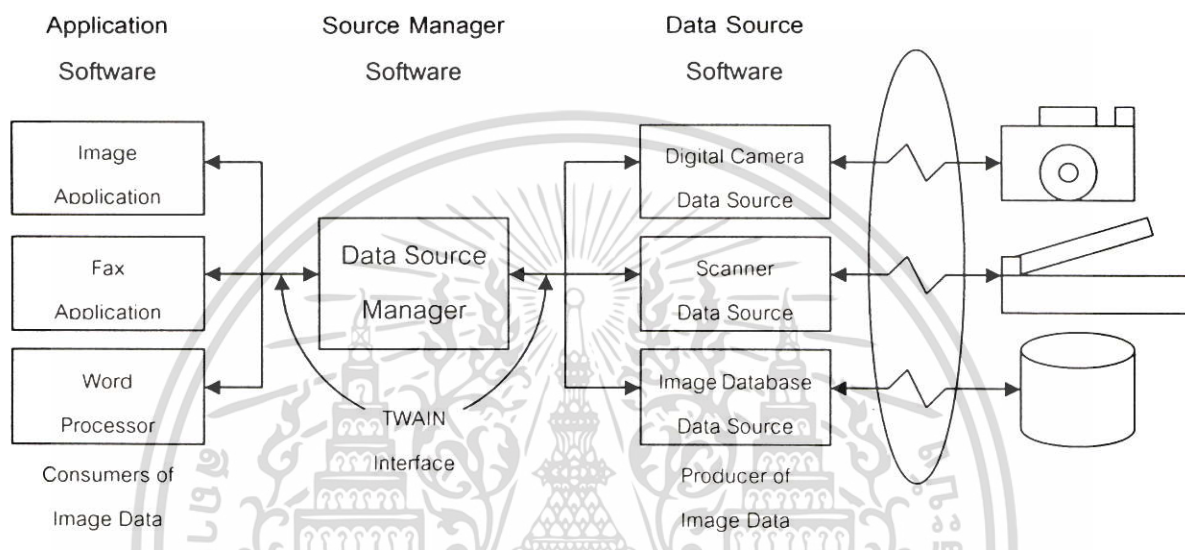
## 2.3 ซอฟต์แวร์ควบคุมการติดต่อสแกนเนอร์ทเวน

ทเวน หรือ TWAIN เป็นชุดแปลคำสั่งระหว่างซอฟต์แวร์กับอุปกรณ์รับภาพ เป็นข้อตกลงในการพัฒนาซอฟต์แวร์มาตรฐาน และเป็นส่วนที่ทำให้การพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการติดต่อ

ระหว่างโปรแกรมประยุกต์กับอุปกรณ์รับภาพ เช่น กล้องถ่ายภาพดิจิทัล สแกนเนอร์ เป็นต้น มีความง่ายขึ้น (กนก รัตนสมบัติ. 2545 : 10)

### 2.3.1 องค์ประกอบหลัก

โดยทั่วไป TWAIN มีองค์ประกอบอยู่ 3 ส่วน ดังรูปที่ 2.2

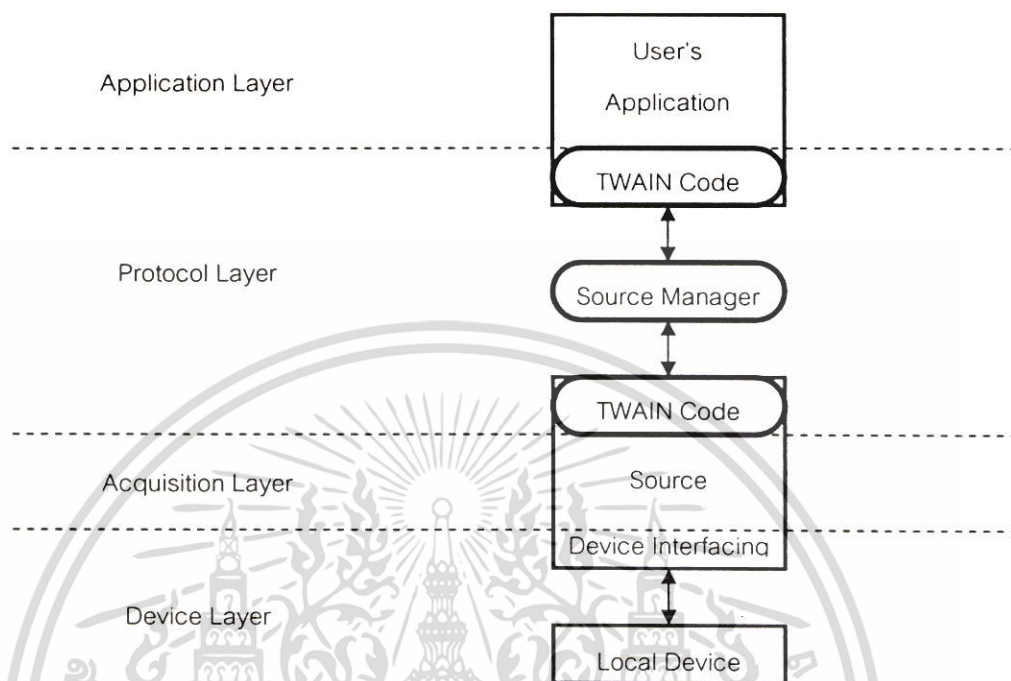


รูปที่ 2.2 องค์ประกอบหลักในการใช้งาน TWAIN

1. ส่วน Application Software คือ โปรแกรมประยุกต์ที่จะต้องพัฒนาโดยให้มีชุดคำสั่งในการเรียกใช้ TWAIN ได้
2. ส่วน Source Manager คือ ชุดคำสั่งในการจัดการการตอบสนองระหว่างโปรแกรมประยุกต์ และแหล่งอุปกรณ์รับภาพ ชุดคำสั่งเหล่านี้จะถูกพัฒนาโดย TWAIN และจะทำให้โปรแกรมประยุกต์และอุปกรณ์รับภาพเป็นอิสระต่อกัน
3. ส่วน Source Software คือ ชุดคำสั่งในการควบคุมอุปกรณ์รับภาพ และจะถูกสร้างโดยผู้ผลิตอุปกรณ์เหล่านั้น โดยจะต้องพัฒนาชุดคำสั่งให้สอดคล้องตามที่ TWAIN ระบุไว้

### 2.3.2 สถาปัตยกรรมของ TWAIN

สถาปัตยกรรมของ TWAIN ประกอบด้วย 4 ระดับ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 สถาปัตยกรรมของ TWAIN

#### 1. ระดับโปรแกรมประยุกต์ (Application Layer)

เป็นระดับของโปรแกรมประยุกต์ และระดับที่ผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์ทำงานอยู่ TWAIN จะเป็นผู้ระบุแนวทางในการติดต่อผู้ใช้งานให้แก่ผู้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ว่าผู้ใช้ควรจะเรียกใช้ TWAIN อย่างไร และจะเลือกแหล่งอุปกรณ์รับภาพอย่างไร

#### 2. ระดับข้อตกลง (Protocol Layer)

ข้อตกลง คือ ภาษาพูด และภาษาสัญลักษณ์ ที่ใช้โดย TWAIN เพื่อให้เกิดความถูกต้องในการเขียนคำสั่ง และการสื่อสารเพื่อบังคับให้เกิดการส่งข้อมูลภาพ ในระดับข้อตกลงนี้ประกอบด้วย

2.1 ส่วนของโปรแกรมประยุกต์ที่ผู้พัฒนาเขียนคำสั่งติดต่อระหว่างตัวโปรแกรมประยุกต์กับ TWAIN

2.2 ส่วนจัดการของ ทเวน ที่พัฒนาโดย TWAIN

2.3 ส่วนของโปรแกรมที่จัดการติดต่อรับคำสั่งจากส่วนจัดการของ TWAIN แล้วมาเปลี่ยนเป็นคำสั่งในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์รับภาพ

### 3. ระดับการรับภาพ (Acquisition Layer)

อุปกรณ์รับภาพจะเป็นได้ทั้งอุปกรณ์ที่สามารถจับต้องได้ เช่น เครื่องสแกนเนอร์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล หรือสิ่งที่ไม่สามารถจับต้องได้เช่น ฐานข้อมูลรูปภาพ เป็นต้น ส่วนโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อควบคุมการรับภาพ จะเรียกว่า Source โดยทั่วไปผู้ผลิตอุปกรณ์รับภาพต่างๆ จะพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้ให้กับผู้ใช้ด้วยเสมอ แต่ยังสามารถพัฒนาโปรแกรมควบคุมการรับภาพขึ้นมาได้เองเช่นกัน

### 4. ระดับอุปกรณ์ (Device Layer)

ในระดับนี้จะเป็นระดับในการควบคุมกลไกการทำงานของอุปกรณ์ ส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงคำสั่งการควบคุมการทำงานเป็นคำสั่งควบคุมกลไกอุปกรณ์

#### 2.3.3 การติดต่อสื่อสารกับ TWAIN

การติดต่อสื่อสารระหว่างแต่ละองค์ประกอบใน TWAIN จะเกิดขึ้นได้โดยใช้ฟังก์ชันหลักๆ 2 ฟังก์ชัน คือ DMS\_Entry() และ DS\_Entry() DMS หมายถึง Data Source Manger หรือ ตัวจัดการแหล่งข้อมูลภาพ DS หมายถึง Data Source หรือแหล่งข้อมูล ฟังก์ชันเหล่านี้จะใช้สำหรับระบุว่าใครเป็นผู้ต้องการข้อมูลหรือแหล่งที่เรียกใช้ฟังก์ชันนี้ ระบุแหล่งข้อมูลภาพว่าจะใช้แหล่งข้อมูลภาพจากไหน ระบุรูปแบบกลุ่มข้อมูล ลักษณะของข้อมูล คำสั่งในการดำเนินการ และพอยน์เตอร์ที่ใช้ในการส่งข้อมูล อย่างไรก็ตาม TWAIN ได้พัฒนา twain.h ขึ้นมาเพื่อให้โปรแกรมเมอร์สามารถเขียนโปรแกรมเรียกใช้ฟังก์ชัน DMS\_Entry() และ DS\_Entry() โดยโปรแกรมภาษา C ได้ง่าย ต่อมาเพื่อให้ Borland Delphi สามารถติดต่อ TWAIN ได้ จึงมีการพัฒนา twain.h ที่อยู่ในรูปแบบภาษา C เป็น twain.pas ซึ่งเป็นรูปแบบภาษา pascal โดย Borland Delphi สามารถเรียกใช้ได้ (กนก รัตนสมบัติ. 2545 : 12)

## 2.4 การประมวลผลภาพ

### 2.4.1 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ

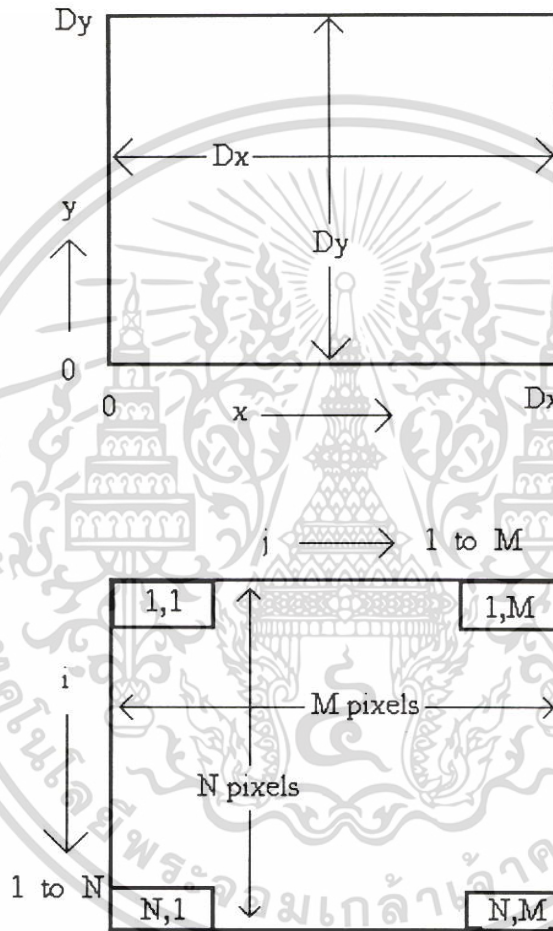
#### 1. พิกเซล (Pixel)

การแสดงผลข้อมูลภาพดิจิทัลสามารถอธิบายได้ด้วยเมตริกซ์  $N \times M$  และให้จุดต่างๆ ที่อยู่ในเมตริกซ์เป็นจุด  $(x,y)$  ใดๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของจอภาพในแต่ละจุด  $(x,y)$  ใดๆ ที่เรียกว่า “พิกเซลหรือจุดภาพ” และในแต่ละพิกเซลจะแสดงให้เราเห็นได้ด้วยฟังก์ชันของความเข้มแสง (องค์ประกอบของ  $p(i,j)$ ) เมื่อเราเปรียบเทียบระหว่างภาพและพิกเซลเมตริก (Pixel Matrix)

ดังรูปที่ 2.4 จะเห็นว่าจุดกำเนิดของภาพจะอยู่ที่มุมล่างซ้าย แต่จุดกำเนิดของพิกเซลจะอยู่ที่มุมบนขวา ซึ่งจะเป็นลักษณะการประมวลผลภาพในกราฟิกของคอมพิวเตอร์กล่าวคือ

$$i=x \quad \text{เมื่อ } 1 \leq i \leq N \quad j=(M-y)$$

$$j=(M-y) \quad \text{เมื่อ } 1 \leq j \leq M$$



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ของภาพโดยทั่วไปกับพิกเซลเมตริกซ์

เมื่อ  $x = D_x / N$

$$y = D_y / N$$

$N$  = จำนวนสูงสุดของพิกเซลในแนวดิ่ง

$Y$  = จำนวนสูงสุดของพิกเซลในแนวนอน

เมื่อเราให้จุดต่างๆ บนเมตริกซ์เป็น  $p(i,j)$  ใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		$j \longrightarrow M$			
0		$p(0,0)$	$p(0,1)$	$p(0,2)$	$p(0,3)$
0		$p(1,0)$	$p(1,1)$	$p(1,2)$	$p(1,3)$
		$p(2,0)$	$p(2,1)$	$p(2,2)$	$p(2,3)$
$i$		$p(3,0)$	$p(3,1)$	$p(3,2)$	$p(3,3)$
$\downarrow$		$p(4,0)$	$p(4,1)$	$p(4,2)$	$p(4,3)$
N					

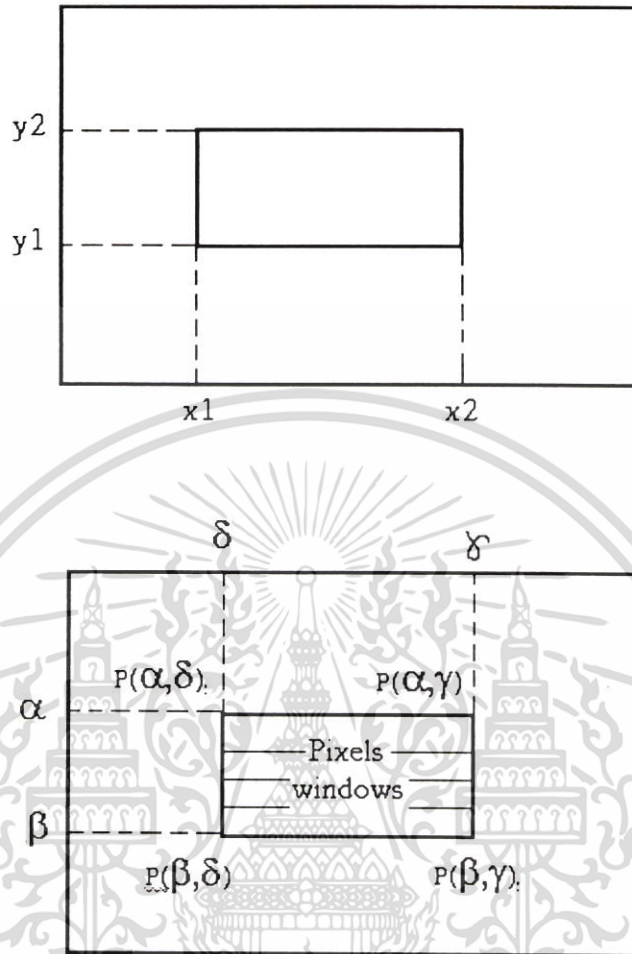
รูปที่ 2.5 คณิตของพิกเซลในเมตริกซ์

ค่าของพิกเซลหรือฟังก์ชัน  $p(i,j)$  ณ จุดใดๆ จะแสดงได้ด้วยค่าของความเข้มแสงซึ่งอาจแบ่งได้หลายระดับ ถ้ามี 2 ระดับจะเป็นแค่ 0 กับ 1

## 2. หน้าต่าง (Windows)

เป็นพื้นที่ส่วนย่อยของภาพหรือเรียกว่า “หน้าต่าง” และสามารถกำหนดได้ด้วยมุม 4 มุมแสดงได้ด้วยค่าพิกเซล  $P(\beta,\delta)$ ,  $P(\beta,\gamma)$ ,  $P(\alpha,\delta)$ ,  $P(\alpha,\gamma)$  แสดงได้ดังรูปที่ 2.5

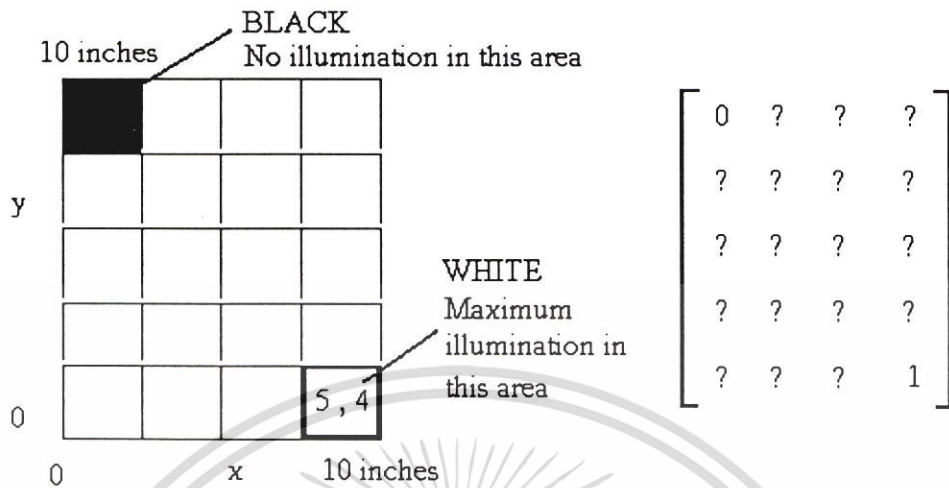
## สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.6 แสดงหน้าต่างของภาพและหน้าต่างของพิกเซล

### 4. ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel Position)

ตำแหน่งของจุดภาพหรือพิกเซลทุกจุดจะต้องอยู่ภายใต้พื้นที่  $N \times M$  เมื่อเราพิจารณาจากรูปที่ 2.7 จะเห็นว่าไม่มีแสงบริเวณมุมบนซ้ายและบริเวณที่สว่างที่สุดอยู่ที่มุมล่างของภาพซึ่งมีขนาด  $10 \times 10$  นิ้ว พื้นที่ที่ไม่มีแสงแสดงได้ด้วยศูนย์ ส่วนพื้นที่ที่สว่างที่สุดแสดงได้ด้วยหนึ่ง และภาพที่เห็นได้คือ  $5 \times 4$  เมตริกซ์ (5 แถว 4 คอลัมน์) แต่ละส่วนของภาพจะกว้าง 2.5 นิ้ว บริเวณมุมซ้ายจะเป็นศูนย์ และพื้นที่  $2.5 \times 2$  ตารางนิ้ว จะเป็นหนึ่ง ซึ่งนำมาเขียนเป็นเมตริกซ์ได้ดังรูปที่ 2.7



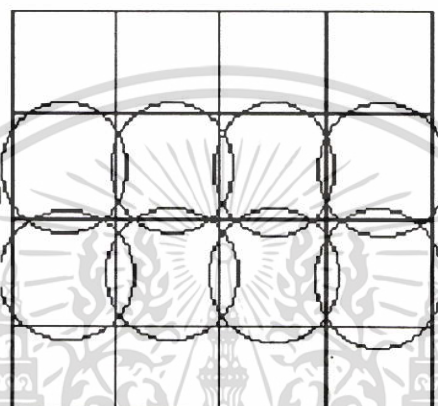
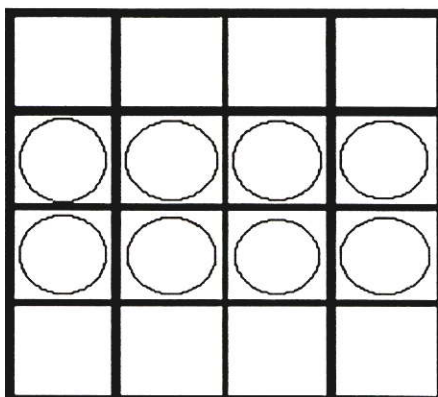
### รูปที่ 2.7 การแปลงภาพให้เป็นพิกเซลเมตริกซ์

จากเมตริกซ์ในรูปที่ 2.7 ถ้ามีระดับ (Gray Code) เป็น 6 ระดับค่าของพิกเซล ณ บริเวณที่สว่างที่สุดจะมีค่าเป็น 15

ลักษณะการแสดงผลในแต่ละพิกเซลหรือจุดภาพจะขึ้นกับเซ็นเซอร์ซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะ

1. แสดงผลเฉพาะพิกเซล
2. แสดงผลเหมือนกัน

ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การแสดงผลของจุดภาพ

### 5. ระดับเทา (Gray Scale)

ระดับเทาเป็นค่าที่บอกถึงความสว่างของจุดภาพ เราสามารถเพิ่มความสว่างหรือระดับเทาให้กับจุดภาพได้หลายระดับ โดยการเพิ่มจำนวนของบิตในการนำเสนอค่าของพิกเซล ตัวอย่างเช่น ต้องการระดับความสว่าง 4 ระดับต้องใช้บิตจำนวน 2 บิต 16ระดับต้องใช้บิตจำนวน 4 บิต 256 ระดับต้องใช้บิตจำนวน 8 บิต จำนวนของระดับความสว่างหาได้จาก 2 ยกกำลังด้วยจำนวนบิต ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าย่านของระดับเทา

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

### 2.4.2 ฮิสโตแกรม (Histograms)

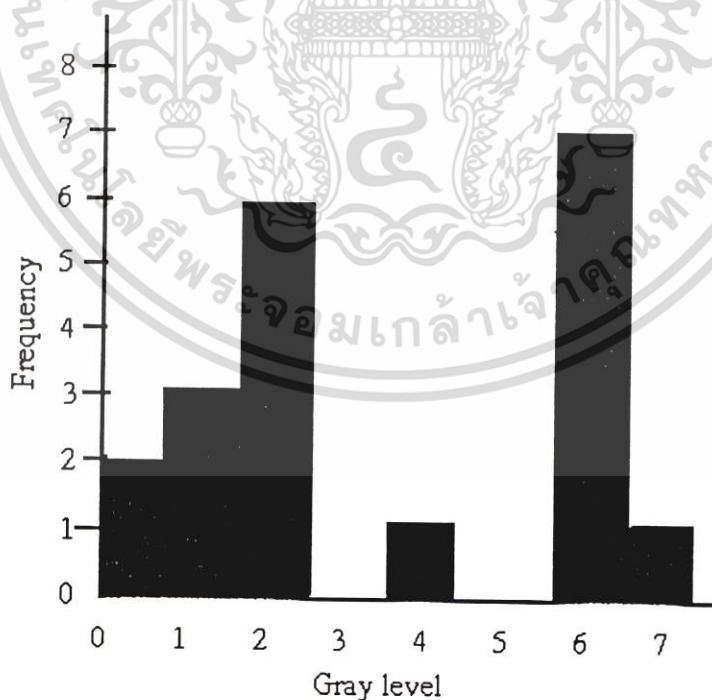
ฮิสโตแกรมเป็นกราฟแท่งที่บอกถึงความถี่ของแต่ละความเข้มแสง (Gray Scale) ของภาพ จากรูปในแนวแกน  $x$  เป็นค่าของระดับเทา และแกน  $y$  เป็นจำนวนของจุดภาพที่มีระดับเทาต่างๆ เราสามารถทำการสร้างฮิสโตแกรมได้โดย

1. ทำภาพให้เป็นระดับที่แตกต่างกัน
2. นับจำนวนจุดภาพที่มีระดับเทาเดียวกัน ทุกระดับเทา
3. พล็อตความถี่ของจุดภาพที่แต่ละเทา

โดยเราสามารถหาความน่าจะเป็นของจุดภาพ ณ ระดับทางหนึ่งๆ ได้ตามสมการ

$P(b)$  ณ จุด  $(x,y)$  ในภาพ = ค่าของ  $b$  / จำนวนพิกเซลทั้งหมดในภาพ เช่น ที่ระดับเทา 6 ค่าของฮิสโตแกรมเท่ากับ 7 จะได้

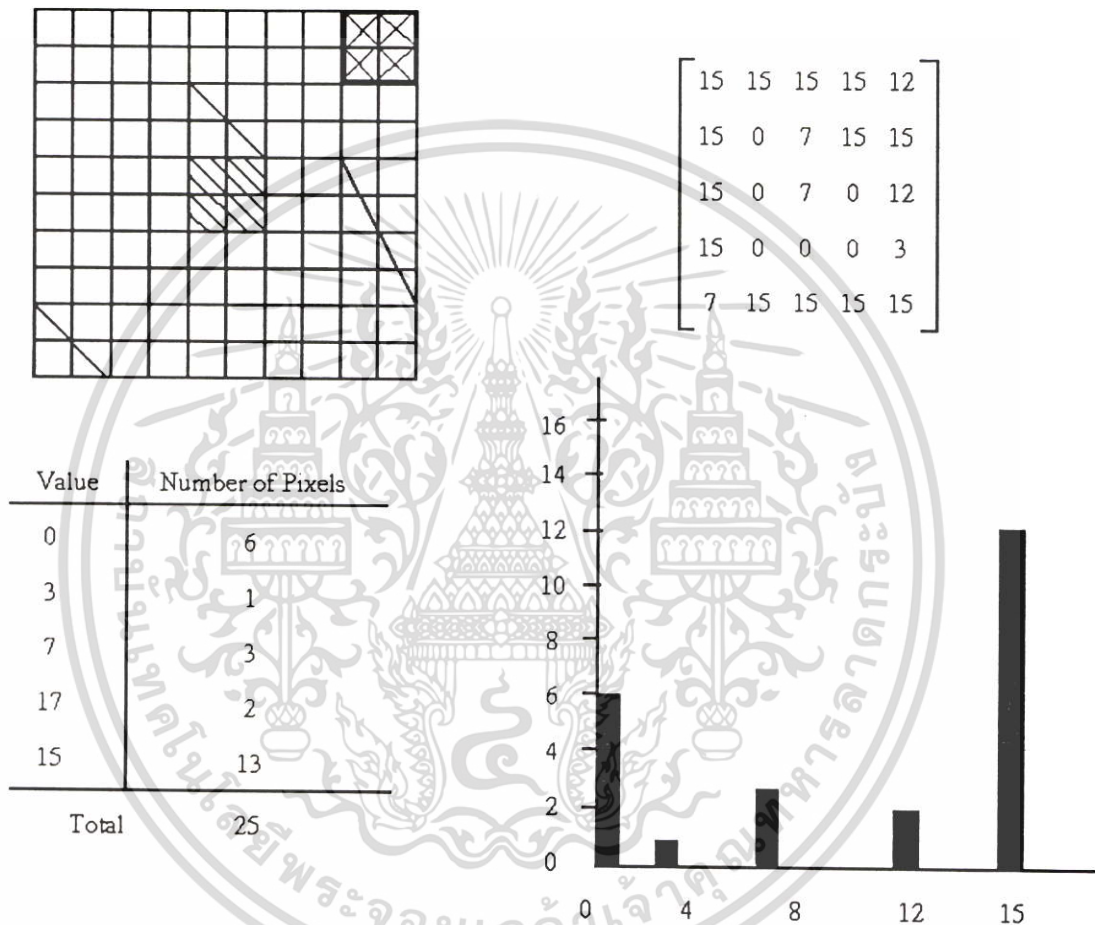
$$P(6) = \frac{7}{20} = 0.35$$



รูปที่ 2.9 ฮิสโตแกรมที่มี 8 ระดับเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างของฮิสโตแกรมจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของภาพ ประโยชน์ของฮิสโตแกรมคือ ใช้สำหรับปรับค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) เพื่อจะแปลงระดับเทาของจอภาพให้เป็นภาพ 2 ระดับหรือใช้สำหรับปรับแต่งส่วนของสเปกตรัมระดับเทา ตัวอย่างของภาพที่มีระดับเทาต่างกันเมื่อนำมาสร้างเป็นฮิสโตแกรม



รูปที่ 2.10 การสร้างฮิสโตแกรมจากภาพ

### วิธีการสร้างฮิสโตแกรมจากภาพ

1. หาจำนวนทั้งหมดของพิกเซลในเมตริก M N  
จะเห็นว่า  $M=10$   $N=10$   
พิกเซลทั้งหมด  $= 10 \times 10 = 100$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สร้างพื้นที่ของภาพแทนด้วยเมตริกซ์ จากตัวอย่างจะได้เมตริกซ์  $5 \times 5$  จำนวนของพิกเซลทั้งหมดที่แทนในเมตริกซ์จะลดลงเหลือ 25 พิกเซล
3. ทำตารางความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเทาและจำนวนของพิกเซล
4. สร้างฮิสโตแกรมเป็นกราฟแท่ง โดยให้ระดับเทาเพิ่มทีละ 1 ระดับในแนวแกน x และเนื่องจากค่าระดับเทาสูงสุดคือ 15 จึงมีระดับเทาทั้งหมด 16 ระดับในแนวแกน y

### 2.4.3 การกำจัดสัญญาณรบกวน

การกำจัดสัญญาณรบกวน ถือว่าเป็นการประมวลผลภาพในขั้นต้น ซึ่งจะต้องทำการก่อนการประมวลผลภาพจริง (Image Processing) การกำจัดสัญญาณรบกวนเป็นขั้นตอนที่จะใช้ในการกำจัดจุดภาพไม่พึงประสงค์ออกจากภาพ สัญญาณรบกวนบนข้อมูลภาพอาจเกิดจากรอยขีดของกระดาษ รอยเปื้อนหมึกหรือรอยขีดข่วน หรืออาจเกิดจากฟังก์ชันในการแปลงจากข้อมูลเชิงอนาล็อกไปเป็นข้อมูลเชิงดิจิทัล

โดยทั่วไปแล้วลักษณะของข้อมูลภาพที่จะเป็นสัญญาณรบกวน (ทั้งประเภทจุดภาพเดี่ยวและกลุ่มของจุดภาพ) จะมีอยู่ 2 รูปแบบคือ สัญญาณรบกวนประเภทที่เป็นจุดภาพดำไปปรากฏอยู่บนกลุ่มของจุดภาพที่เป็นหลังขาว และสัญญาณรบกวนประเภทที่เป็นพื้นหลังขาวที่ไปปรากฏอยู่บนตัวเนื้อหาของกลุ่มจุดภาพดำ นั่นก็คือ จุดภาพที่เป็นสัญญาณรบกวนต้องถูกล้อมรอบด้วยข้อมูลอื่น ดังนั้นในการกำจัดสัญญาณรบกวน ก็จะต้องเป็นการพิจารณาระหว่างจุดภาพสัญญาณรบกวนกับจุดภาพที่อยู่รอบข้าง โดยการกำหนดเป็นกรอบหน้าต่าง หรือเมตริกซ์จตุรัส ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้กำหนดวิธีการในการกำจัดสัญญาณรบกวนไว้ 2 วิธี คือ การใช้มอร์โฟโลยีทางคณิตศาสตร์และการใช้อัลกอริทึมของ kFill

#### 1. การกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้มอร์โฟโลยีทางคณิตศาสตร์

มอร์โฟโลยี (Morphology) มาจากรากศัพท์ทางชีววิทยา ซึ่งหมายถึงการศึกษาถึงรูปแบบและโครงสร้างของทั้งพืชและสัตว์ ดังนั้นเรานำคำว่า “มอร์โฟโลยี” มารวมกับ “คณิตศาสตร์” ก็จะมีคามหมายถึงการนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการศึกษารูปแบบและโครงสร้างของวัตถุหรือสิ่งของอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งคณิตศาสตร์ที่จะใช้ในกระบวนการมอร์โฟโลยีคือ ทฤษฎีเซต (Set Theory)

#### บทนิยามเบื้องต้นของมอร์โฟโลยีทางคณิตศาสตร์

ถ้าเรากำหนดเซต A และ B เป็นเซตอยู่ในมิติ 2 มิติ โดยกำหนดให้  $a = (a_1, a_2)$ ,  $b = (b_1, b_2)$ ,  $x = (x_1, x_2)$  เป็นนิยามพื้นฐานของมอร์โฟโลยีทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญดังนี้

1. ทรานสเลชัน (Translation) เป็นการย้ายตำแหน่งของจุดภาพในเซต A โดยสเกลาร์  $x = (x_1, x_2)$  เขียนแทนด้วย  $(A)_x$  นิยามไว้ดังนี้

$$(A)_x = \{c | c = a + x; a \in A\} \quad (2.1)$$

2. รีเฟล็กชัน (Reflection) ของเซต B เขียนแทนด้วย  $\hat{B}$  นิยามไว้ดังนี้

$$\hat{B} = \{x | x = -b; b \in B\} \quad (2.2)$$

3. คอมพลิเมนต์ (Complement) ของเซต A เขียนแทนด้วย  $A^c$  นิยามไว้ดังนี้







$$A^c = \{x | x \notin A\} \quad (2.3)$$

4. ผลต่างของเซต A และ B (Difference) เขียนแทนด้วย  $A - B$  นิยามไว้ดังนี้

$$A - B = \{x | x \in A, x \notin B\} \quad (2.4)$$

โดยทั่วไปแล้วหลักการพื้นฐานของมอร์โฟโลยีทางคณิตศาสตร์จะเป็นการพิจารณาเฉพาะจุดภาพที่เป็นตัวเนื้อข้อมูลเท่านั้น ซึ่งนั่นก็คือ ถ้าเรากำลังสนใจภาพ 2 ระดับ การทำงานมอร์โฟโลยีก็จะเป็นการพิจารณาเฉพาะกลุ่มของจุดภาพซึ่งเป็นตัวเนื้อข้อมูลเท่านั้น ส่วนกลุ่มของจุดภาพขาวที่เป็นภาพพื้นหลังที่ไปปรากฏอยู่บนตัวอักษรจะไม่นำมาพิจารณา มอร์โฟโลยีทางคณิตศาสตร์มีรูปแบบในการทำงานที่สำคัญ คือ ไคเลชัน อีรอสัน โคลส์ซิง และโอเพนิง

กำหนดให้ข้อมูลภาพที่ศึกษาเป็นข้อมูลในเมตริกซ์ 2 มิติ กล่าวคือ แต่ละจุดภาพสามารถกำหนดให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์ของระบบแกนพิกัดมุมฉาก (XY-Plan) รูปที่ 2.11 แสดงตัวอย่างภาพที่อยู่ในเมตริกซ์ 2 มิติ

				1	0	0	0
				0	1	1	0
				0	1	1	0
				0	0	0	0
				0	0	0	1

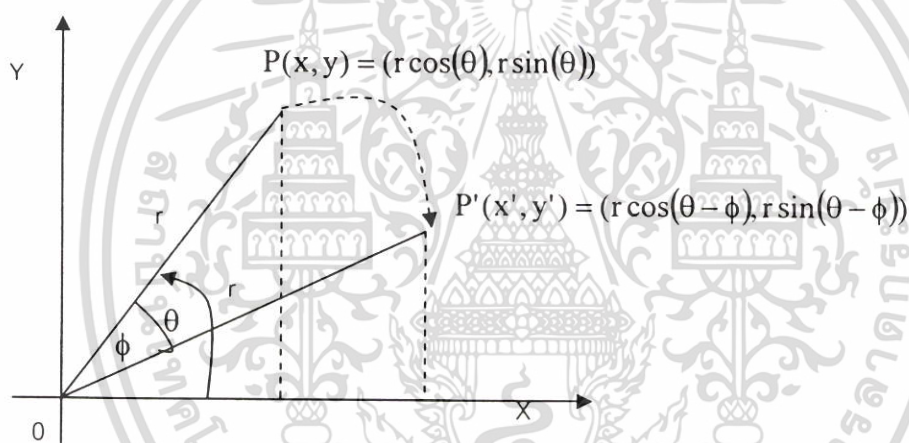
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างจุดภาพในเมตริกซ์ 2 มิติ

### 2.4.4 การหมุนภาพเอกสารกลับ

ภายหลังเมื่อทำการประมาณค่าความเอียงของเอกสารเรียบร้อยแล้ว ถ้าพบว่าค่ามุมเอียงของหน้าเอกสารมีค่าไม่เท่ากับ 0 องศา จำเป็นต้องหมุนภาพเอกสารกลับตามค่ามุมเอียงที่ทำการประมาณได้ และหมุนตามทิศทางของเครื่องหมายของ  $a$  โดยการหมุนภาพกลับจะมี 2 ทิศ คือ หมุนตามเข็มนาฬิกา และหมุนทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งในการคำนวณหาตำแหน่งใหม่ของจุดภาพหลังจากการหมุนจะคำนวณได้จากความสัมพันธ์ของสมการ ดังนี้

#### 1. การหมุนภาพตามเข็มนาฬิกา (Clockwise Rotation)

เมื่อทำการประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสาร แล้วได้ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรตาม  $**$  และมีเครื่องหมายเป็นบวก จะต้องหมุนภาพนั้นกลับในทางเข็มนาฬิกาไปเป็นมุมเท่ากับองศาจากเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การหาค่าตำแหน่ง ของ  $P'(x', y')$  จาก  $P(x, y)$

จากรูปที่ 2.12 ต้องการหาค่าตำแหน่ง ของ  $P'(x', y')$  จาก  $P(x, y)$  โดยการหมุนภาพตามเข็มนาฬิกา จะต้องมีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

$$\text{จาก } P(x, y) = (r \cos(\phi), r \sin(\phi))$$

$$\therefore x = r \cos(\phi)$$

$$y = r \sin(\phi)$$

$$\text{จาก } P'(x', y') = (r \cos(\theta - \phi), r \sin(\theta - \phi))$$

$$\therefore x' = r \cos(\theta - \phi)$$

$$= r \cos \theta \cos \phi + r \sin \theta \sin \phi$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(2.5) \quad x' = r \cos \phi + y \sin \phi$$

และ 
$$y' = r \sin(\theta - \phi)$$

$$= r \sin \theta \cos \phi - r \cos \theta \sin \phi$$

$$y' = y \cos \phi - x \sin \phi$$

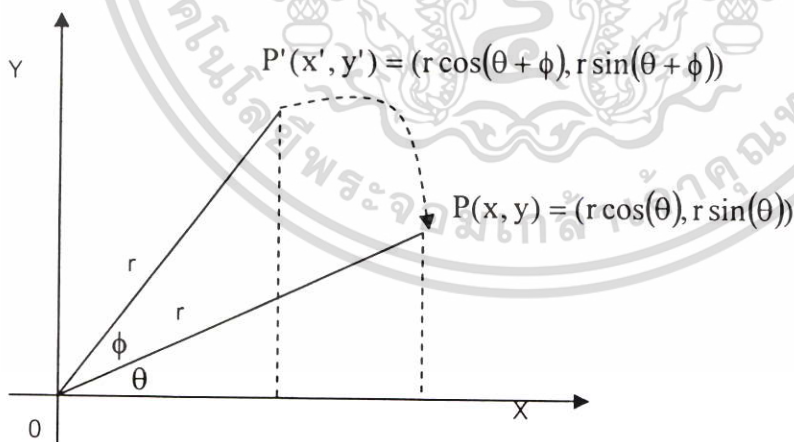
(2.6)

จากสมการที่ (2.5) และ (2.6) เราสามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง ระหว่างตำแหน่งจุดภาพเดิมกับตำแหน่งจุดภาพใหม่ของการหมุนภาพในทางตามเข็มนาฬิกา ดังนี้

$$(2.7) \quad \begin{matrix} x' \\ y' \end{matrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \phi & -\sin \phi \\ \sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix}$$

## 2 การหมุนภาพทวนเข็มนาฬิกา (CounterClockwise Rotation)

เมื่อทำการประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสาร แล้วได้ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร  $a \neq 0$  และมีเครื่องหมายเป็นลบ จะต้องหมุนภาพนั้นกลับในทางทวนเข็มนาฬิกา ไปเป็นมุมเท่ากับ  $\phi$  องศาเดิม ดังแสดงในภาพที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การหาตำแหน่งของ  $P'(x', y')$  จาก  $P(x, y)$  โดยการหมุนภาพตามทวนเข็มนาฬิกา

จากรูปที่ 2.13 ต้องการหาตำแหน่งของ  $P'(x', y')$  จาก  $P(x, y)$  โดยการหมุนภาพตามทวนเข็มนาฬิกา จะมีขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก  $P(x, y) = (r \cos(\phi), r \sin(\phi))$

$$\therefore x = r \cos(\phi)$$

$$y = r \sin(\phi)$$

จาก  $P'(x', y') = (r \cos(\theta + \phi), r \sin(\theta + \phi))$

$$\therefore x' = r \cos(\theta + \phi)$$

$$= r \cos \theta \cos \phi - r \sin \theta \sin \phi$$

$$x' = r \cos \phi - y \sin \phi$$

(2.8)

และ  $y' = r \sin(\theta + \phi)$

$$= r \sin \theta \cos \phi + r \cos \theta \sin \phi$$

$$y' = y \cos \phi - x \sin \phi$$

(2.9)

จากสมการที่ (2.16) และ (2.14) เราสามารถเขียนความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง ระหว่างตำแหน่งจุดภาพเดิมกับตำแหน่งจุดภาพใหม่ของการหมุนภาพในทางทวนเข็มนาฬิกา ดังนี้

$$\begin{matrix} x' \\ y' \end{matrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \phi & \sin \phi \\ -\sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix}$$

(2.10)

#### 2.4.5 การจดจำตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทย

ภาพตัวอักษรในหน่วยความจำจะถูกตรวจสอบทีละตัว โดยการกวาดทางแนวตั้งจากมุมล่างซ้ายไปยังมุมบนขวา เมื่อพบจุดแรกจะถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของตัวอักษรตัวแรก ตรวจสอบจุด Coordinate ที่มีค่าต่ำสุดและสูงสุดของตัวอักษรตัวนั้นเพื่อหาขนาดความกว้างและความสูงโดยให้  $L_n$  คือ จุดปัจจุบันใดๆ บนเส้นขอบรูปอักษรแต่ละตัว

$n$  คือ 1,2,3,4,5.....N

$n = 1$  : ถ้าเป็นจุดแรกของตัวอักษร

$n = N$  : ถ้าเป็นจุดสุดท้ายของตัวอักษรตัวเดียวกัน

$x, y$  : เป็นจุด Coordinate ของ  $L_n$  จะต้องบันทึกไว้ทุกจุด

$L_{n+1}$  : เป็นจุดที่จะบันทึกค่า  $x, y$  จุดต่อไป

$L_{n-1}$  : เป็นจุดอดีตที่เพิ่งผ่านการบันทึกค่า  $x, y$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$X_{max}$  : ค่า Coordinate ของ  $x$  ที่มีค่าสูงสุด

$X_{min}$  : ค่า Coordinate ของ  $x$  ที่มีค่าต่ำสุด

$Y_{max}$  : ค่า Coordinate ของ  $y$  ที่มีค่าสูงสุด

$Y_{min}$  : ค่า Coordinate ของ  $y$  ที่มีค่าต่ำสุด

เขียนโปรแกรมเพื่อหาค่า  $X_{max}$ ,  $X_{min}$ ,  $Y_{max}$ ,  $Y_{min}$  ของตัวอักษรแต่ละตัวพร้อมทั้งบันทึกค่า Coordinate  $x,y$  ของ Ln ทุกจุด ซึ่งสามารถหาขนาดความกว้างและความสูงของอักษรแต่ละตัวได้จาก สมการที่ 2.11 และ 2.12

$$I = X_{max} - X_{min} + 1$$

(2.11)

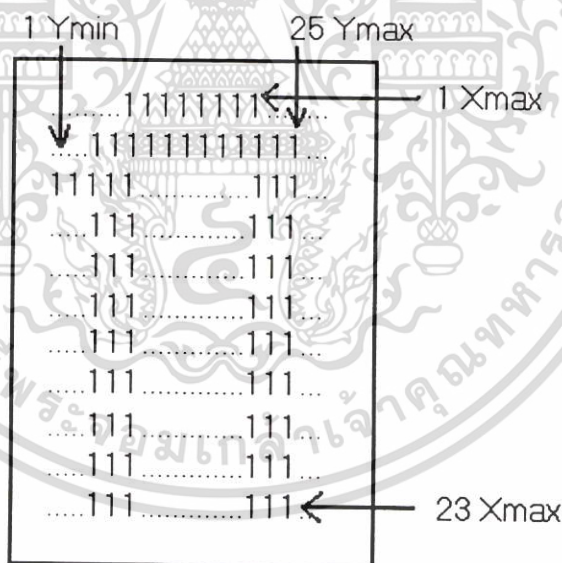
$$J = Y_{max} - Y_{min} + 1$$

(2.12)

เมื่อ  $I$  คือขนาดความกว้างของอักษรแต่ละตัว

$J$  คือขนาดความสูงของอักษรแต่ละตัว

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าขนาดความกว้างความสูงของตัวอักษร ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ค่าที่จุด Coordinate สูงสุดและต่ำสุด

จากรูปที่ 2.14 ได้ค่าที่จุด Coordinate สูงสุดและต่ำสุดดังนี้

$$X_{max} = 25$$

$$X_{min} = 1$$

$$Y_{max} = 23$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Y_{min} = 1$$

แทนค่าลงในสมการที่ 2.11

$$\begin{aligned} I &= X_{max} - X_{min} + 1 \\ &= 25 - 1 + 1 \\ &= 25 \end{aligned}$$

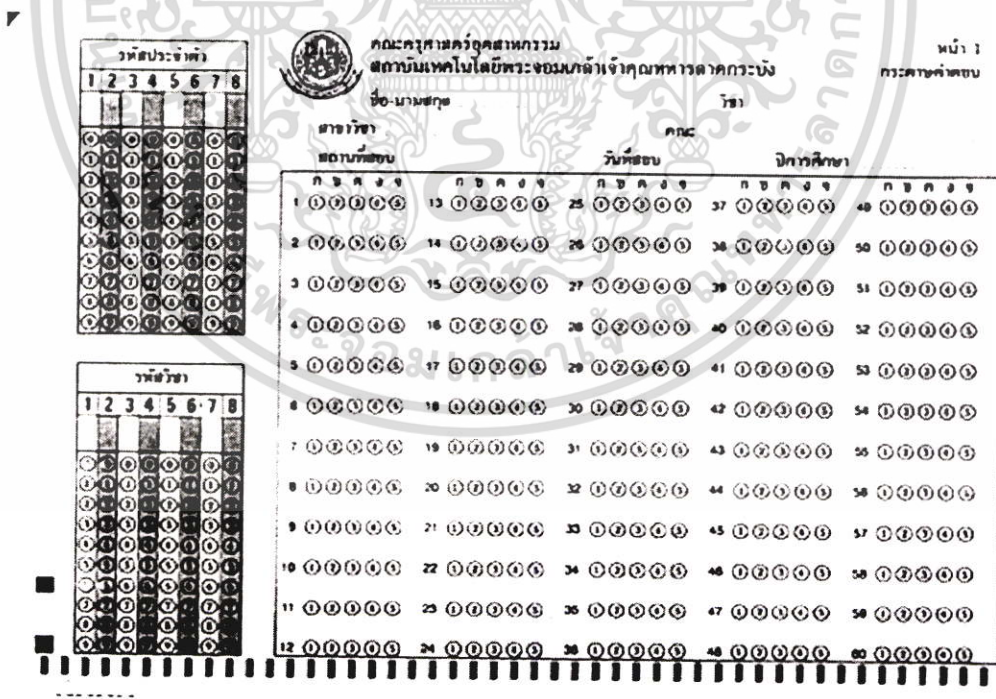
และ  $J = Y_{max} - Y_{min} + 1$

$$\begin{aligned} &= 23 - 1 + 1 \\ &= 23 \end{aligned}$$

ดังนั้นตัวอักษรจากรูปที่ 2.14 จึงมีขนาดความกว้างเท่ากับ 25 และความสูงเท่ากับ 23

### 2.5 กระดาษคำตอบ

กระดาษคำตอบที่จะพัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ปรับปรุงจากกระดาษคำตอบที่ตรวจด้วยเครื่องคำตอบอัตโนมัติของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2543 โดยมีส่วนประกอบต่างๆ ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.15 ลักษณะกระดาษคำตอบของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากลักษณะในรูปที่ 2.14 พบว่าลักษณะกระดาษคำตอบจะประกอบด้วยหลายส่วน โดยผู้วิจัยจะขอแบ่งส่วนประกอบต่างๆ เป็น 6 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนแสดงชื่อสถานศึกษา หรือหน่วยงาน จะแสดงชื่อสถานศึกษา หรือหน่วยงานที่เป็นเจ้าของกระดาษคำตอบ

2. ส่วนกรอกข้อมูลของผู้ตอบโดยให้ผู้ตอบเขียน 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 ช่องแสดงคำตอบจำนวน 150 ข้อ โดยในแต่ละข้อคำตอบ มีช่องว่างตัวเลือก 5 ตัว แทนการเลือกคำตอบ โดยแบ่งได้เป็น 3 แบบชุดตัวเลือก คือ ก ข ง จ, A B C D E และ 1 2 3 4 5

5. ส่วนแสดงคำแนะนำการใช้กระดาษคำตอบ ประกอบด้วยคำแนะนำต่างๆ และตัวอย่างการระบายคำตอบ

6. ส่วนระบุตำแหน่งของกระดาษคำตอบ เป็นส่วนที่ใช้สำหรับอ้างอิงตำแหน่งต่างๆ ในกระดาษคำตอบสำหรับเครื่องตรวจกระดาษคำตอบ

## 2.6 คำที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางด้านภาพด้วย Visual C++

การดำเนินการกับภาพด้วย Visual C++ นั้นมีคำที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางด้านภาพด้วย Visual C++ ดังนี้

1. กราฟิก (Graphics) หมายถึง ภาพที่เราสามารถมองเห็นได้
2. พิกเซล (Pixel) เป็นส่วนที่เล็กที่สุดที่สามารถแสดงให้เห็นได้ที่จอภาพและอุปกรณ์แสดงผลประเภทกราฟิกของระบบคอมพิวเตอร์ พิกเซลเป็นส่วนประกอบพื้นฐานสำหรับการใช้ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างกราฟิกคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพราะทุกๆ ส่วนของกราฟิก เช่น จุด เส้น ภาพ สี เงา เป็นต้น ล้วนประกอบขึ้นจากพิกเซล การแสดงพิกเซลเพื่อให้มองเห็นเป็นภาพจะต้องกำหนดสีของพิกเซลและตำแหน่งที่จะแสดงพิกเซลนั้นเมื่อนำพิกเซลต่างๆ มาจัดเรียงในตำแหน่งที่เหมาะสมจะทำให้มองเห็นเป็นภาพ

3. รีโซลูชัน (Resolution) หมายถึง รายละเอียดที่อุปกรณ์แสดงกราฟิกชนิดหนึ่งมีอยู่ ค่ารีโซลูชันมักระบุเป็นจำนวนพิกเซลในแนวนอน คือ แนวนอน X และจำนวนพิกเซลในแนวแกน Y ดังนั้น รีโซลูชัน 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 โดยในเดสก์ท็อป จะกำหนดค่าคงที่ clBlack แทนค่าสีดำ

5. เครื่องมือกราฟิกของ Visual C++ มีเครื่องมือเกี่ยวกับกราฟิกมากมายและเครื่องมือกราฟิกของ Visual C++ ส่วนมากที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ

5.1 Canvas (แคนวาส) เป็นคอมโพเนนต์ซึ่งทำหน้าที่เป็นบริเวณแสดงภาพ

5.2 Pixel (พิกเซล) ใช้สำหรับแสดงจุดสีที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในฟอร์ม

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุทธิพงษ์ รังสรรค์เสรี และกฤษณะ ชินสาร (2539 : 45) ได้ทำรายงานการวิจัยเรื่องเครื่องตรวจจับข้อบกพร่องระดับมืออาชีพเสนอใช้การเปรียบเทียบความแตกต่างของฮิสโตแกรมระหว่างส่วนต้นแบบ (Model Part) กับส่วนอินพุต (Input Part) ในการทำงานของระบบตรวจจับข้อบกพร่องอัตโนมัติ จากผลการทดลองพบว่าวิธีที่นำเสนอสามารถตรวจสอบได้รวดเร็ว มีความยืดหยุ่น และมีความถูกต้องสูง ทั้งนี้เพราะไม่ใช้การเปรียบเทียบของตำแหน่งจุดภาพ แต่จะใช้ความแตกต่างของฮิสโตแกรมในแต่ละช่วงที่เราสนใจแทน ปัญหาที่พบของระบบตรวจจับข้อบกพร่องอัตโนมัติ คือ ปัญหาคุณภาพของภาพเอกสารที่ได้จากการสแกนภาพทางสแกนเนอร์ไม่ดีพอ เช่น แนวเส้นตรงไม่ชัดเจนทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์หาประเภทของฟอร์มที่เข้ามาได้ หรือการเกิดกลุ่มสัญญาณรบกวนบนภาพเอกสารที่ใหญ่โตเกินไป (จนไม่สามารถขจัดออกไปได้) ทำให้เกิดฮิสโตแกรมสองกลุ่ม คือกลุ่มที่ผู้เข้าสอบระบายจริง กับกลุ่มสัญญาณรบกวนซึ่งจะทำให้โปรแกรมประมวลผลผิดจากความเป็นจริงไป แนวทางการพัฒนาต่อไปให้ระบบตรวจจับข้อบกพร่องสามารถทำงานได้ทั้งประเภท Off-line และ On-line Processing ซึ่งจะทำให้การทำงานเหมือนจริงมากยิ่งขึ้น ซึ่งการจะ

ติดต่อกับสแกนเนอร์ได้ก็ควรพัฒนาโปรแกรมภาพได้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ที่มีการจัดการเกี่ยวกับอุปกรณ์รอบข้างต่างๆดีกว่าระบบปฏิบัติการดอส

กฤษณะ ชินสาร (2540 : 106) ได้ทดลองแล้วพบว่าวิธีที่นำเสนอโดยใช้อัลกอริทึมของ kFill โดยเลือกค่า  $k=3$  และแก้ความเอียงของหน้าเอกสาร รวมทั้งการสร้างโมเดลแบบฟอร์มของกระดาษคำตอบ สามารถตรวจสอบได้รวดเร็ว ถูกต้อง มีความยืดหยุ่น มีความน่าเชื่อถือ และเป็นระบบตรวจสอบปรนัยราคาถูก ส่วนความถูกต้องของความถูกต้องของการตรวจคำตอบทำการวัดออกมาเป็นร้อยละ พบว่าจากแบบฟอร์มกระดาษคำตอบ 30 ตัวอย่างต่อหนึ่งวิธีทำการทดลองพบว่า ถ้าเป็นการทำข้อสอบโดยการกากบาทด้วยดินสอดำอย่างต่ำ HB จะทำให้ค่าความถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 96 ถ้าเป็นการทำข้อสอบโดยการกากบาทด้วยปากกา จะทำให้ค่าความถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 แต่ถ้าเป็นการระบายเต็มวงกลมไม่ว่าจะด้วยดินสอดำหรือปากกาจะทำให้ค่าความถูกต้องทั้งหมด

ธีรพงศ์ บุญก่อเกื้อ และพรชัย ธีเลิศวงศ์สกุล (2541 : 41) ได้ทดลองสร้างระบบตรวจสอบโดยวิธีการประมวลผลภาพมาประยุกต์ในการตรวจสอบ มีลักษณะเป็นโปรแกรมประยุกต์ซึ่งตัวโปรแกรมจะรับไฟล์ข้อมูลภาพที่ได้จากการสแกนภาพกระดาษคำตอบที่เป็นเฉลย และรับไฟล์ข้อมูลภาพที่ได้จากการสแกนกระดาษคำตอบของนักศึกษา จากนั้นก็ประมวลผลไฟล์ข้อมูลทั้งสองเพื่อให้ได้คะแนนสอบของนักศึกษาออกมาและทำการแสดงผลของคะแนนนักศึกษา จากการทดลองพบว่า การตรวจสอบของระบบสามารถให้ผลตรวจที่ถูกต้องแม่นยำ ในระดับที่ยอมรับได้ การสแกนกระดาษคำตอบจะต้องมีการวางตำแหน่งของกระดาษให้ตรงกับตำแหน่งของกระดาษคำตอบให้ตรงตำแหน่งที่กำหนดไว้เท่านั้น สำหรับแนวทางการพัฒนาต่อไปจะต้องเพิ่มในการปรับตำแหน่งกระดาษคำตอบ ซึ่งในส่วนนี้จะทำหน้าที่ปรับตำแหน่งของภาพกระดาษคำตอบที่ได้จากการสแกนภาพให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ ก่อนที่จะทำการประมวลผลภาพเพื่อให้ได้คะแนนออกมา ส่วนนี้เองจะเป็นส่วนที่แก้ไขตำแหน่งในการวางกระดาษคำตอบ ดังนั้นหากระบบตรวจสอบแบบปรนัยนี้ได้รับการพัฒนาตรงจุดนี้แล้วจะทำให้ประสิทธิภาพในการตรวจมากยิ่งขึ้น

พรชัยยศ ศรีปัญญาพงศ์ (2542 : 71) พบว่าการทดสอบการทำงานของเครื่องตรวจข้อสอบได้สองส่วนได้แก่ส่วนทางด้านวงจรไฟฟ้ากับส่วนของการขับเคลื่อนกระดาษคำตอบโดยสรุปผลดังนี้ ในส่วนของวงจรไฟฟ้าโดยเฉพาะส่วนของวงจรอ่านที่สร้างขึ้น การจับความเข้มของการฝนดินสอดำโดยใช้ระดับเกรย์ที่ได้จากโปรแกรม VISIO โดยการทดสอบซ้ำ 15 ครั้งจะเห็นว่า การตรวจจับจะได้ค่าที่แน่นอนเมื่อความเข้มระดับเกรย์มากกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นเนื่องจากสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นอีกทั้งปัญหาของการติดตั้งตัวรับและตัวส่งอินฟราเรดที่ไม่ตรงกันอย่างแท้จริงทำให้หัวอ่านแต่ละจุดแตกต่างกันบ้าง สำหรับโปรแกรมควบคุมการทำงานสามารถทำงานได้ในระดับอย่างถูกต้องตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ สำหรับในส่วนของการขับเคลื่อนกระดาษคำตอบนั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถทำงานได้ในระดับที่คาดการณ์ไว้จะมีปัญหาเกิดขึ้นบ้าง แนวการพัฒนาต่อดังนี้ พัฒนาหัวอ่านให้เป็นแบบสะท้อนได้ พัฒนาโปรแกรมการตรวจข้อสอบ เช่น การตัดเกรดบนเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถกำหนดรูปแบบกระดาษคำตอบของผู้ใช้ตามต้องการ พัฒนาโปรแกรมให้สามารถเก็บข้อมูลแบบสอบถามทั่วไป และสามารถอ่านลายมือเขียนได้โดยตรง

กนก รัตนสมบัติ (2543 : 55) ได้พัฒนาส่วนกระดาษคำตอบและโปรแกรมตรวจข้อสอบระบบนี้สามารถควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ให้สามารถนำภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่การวิเคราะห์กระดาษคำตอบ โดยวิธีการเปรียบเทียบตำแหน่งจุดภาพตรวจข้อสอบ วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อ และแสดงผลการตรวจข้อสอบทางจอภาพและเครื่องพิมพ์ได้ ในการวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมด้วยโปรแกรม Delphi และออกแบบกระดาษคำตอบด้วยโปรแกรม Illustrator นอกจากนี้ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในด้านความเร็วในการตรวจข้อสอบ ผลการเปรียบเทียบพบว่าข้อสอบที่ตรวจด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติมีประสิทธิภาพสูงกว่าการตรวจข้อสอบในระบบเดิม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 จากการวิจัยนี้ทำให้ได้ระบบตรวจข้อสอบที่สามารถนำข้อมูลจากกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง ทำให้การประมวลผลข้อสอบต่างๆทั้งในด้านรวมคะแนนและการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบทำได้สะดวกถูกต้องและรวดเร็ว

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่าการที่จะสร้างเครื่องมือในการสร้างระบบตรวจข้อสอบได้นั้นจะต้องเตรียมวิธีการแก้ไขปัญหในส่วนต่างๆที่งานวิจัยแต่ละส่วนได้แนะนำเอาไว้ซึ่งสรุปได้ดังนี้คือ การติดต่อสแกนเนอร์เพื่อให้ใช้ได้กับโปรแกรม การออกแบบกระดาษคำตอบ การปรับความละเอียดในการนำภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ให้มีความรวดเร็วและความละเอียดภาพเพียงพอต่อการประมวลผลภาพ รวมถึงการปรับความเอียงของภาพและแนวคิกหรืออัลกอร์ทึมในการแก้ไขความเอียงของภาพ การวิเคราะห์กระดาษคำตอบโดยวิธีการเปรียบเทียบตำแหน่งจุดภาพ การวิเคราะห์ผลการตรวจต่างๆ จนถึงวิธีการรายงานผลการตรวจให้ผู้ใช้ทราบถึงผลการประมวลผล ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำไปแนวทางปรับปรุงและพัฒนาในการวิจัยต่อไป

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาระบบการตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ โดยการประยุกต์ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์นี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การพัฒนาโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์
- 3.4 เครื่องมือประกอบการพัฒนาการวิจัย
- 3.5 การดำเนินการทดลอง
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

ในการวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบการตรวจข้อสอบ และทำการศึกษาผลการตรวจข้อสอบของระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ด้วยการผลิตกระดาษคำตอบที่ต้นทุนถูก ดังนั้น ประชากรที่ใช้ในการวิจัยจึงเป็นข้อมูลที่เข้าสู่ระบบตรวจข้อสอบ จึงหมายถึง คำตอบที่จัดพิมพ์ลงในกระดาษคำตอบ A4 ด้วยวิธีการต่างกัน ได้แก่ กระดาษอัดสำเนาจากเครื่องถ่ายเอกสาร กระดาษอัดสำเนาจากเครื่องพิมพ์อัดสำเนา และกระดาษจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์

##### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างก็คือ กระดาษคำตอบที่ระบายดินสอลงในกระดาษอัดสำเนาจากเครื่องถ่ายเอกสาร กระดาษอัดสำเนาจากเครื่องพิมพ์อัดสำเนาและกระดาษจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ อย่างละ 100 แผ่น รวมทั้งหมด 300 แผ่น

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมจัดการระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์
2. กระดาษคำตอบที่ออกแบบให้เหมาะกับระบบที่พัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

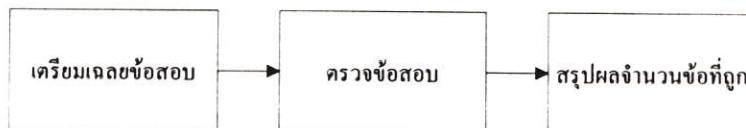
### 3.3 การพัฒนาโปรแกรมระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์

#### 3.3.1 ขั้นตอนการพัฒนาาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์

1. ศึกษาและออกแบบระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ
2. ออกแบบการทำงานของโปรแกรม ที่ใช้ติดต่อกับสแกนเนอร์ยี่ห้อต่างๆ ที่ใช้กับไครฟ์เวอร์ของทเวน และสามารถควบคุมระบบป้อนกระดาษแบบอัตโนมัติ
3. ออกแบบกระดาษคำตอบเพื่อใช้ในระบบตรวจสอบ
4. เขียนโปรแกรมอินเตอร์เฟสระหว่างคอมพิวเตอร์กับสแกนเนอร์
5. เขียนโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ และอ่านกระดาษคำตอบ
6. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ และอ่านกระดาษคำตอบ
7. เขียนโปรแกรมตรวจข้อสอบ
8. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบ
9. เขียนโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ
10. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ
11. เขียนโปรแกรมหลัก เพื่อผนวก โปรแกรมที่เขียนในแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน
12. ทดสอบการทำงานทุกส่วนของโปรแกรมที่เขียนขึ้น
13. สร้างกระดาษคำตอบ
14. ทดลองระบบ และศึกษาผลตรวจของระบบตรวจสอบ
15. นำผลที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง มาทำการวิเคราะห์ เพื่อทำการหาผลการศึกษาในการตรวจข้อสอบของระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์
16. นำผลการตรวจข้อสอบมาแสดงในรูปแบบเว็บเพจหรือ HTML

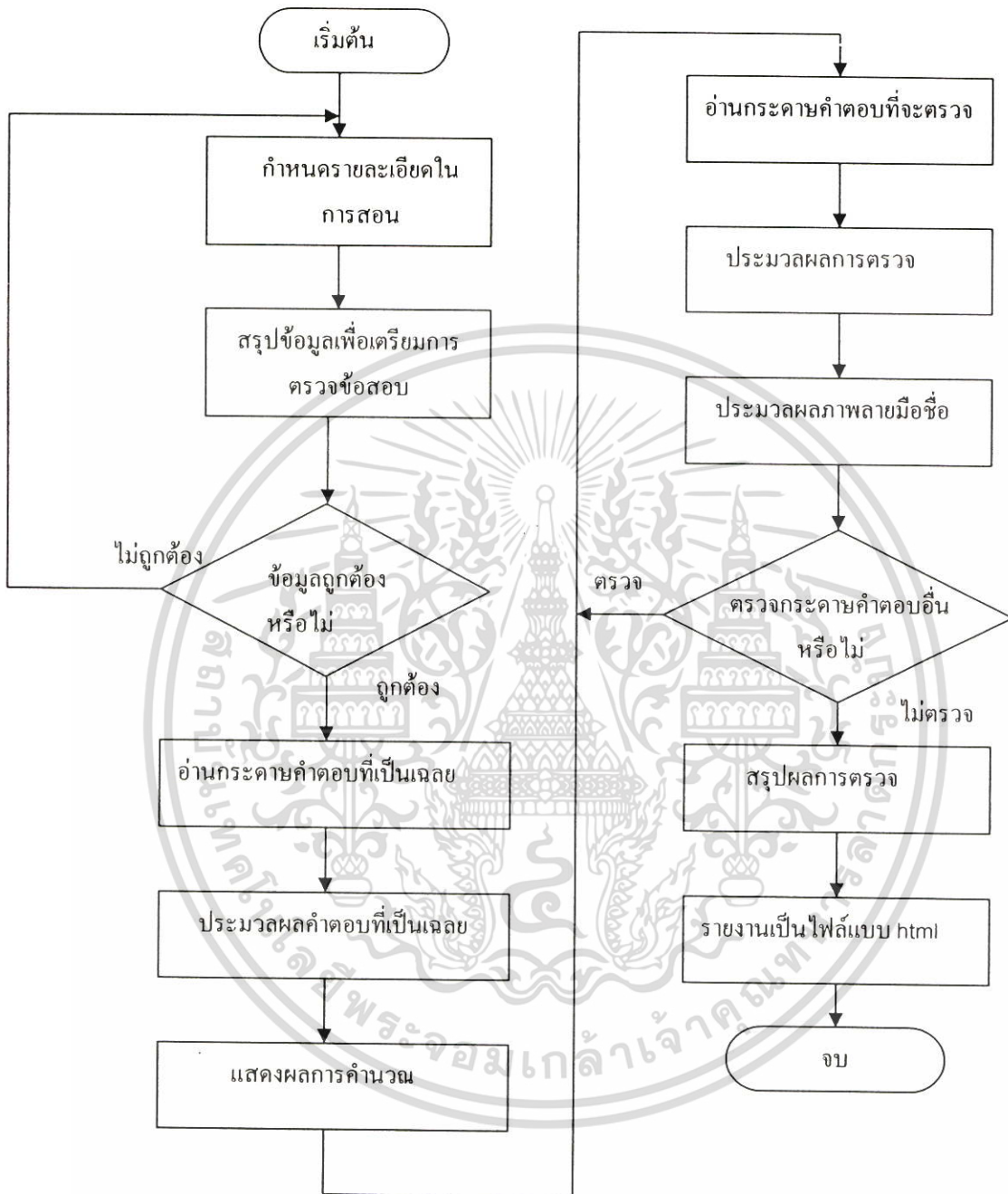
#### 3.3.2 การออกแบบการทำงานของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบโดยใช้เครื่องสแกนเนอร์ และการประมวลผลภาพ จะใช้แนวคิดพื้นฐานการตรวจข้อสอบโดยทั่วไป คือ เตรียมเฉลยข้อสอบ ตรวจคำตอบ สรุปผล จำนวนข้อที่ตอบถูก จากนั้นทำการตรวจกระดาษคำตอบดังแสดงในรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 แนวคิดพื้นฐานการตรวจข้อสอบโดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

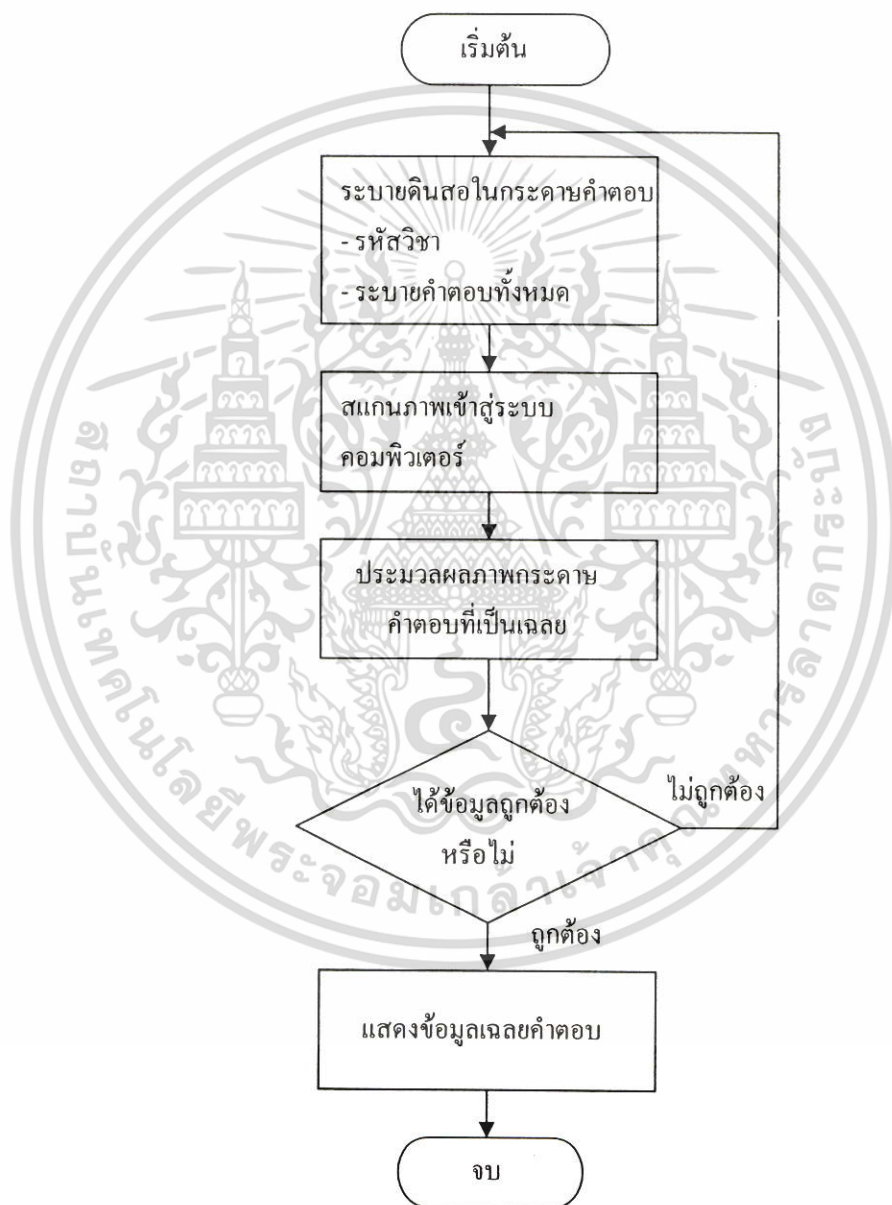


รูปที่ 3.2 ผังงานการทำงานของโปรแกรมโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของโปรแกรมโดยรวม เริ่มจากการกำหนดรายละเอียดในการสอบต่าง ๆ เช่น รหัสวิชา ชื่อวิชาที่สอบ สถานที่สอบ วันที่สอบ ภาคเรียน/ปีการศึกษา ชั้นเรียน/ห้อง/กลุ่มที่สอบ จำนวนข้อคำตอบของข้อสอบทั้งหมด เป็นต้น

ขั้นตอนการป้อนเฉลยข้อสอบเข้าสู่โปรแกรมในส่วนโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ ผู้วิจัยเห็นว่าควรออกแบบให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกป้อนคำตอบโดยการพิมพ์ข้อมูลคำตอบ หรือการสแกนภาพเฉลยคำตอบได้ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากกำหนดรายละเอียดในการสอบและเฉลยข้อสอบแล้ว โปรแกรมจะแสดงสรุปข้อมูลที่กำหนดไว้เพื่อให้ผู้ใช้ตรวจสอบว่าข้อมูลนั้นมีความถูกต้องหรือไม่ หากไม่ถูกต้องผู้ใช้สามารถทำการแก้ไขได้โดยทันที แต่หากผู้ใช้โปรแกรมเห็นว่าข้อมูลถูกต้องแล้วสามารถอ่านกระดาษคำตอบของผู้ตอบได้ต่อไป

การอ่านกระดาษคำตอบ เป็นการนำภาพกระดาษคำตอบของผู้ตอบเข้าเครื่องสแกนเนอร์แล้วทำการสแกนภาพกระดาษคำตอบเมื่อสแกนภาพเสร็จ จะทำการประมวลผลภาพกระดาษคำตอบฉบับนั้น โดยวิธีการเปรียบเทียบจุดภาพที่อ่านได้จากกระดาษคำตอบ กับจุดภาพในกระดาษคำตอบที่ออกแบบไว้ ฟังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอ่านคำตอบ แสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ฟังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอ่านคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมวลผลภาพกระดาษคำตอบ จะใช้ในการประมวลผลในการระบายส่วนต่าง ๆ เช่น รหัสวิชา รหัสผู้สอบ และคำตอบที่ผู้สอบเลือก เป็นต้น เมื่อทำการประมวลผลภาพเสร็จแล้ว จึงทำการแสดงสรุปผลการประมวลผลภาพ เช่น รหัสวิชา รหัสผู้สอบ คำตอบที่ผู้สอบเลือก จำนวนข้อ ที่ผู้สอบเลือก รหัสวิชาตรงกับที่เตรียมไว้ในตอนต้นหรือไม่ เป็นต้น

เมื่อได้ข้อมูลการตอบของผู้สอบแล้วจะนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบกับเฉลยคำตอบที่กำหนดไว้ในขั้นต้น โดยการตรวจกระดาษคำตอบจะแสดงในรูปที่ 3.5



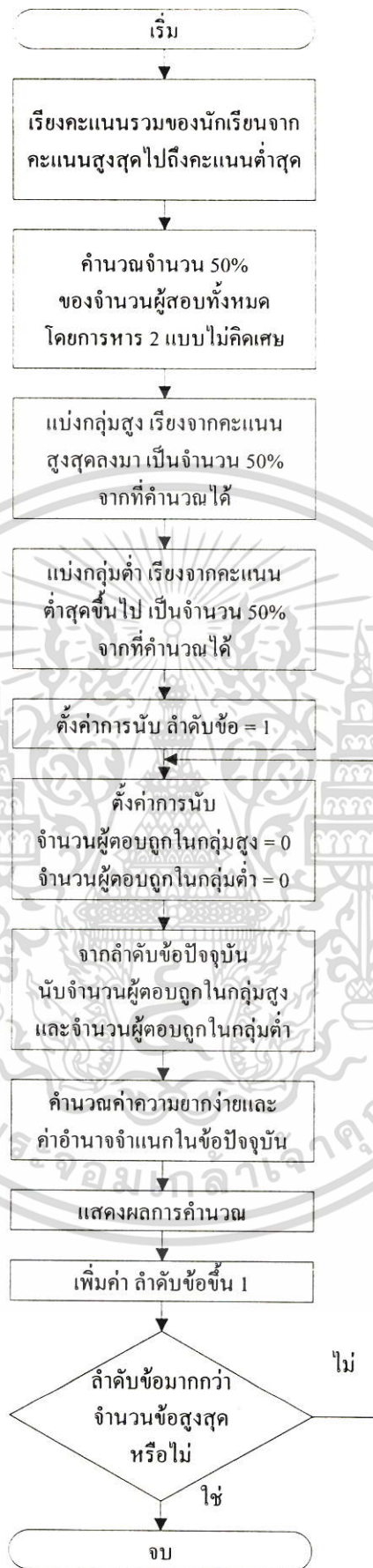
รูปที่ 3.5 ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.5 จะเห็นได้ว่าการตรวจกระดาษคำตอบจะเริ่มจากการอ่านคำตอบจากเฉลยข้อสอบที่กำหนดไว้ในขั้นต้น จากนั้นจะอ่านคำตอบของผู้ตอบที่ได้จากการสแกน แล้วนำมาเปรียบเทียบกันหากพบว่าเหมือนกัน จะนับข้อถูกเพิ่มขึ้น 1 ข้อ ทำเช่นนี้ไปจนครบทุกคำตอบ จึงแสดงผลการตรวจข้อสอบในฉบับนั้น เป็นจำนวนข้อที่ตอบถูก จำนวนข้อที่ตอบผิด หมายเลขข้อที่ตอบถูก และหมายเลขข้อที่ตอบผิด จากนั้นจึงจะตรวจข้อสอบในฉบับต่อไป ตามผังงานการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบโดยรวม

เมื่อตรวจข้อสอบครบ 1 ชุด แล้ว สามารถทำการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อได้ โดยงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้คอมพิวเตอร์เป็นผู้จัดเรียงและแบ่งกลุ่มคะแนน ดังนั้นจึงเลือกเทคนิคการแบ่งกลุ่มคะแนนแบบ 50% ในการคำนวณ หมายถึงแบ่งจำนวนผู้สอบที่ทำคะแนนในกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำ จำนวนกลุ่มละ 50% ของจำนวนผู้สอบทั้งหมด การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก มีขั้นตอนดังผังงานในรูปที่ 3.6





รูปที่ 3.6 ผังงานขั้นตอนการคำนวณค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.3 การออกแบบกระดาษคำตอบเพื่อใช้ในระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

กนก รัตนสมบัติ (2545 : 28) ได้ออกแบบกระดาษคำตอบโดยลักษณะของกระดาษคำตอบ ได้ดัดแปลงรูปแบบจากกระดาษคำตอบของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2543 โดยออกแบบให้มีส่วนประกอบดังนี้

1. ส่วนกรอกรายละเอียดของผู้ตอบ คือ ส่วนที่ให้ผู้ตอบคำถามใช้เขียนข้อมูล ชื่อ,นามสกุล,วิชาที่สอบ,สาขาวิชา,คณะ,ชั้นปี,กลุ่ม สถานที่สอบ,วันที่สอบ,ภาคเรียน/ปีการศึกษา เพื่อให้ผู้ตรวจ ข้อสอบสามารถจัดกลุ่มกระดาษคำตอบ และใช้อ้างอิงหากเกิดการผิดพลาดจากการตรวจโปรแกรมตรวจข้อสอบอีกด้วย

2. ส่วนระบายรหัสประจำตัว คือ ส่วนที่ให้ผู้ตอบคำถามใช้ระบายรหัสประจำตัวของผู้สอบ เพื่อให้โปรแกรมตรวจข้อสอบสามารถอ่านรหัสประจำตัวผู้สอบได้ โดยออกแบบให้รองรับรหัสสูงสุดถึง 9 หลัก

3. ส่วนระบายรหัสวิชาสอบ คือ ส่วนที่ให้ผู้ตอบคำถามใช้ระบายรหัสวิชาสอบ เพื่อให้โปรแกรมตรวจข้อสอบสามารถอ่านรหัสวิชาสอบได้ โดยออกแบบให้รองรับรหัสวิชาสอบได้ สูงสุด 9 หลัก

4. ส่วนระบายคำตอบ คือ ส่วนที่ให้ผู้ตอบคำถามใช้ระบายคำตอบ ที่ผู้ตอบต้องการในแต่ละข้อคำถาม โดยออกแบบให้สามารถตอบ คำถามได้จำนวน 100 ข้อในกระดาษหนึ่งแผ่น


จากส่วนประกอบทั้ง 4 ส่วนนั้น เพื่อความยืดหยุ่นในการใช้งานผู้วิจัยได้ออกแบบให้สามารถเปลี่ยนแปลงส่วนกรอกรายละเอียดของตอบ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Word ได้ ในส่วนตำแหน่งการระบายต่างๆจะใช้เทคนิคการจัดวางอยู่ในลักษณะตารางเพื่อช่วยให้สามารถระบุตำแหน่งการระบายได้ ลักษณะกระดาษคำตอบที่ออกแบบ แสดงในรูปแบบที่ 3.7

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**  
**คณบดี สำนักศึกษามหาบัณฑิต ปีการศึกษา ๒๕๕๖**

วิชา..... รหัสวิชา..... ๑

วิชาบังคับ..... วิชา..... วิชา..... ๑

สาขาวิชา..... โฉม..... สาขา..... วิชาเลือก..... สาขาวิชา..... ๑



รูปที่ 3.7 ลักษณะกระดาษคำตอบที่ออกแบบสำหรับการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.4 การเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมระหว่างคอมพิวเตอร์ สแกนเนอร์และตัวป้อนกระดาษอัตโนมัติ

การเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมระหว่างคอมพิวเตอร์สแกนเนอร์และตัวป้อนกระดาษอัตโนมัติ จะเป็นการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ ซึ่งจะใช้ความสามารถการทำงานของฟังก์ชันใน Visual C++ ที่สามารถติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ได้ ซึ่งตัวป้อนกระดาษอัตโนมัติจะมีชุดสายคอนโทรลคือ ADF ซึ่งต่ออยู่กับสแกนเนอร์ที่มีคุณสมบัติพิเศษนี้ขึ้นมา เราจึงใช้ Visual C++ โดยใช้ฟังก์ชัน Acquration ของ MSDN LIBRARY ในการควบคุมและคอนโทรลและเชื่อมโยงโดยผ่านไดรฟ์เวอร์ของทเวนอีกชั้นหนึ่ง

### 3.3.5 การเขียนโปรแกรมปรับแต่ง หมุนภาพและเตรียมข้อมูลภาพสู่กระบวนการตรวจสอบ

การเขียนโปรแกรมปรับแต่ง หมุนภาพและเตรียมข้อมูลภาพสู่กระบวนการตรวจสอบเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่เพิ่มเข้าไปจากเครื่องตรวจสอบปรนัยอัตโนมัติในระบบเดิม เพราะการป้อนกระดาษเข้าสู่ระบบจะเป็นการป้อน โดยใช้ตัวป้อนกระดาษแบบอัตโนมัติซึ่งอาจเกิดการผิดพลาดระหว่างการสแกนภาพทำให้ภาพเอียง หรือไม่เป็นไปตามต้องการ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเพิ่มฟังก์ชันนี้เข้าไป เพื่อที่จะให้สามารถปรับแต่ง หมุนภาพตามตำแหน่งอ้างอิงของกระดาษคำตอบ เพื่อที่จะได้ภาพข้อมูลที่สมบูรณ์ที่จะใช้ในการตรวจสอบต่อไป

### 3.3.6 การเขียนโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบและอ่านกระดาษคำตอบ

การเขียนโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบและอ่านกระดาษคำตอบเป็นขั้นตอนที่สำคัญของเครื่องตรวจสอบปรนัยอัตโนมัติ เพราะว่าการที่จะได้คะแนนคำตอบการตรวจสอบข้อมูลภาพจะต้องถูกต้องที่สุด ดังนั้น จึงต้องนำข้อมูลภาพที่สมบูรณ์หรือได้รับการแก้ไขแล้วมาวิเคราะห์ตำแหน่งวิเคราะห์ผลของการระบาย ทั้งภาพแบบเฉลยข้อสอบและภาพกระดาษคำตอบ โดยผ่านฟังก์ชัน DMS\_Entry เป็นหลัก โดยเป็นฟังก์ชันในไลบรารีของ twain.h

ในการอ่านภาพจะใช้สีที่นำมาวิเคราะห์ภาพอยู่ 2 สี คือ สีขาวและสีดำ สีขาวได้มาจากสีของกระดาษคำตอบที่มาจาก กระดาษถ่ายเอกสาร กระดาษโรเนียว และกระดาษอื่นๆที่จะนำมาใช้ในการวิจัย ส่วนสีดำได้มาจากการระบายของดินสอดำหรือปากกาสีต่างๆที่สแกนเนอร์ตรวจจับแล้วได้เป็นสีดำออกมาซึ่งผู้วิจัยจะได้ทดลองต่อไป ซึ่งจะเป็นเรื่องของระดับความดำที่จะกำหนดเงื่อนไขในการตรวจจับและผู้วิจัยจะพยายามเขียนโปรแกรมให้เป็นรูปแบบของปัญญาประดิษฐ์ให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้ได้เองและจัดการกับระดับความดำ ระดับแสงต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ภาพ

การเปรียบเทียบตำแหน่งของแบบเฉลยและกระดาษคำตอบที่เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์จะใช้หลักการเปรียบเทียบตำแหน่งระหว่างภาพต้นแบบที่เป็นแบบเฉลยแล้วนำมาเปรียบเทียบกับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปเผยแพร่จนด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษคำตอบแล้วแปรผลออกมาเป็นค่าคะแนนออกมาแล้วทำการจัดเก็บไว้ซึ่งผู้วิจัยจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

### 3.3.7 การเขียนโปรแกรมจัดการกับข้อมูลผลการตรวจข้อสอบ

การเขียนโปรแกรมจัดการกับข้อมูลผลการตรวจข้อสอบ เมื่อส่วนแปลผลข้อมูลได้ค่าคะแนนออกมาแล้วก็ต้องมีการจัดการกับข้อมูล โดยผู้วิจัยจะจัดการกับข้อมูลโดยมีส่วนต่างๆ ดังนี้ ส่วนแรก คือ

1. รหัสประจำตัวผู้สอบ เป็นส่วนที่ใช้อ้างอิงหลักในการอ้างอิงถึงบุคคลและคะแนนเป็นส่วนที่สำคัญ และข้อมูลจะเก็บในตารางฐานข้อมูล
2. รหัสวิชาที่สอบ เป็นส่วนที่ใช้อ้างอิงคู่กับรหัสประจำตัวผู้สอบและ คะแนนในการทำข้อสอบซึ่งข้อมูลก็จะถูกเก็บในตารางเดียวกันกับรหัสประจำตัวผู้สอบ
3. ส่วนของผลคะแนนคำตอบ เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของข้อมูล ที่จะใช้ในการวิเคราะห์และรายงานผล ก็จะถูกรวบรวมไว้ในตารางเดียวกัน เพื่อใช้อ้างอิงข้อมูลซึ่งกันและกัน กับ ส่วนของฟังก์ชันอื่นที่จะเรียกใช้งานต่อไป
4. ส่วนของชื่อ-สกุล เป็นอีกส่วนหนึ่งซึ่งใช้ยืนยันว่าผู้นั้นมาสอบจริงโดยการตัดภาพในส่วนชื่อ-สกุลมาเก็บไว้ในตารางภาพเพื่อใช้ยืนยันความเป็นบุคคล(Identify) เพื่อใช้ยืนยันในการรายงานผล เหมือนลายเซ็นยืนยันบุคคลเพียงแต่เป็นลายมือชื่อที่ผู้เข้าสอบแต่ละคนเขียนด้วยลายมือตนเอง เพื่อที่จะได้รายงานผลข้อมูลได้ละเอียดขึ้น
5. การเขียนโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบและรายงานผล การเขียนโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ จากการเก็บข้อมูลในตารางที่กล่าวมาแล้วจะเก็บอยู่ในรูปแบบเพิ่มข้อมูลที่เพิ่มข้อความในส่วนของรหัสประจำตัวผู้สอบ รหัสวิชาที่สอบ ส่วนของผลคะแนนคำตอบ และกราฟิกในส่วน of ลายมือชื่อ ซึ่งส่วนเหล่านี้จะถูกเก็บไว้ทั้งหมดแล้ว สามารถเรียกขึ้นมาวิเคราะห์และใช้ได้ทันที เพราะการเก็บในรูปแบบนี้มีความยืดหยุ่นจึงสามารถดำเนินการกับข้อมูลได้สะดวกและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรายงานผลจะแสดงเป็นเว็บเพจ เพื่อให้ผู้ตรวจสามารถประกาศผลสอบออกทางอินเทอร์เน็ตได้โดยตรง

### 3.4 เครื่องมือประกอบการพัฒนาการวิจัย

#### 3.4.1 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์

อุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือฮาร์ดแวร์หลัก ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ความเร็ว 266 MHz
2. เครื่องสแกนเนอร์ทุกรุ่นทุกยี่ห้อที่ใช้ไครฟ์เวอร์ของทเวน(TWAIN)
3. เครื่องสแกนเนอร์ที่มีตัวป้อนกระดาษอัตโนมัติ (ADF)
4. เครื่องพิมพ์เลเซอร์ HP รุ่น 4-Plus
5. เครื่องพิมพ์อิงเจ็ต Lekmark รุ่น Z55

#### 3.4.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประกอบการพัฒนาระบบ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์หลัก ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. โปรแกรม Microsoft Visual C++, Microsoft Visual Basic และ Delphi ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรม
2. โปรแกรมทางด้านกราฟิก เช่น Adobe PhotoShop, Adobe Illustrator และ Paint เป็นต้น ในการออกแบบและสร้างกระดาษคำตอบ
3. โปรแกรม Microsoft Word สำหรับพิมพ์กระดาษคำตอบ

### 3.5 การดำเนินการทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาผลการตรวจสอบข้อสอบด้วยคอมพิวเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์ แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำสำเนากระดาษคำตอบแบบต่างๆ ให้ได้จำนวนตามที่กำหนดไว้
2. ผู้วิจัยทำการระบายกระดาษคำตอบแต่ละชนิดโดยใช้คำตอบเดียวกัน
3. ทดลองตรวจสอบข้อสอบ โดยดำเนินการทดลอง ในขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
  - 3.1 ตรวจสอบข้อสอบด้วยระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ที่สร้างขึ้น กับกระดาษคำตอบชนิดต่างๆ
  - 3.2 ตรวจสอบผลของคะแนนจากกระดาษคำตอบแบบต่างๆ
  - 3.3 ตรวจสอบความถูกต้องของคะแนนคำตอบจากกระดาษคำตอบชนิดต่างๆ
4. ตรวจสอบความถูกต้องของคะแนนคำตอบจากกระดาษคำตอบชนิดต่างๆ กับคะแนนที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลผลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าร้อยละ (มัลลิกา บุณนาค. 2542 : 41-42) โดยมีสูตรดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละ (Percent)} &= \frac{\text{จำนวนข้อมูลที่มี}}{\text{จำนวนทั้งหมด}} \times 100 \\ &= \frac{n}{N} \times 100 \end{aligned}$$

n หมายถึง จำนวนกระดาษคำตอบที่ระบบตรวจได้ถูกต้อง  
N หมายถึง จำนวนกระดาษคำตอบทั้งหมด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

## ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่มุ่งพัฒนา และศึกษาผลการตรวจสอบของระบบตรวจสอบ  
 ปรนัยกึ่งอัตโนมัติที่มีการจัดพิมพ์ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจะขอเสนอผลการวิจัยเป็น 2  
 หัวข้อ ดังนี้

- 4.1 ผลการพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์
- 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาผลการตรวจสอบปรนัยของระบบตรวจสอบ

### 4.1 ผลการพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์

#### 4.1.1 ผลการพัฒนาระดาคำตอบ

การพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ ผู้วิจัยได้พัฒนา  
 กระดาษคำตอบจากระบบเดิม ในส่วนของหัวกระดาษคำตอบ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถ  
 ประมวลผลลายอักษรของผู้ทำข้อสอบแต่ละคน เก็บลงในฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ ซึ่งในระบบเดิม  
 ของกนก รัตนสมบัติ จะต้องเตรียมข้อมูลรายละเอียดของผู้สอบแต่ละคนก่อน ซึ่งจะต้องมีการป้อน  
 ข้อมูลเพื่อบอกให้คอมพิวเตอร์รับทราบข้อมูลนักศึกษาและวิชา จึงจะทำการตรวจสอบได้ ทำให้  
 ใช้งานได้ช้าและไม่สะดวกในการใช้งาน ซึ่งกระดาษคำตอบทั้งสองระบบมีลักษณะดังรูปที่ 4.1  
 และ รูปที่ 4.2

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

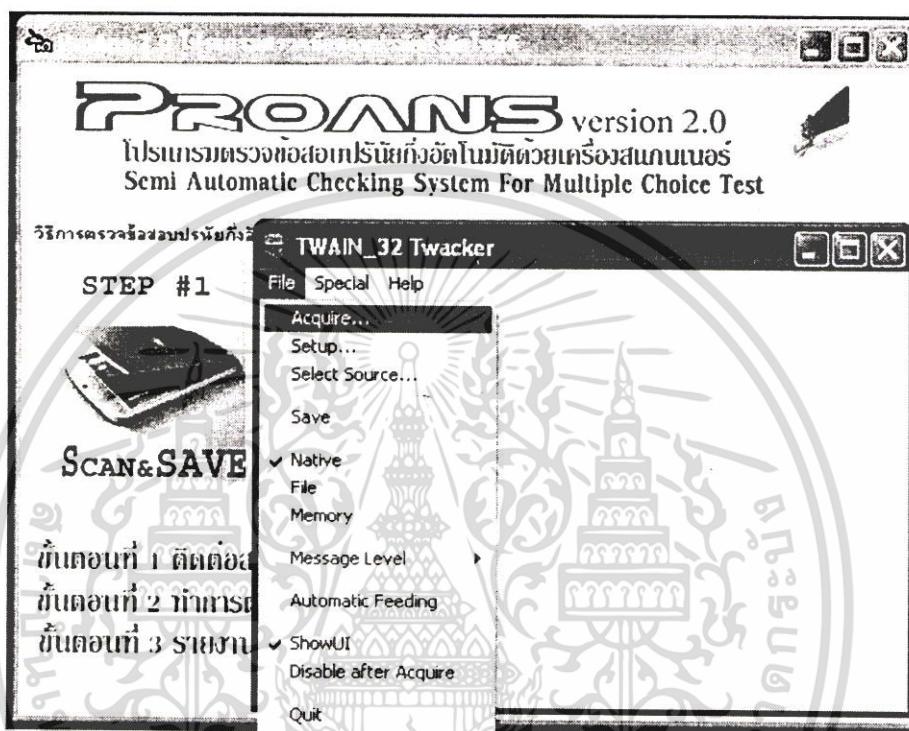
รูปที่ 4.1 ลักษณะของกระดาษคำตอบของระบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## 1.โปรแกรมควบคุมการติดต่อกับสแกนเนอร์ทุกยี่ห้อที่ใช้ไดรฟ์เวอร์ของ TWAIN และการเตรียมภาพกระดาษคำตอบไว้ในคอมพิวเตอร์

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ ติดต่อกับเครื่อง สแกนเนอร์ ที่นำมาใช้กับระบบ ซึ่งจะต้องสนับสนุนหรือรองรับไดรฟ์เวอร์ของ TWAIN ซึ่งจะทำให้โปรแกรมสามารถควบคุมการทำงานทั้งแบบปกติและการใช้การป้อนกระดาษอัตโนมัติ(ADF)สำหรับเครื่องที่มีการป้อนกระดาษอัตโนมัติ

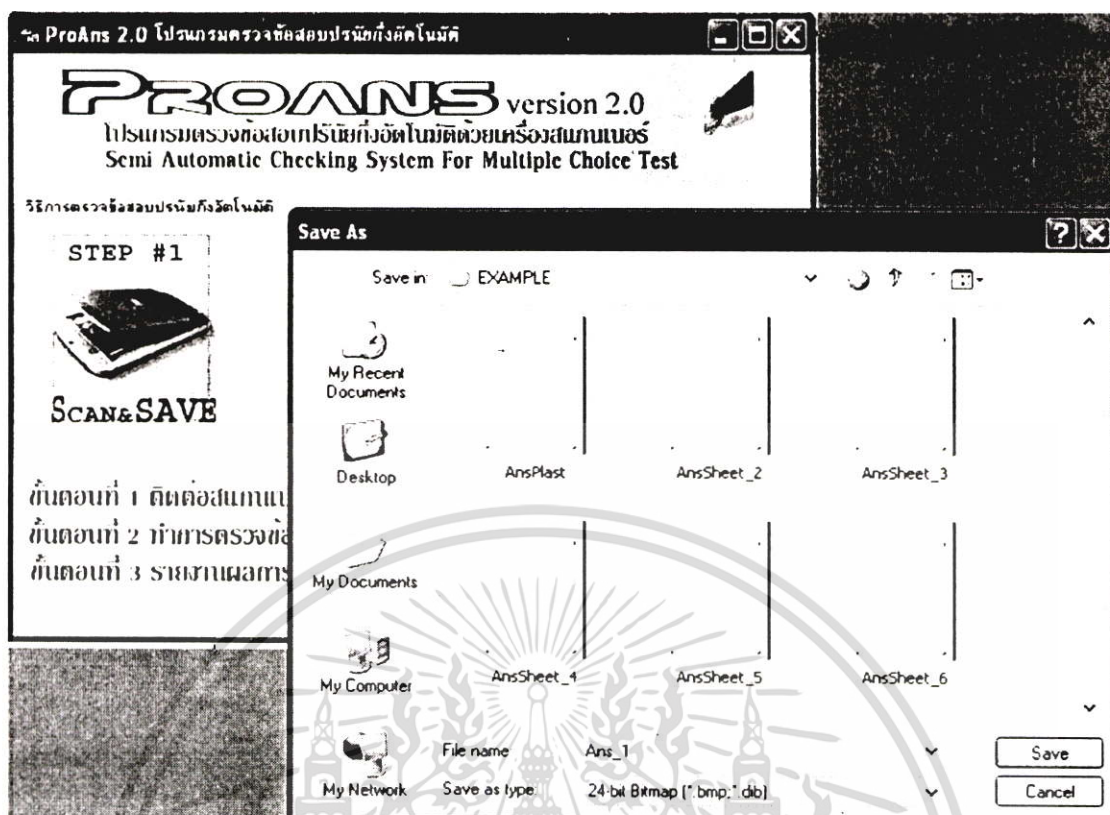


รูปที่ 4.3 ลักษณะ โปรแกรมควบคุมการติดต่อกับสแกนเนอร์และการเตรียมภาพกระดาษคำตอบ เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์

ในส่วนการสแกนภาพจะมีอยู่ 2 วิธีการ คือ การทำงานโดยผู้ใช้ คือการใช้คนในการสแกนภาพครั้งละ 1 ภาพจากสแกนเนอร์เข้าสู่คอมพิวเตอร์ และการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ การสแกนภาพที่เป็นกึ่งอัตโนมัติ โดยให้คนทำงานร่วมกับเครื่องสแกนเนอร์ที่มีการป้อนกระดาษอัตโนมัติ ADF และการควบคุมการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ มีดังนี้

### 1.1 การทำงานโดยผู้ใช้

โดยผู้ใช้งานทำการป้อนกระดาษคำตอบครั้งละ 1 แผ่น จากนั้นทำการบันทึกภาพเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ กระดาษคำตอบแผ่นแรกจนถึงกระดาษคำตอบแผ่นสุดท้ายของรายวิชานั้น ๆ



รูปที่ 4.4 แสดงการบันทึกภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์



Ans + \_ + ลำดับเลขภาพ → Ans\_1

รูปที่ 4.5 แสดงการตั้งชื่อภาพกระดาษคำตอบในแต่ละแผ่น

ภาพกระดาษคำตอบที่สแกนได้ เวลาบันทึกจะต้องตั้งชื่อเป็นตัวอักษรแล้วใช้เครื่องหมาย “\_” คั่นเอาไว้ จากนั้น ใส่ลำดับของกระดาษคำตอบที่ป้อนเข้าสู่ระบบ เช่น Ans\_1, Ans\_2, Ans\_3 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 การทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

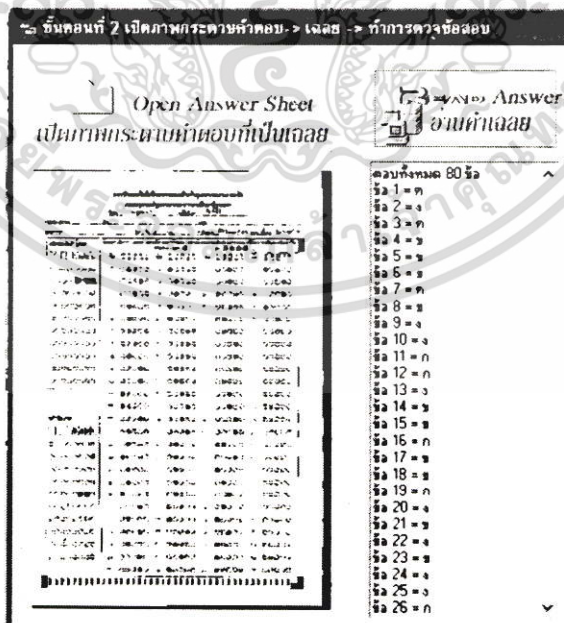
การทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ จะทำงานในลักษณะของผู้ใช้ที่คอยป้อนกระดาษให้กับสแกนเนอร์ที่มีการป้อนกระดาษอัตโนมัติ ADF ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสแกนเนอร์แต่ละยี่ห้อ ว่าลักษณะของ ADF ให้ความแม่นยำและการดึงกระดาษคำตอบเข้าไปสแกนเมื่อได้ภาพมาแล้วก็ต้องทำการบันทึกภาพเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะใช้หลักการตั้งชื่อเหมือนดังที่กล่าวมาแล้ว ดังภาพที่ 4.5

## 2. โปรแกรมประมวลผลคะแนนและวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ในส่วนนี้จะแยกโปรแกรมเป็นโปรแกรมย่อย 3 ส่วน คือ อ่านคำเฉลย, ตรวจสอบคำตอบระหว่างเฉลยต้นฉบับ กับกระดาษคำตอบที่นำมาตรวจและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ในการประมวลผลภาพกระดาษคำตอบนั้น โปรแกรมจะปรับภาพให้มีความเหมาะสมและพร้อมที่จะถูกประมวลผล เช่น แก้ความเอียงของภาพ ซึ่งถ้าหากภาพที่รับเข้ามามีความเอียงเกินกว่าระดับการวิเคราะห์ โปรแกรมก็จะปรับให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

### 2.1 ส่วนอ่านคำเฉลย

ส่วนอ่านคำเฉลย คือ การป้อนคำเฉลยหรือคำตอบที่ผู้ออกข้อสอบเฉลยคำตอบไว้สำหรับตรวจข้อสอบในวิชานั้น โดยต้องทำการระบายในส่วนของคำตอบและรหัสวิชา เพื่อใช้ในการอ้างอิง รหัสวิชากับคำตอบ ในการตรวจสอบความถูกต้องของกระดาษคำตอบที่จะนำเข้าสู่การประมวลผล



รูปที่ 4.6 ภาพกระดาษคำตอบที่ใช้เป็นส่วนอ่านคำเฉลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ส่วนของการตรวจคำตอบระหว่างคำตอบกับกระดาษคำตอบ

ส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญของการประมวลผลของระบบ โดยโปรแกรมจะตรวจภาพกระดาษคำตอบตามที่ใช้ระบุว่าจะตรวจจากภาพใดถึงภาพใด ซึ่งผู้ใช้จะต้องระบุชื่อไฟล์แรกและชื่อไฟล์สุดท้าย จากนั้น โปรแกรมก็จะทำการตรวจคะแนนให้โดยอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 4.7

ตรวจภาพตามสำกับไฟล์อัตโนมัติ

ชื่อเริ่มต้นไฟล์  
ans ค้นหา

ลำดับที่ไฟล์เริ่มต้น ลำดับที่ไฟล์สุดท้าย  
1 ถึง 12

CHECK ANSWER

ตรวจคำตอบ

สถานะการตรวจ : กำหนดค่าเริ่มต้น

ข้อกำหนด  
ไฟล์ภาพกระดาษคำตอบจะต้องกำหนดความละเอียดในการสแกน 72 dpi และบันทึกในรูปแบบ BMI  
ชื่อของไฟล์ภาพจะต้องมีอักษร "\_" ขึ้นระหว่างชื่อไฟล์กับตัวเลขลำดับไฟล์ กำหนดตัวค้นเจอ  
เช่น AnsSheet\_1, Sheet\_5, Ans\_10, AnswerSheet\_19 เป็นต้น

รูปที่ 4.7 แสดงการระบุไฟล์ที่ต้องการตรวจภาพกระดาษคำตอบ

## 2.3 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

เป็นการรายงานเพื่อแจ้งให้ผู้ตรวจทราบว่าข้อสอบที่ได้ทำการตรวจนั้น ตอบถูก  
ตอบผิด ไม่ตอบ และตอบเกินกี่ข้อ

หน้าแรก

หน้าแรก (คะแนน) 12 คน ผลการตรวจ สรุปผล วิเคราะห์ข้อสอบ เฉลยข้อสอบ

44064220 (50)  
44064221 (43)  
44064222 (44)  
44064223 (42)  
44064224 (43)  
44064225 (43)  
44064226 (32)  
44064227 (36)  
44064229 (40)  
44064228 (35)  
44064230 (43)  
44064231 (40)

จำนวนข้อสอบ 50 ข้อ

ข้อ 1 - ถูก  
ข้อ 2 - ถูก  
ข้อ 3 - ถูก  
ข้อ 4 - ถูก  
ข้อ 5 - ถูก  
ข้อ 6 - ถูก  
ข้อ 7 - ผิด  
ข้อ 8 - ถูก  
ข้อ 9 - ถูก  
ข้อ 10 - ถูก  
ข้อ 11 - ถูก  
ข้อ 12 - ถูก  
ข้อ 13 - ถูก  
ข้อ 14 - ผิด  
ข้อ 15 - ถูก  
ข้อ 16 - ถูก  
ข้อ 17 - ถูก  
ข้อ 18 - ถูก  
ข้อ 19 - ผิด

< แสดงข้อที่ >

ตอบถูก

ตอบผิด

ไม่ตอบ

ตอบเกิน

แสดงทุกข้อ

---

หน้าแรก (คะแนน) 12 คน ผลการตรวจ สรุปผล วิเคราะห์ข้อสอบ เฉลยข้อสอบ

44064220 (50)  
44064221 (43)  
44064222 (44)  
44064223 (42)  
44064224 (43)  
44064225 (43)  
44064226 (32)  
44064227 (36)  
44064229 (40)  
44064228 (35)  
44064230 (43)  
44064231 (40)

ผลการตรวจข้อสอบทั้งหมด

คนที่	ลำดับ	คะแนน	รหัส นศ	ชื่อ	นามสกุล
1	1	50	44064220		
2	3	43	44064221		
3	2	44	44064222		
4	7	42	44064223		
5	3	43	44064224		
6	3	43	44064225		
7	12	32	44064226		
8	10	36	44064227		
9	8	40	44064229		
10	11	35	44064228		
11	3	43	44064230		

คะแนนสูงสุด 50 คะแนน

คะแนนต่ำสุด 32 คะแนน

คะแนนเฉลี่ย 40.9 คะแนน

SD = 4.57

เรียงลำดับคะแนน

เรียงลำดับรหัส นศ

สูง > < ต่ำ

มาก > < น้อย

---

หน้าแรก (คะแนน) 12 คน ผลการตรวจ สรุปผล วิเคราะห์ข้อสอบ เฉลยข้อสอบ

44064220 (50)  
44064221 (43)  
44064222 (44)  
44064223 (42)  
44064224 (43)  
44064225 (43)  
44064226 (32)  
44064227 (36)  
44064229 (40)  
44064228 (35)  
44064230 (43)  
44064231 (40)

การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ วิเคราะห์การตอบในวิชานี้ (คน)

ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	ถูก	ผิด	ไม่ตอบ
1	1	0	12	0	0
2	0.75	0.5	9	2	0
3	0.833	0.333	10	1	0
4	0.917	0.167	11	0	0
5	1	0	12	0	0
6	0.833	0.333	10	2	0
7	0.667	0	8	4	0
8	0.833	0.333	10	2	0
9	0.833	0.333	10	2	0
10	0.833	0.333	10	2	0
11	0.833	0	10	2	0
12	0.667	0	8	4	0
13	0.917	0.167	11	1	0
14	0.75	0.167	9	3	0
15	0.917	0.167	11	1	0
16	0.917	0.167	11	1	0

จัดเรียงลำดับตามค่า

ความยากง่าย

ง่าย > < ยาก

ค่าความยากง่าย เฉลี่ย 0.137

อำนาจจำแนก

มาก > < น้อย

ค่าอำนาจจำแนก เฉลี่ย 0.818

เรียงตามลำดับข้อ

มาก > < น้อย

### รูปที่ 4.8 แสดงการรายงานผลการตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. โปรแกรมประมวลผลภาพการอ่านและวิเคราะห์จัดจํารูปแบบอักษร

ในส่วนนี้ จะเป็น โปรแกรมประมวลผลภาพลายอักษร ที่เป็นลายมือของผู้ทำข้อสอบแต่ละคนที่เขียน ชื่อ-นามสกุล ชื่อ วิชา เลขที่ ห้อง และวันที่ ซึ่ง โปรแกรมที่พัฒนาจะนำภาพในส่วนนี้มาประมวลผลการอ่าน และวิเคราะห์จัดจํารูปแบบอักษรโดยผู้จัดทำได้ออกแบบส่วนหัวของกระดาษคำตอบให้เป็นรูปแบบของตารางเพื่อให้ผู้ทำข้อสอบทำการเขียนลายมือตัวบรรจงลงในกระดาษคำตอบ

### 4. โปรแกรมการรายงานข้อมูลผลการตรวจข้อสอบทั้งหมด

เป็นการรายงานผลการตรวจข้อสอบที่ได้ทำการตรวจแต่ละครั้ง ซึ่งจะแสดงผลเป็นไฟล์แบบเว็บเพจ (.html) รายละเอียดการแสดงผลรูปแบบต่างๆ ดังนี้

1. ลำดับที่
2. รหัสนักศึกษา
3. ชื่อและนามสกุล
4. คะแนนที่ได้
5. คะแนนสูงสุด
6. คะแนนต่ำสุด
7. คะแนนเฉลี่ย
8. ค่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
9. ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ(ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก)

รายงานผลการตรวจสอบ  
รหัสวิชา 01234 วิชา วิทยาศาสตร์

คนที่ สาคับที่ รหัสนักศึกษา ชื่อ-สกุล คะแนน

1	1	44064220	อดิวัฒน์	นางนภัส	50
2	3	44064221	กมลวิ	นางนภัส	48
3	2	44064222	นภพร	นางนภัส	44
4	7	44064223	ศพร	นางนภัส	42
5	3	44064224	...	...	43
6	3	44064225	วิษณุ	นางนภัส	43
7	12	44064226	วิษณุ	นางนภัส	32
8	10	44064227	วิษณุ	นางนภัส	36
9	8	44064229	ชวโรจน์	นางนภัส	40
10	11	44064228	ศพร	นางนภัส	35
11	3	44064230	วิษณุ	นางนภัส	43
12	8	44064231	...	...	40

คะแนนสูงสุด = 50 คะแนน  
คะแนนต่ำสุด = 32 คะแนน  
คะแนนเฉลี่ย = 40.9 คะแนน, (S.D. = 4.57)

ผลการวิเคราะห์ ข้อสอบรายข้อ  
ค่าความยากง่ายเฉลี่ย = 0.137  
ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย = 0.816

รูปที่ 4.9 แสดงการรายงานผลการตรวจข้อสอบเป็นไฟล์เว็บเพจ

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาผลการตรวจข้อสอบปรนัยของระบบตรวจข้อสอบ

การดำเนินการเพื่อศึกษาผลการตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างกระดาษคำตอบที่จัดพิมพ์ต่างวิธีกัน 3 วิธี ซึ่งแสดงผลการทดลองได้ ดังนี้

1. กระดาษอัดสำเนาจากเครื่องถ่ายเอกสาร จำนวน 100 แผ่น ซึ่งทำการระบายคำตอบโดยการระบายคำตอบด้วยดินสอ 4B ขึ้นไปให้คมชัด รวมทั้งขณะนำภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์ไม่เอียงเกิน 10 องศา และไม่มีคราบหรือเปื้อน เช่น รอยดินสอที่ลบไม่หมด หรือคราบอื่นๆที่อยู่ในโทนสีดำหรือน้ำเงิน ผลการทดลองจากกระดาษ 100 แผ่นแล้วผ่านกระบวนการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติผลการตรวจมีความถูกต้อง 100 แผ่น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100

2. กระดาษอัดสำเนาจากเครื่องพิมพ์อัดสำเนา จำนวน 100 แผ่น ซึ่งทำการระบายคำตอบโดยการระบายคำตอบด้วยดินสอ 4B ขึ้นไปให้คมชัด รวมทั้งขณะนำภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์ไม่เอียงเกิน 10 องศา และไม่มีคราบหรือเปื้อน เช่น รอยดินสอที่ลบไม่หมด หรือคราบอื่นๆที่อยู่ในโทนสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำหรือนำเงิน ผลการทดลองจากกระดาษ 100 แผ่นแล้วผ่านกระบวนการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติผลการตรวจมีความถูกต้อง 100 แผ่น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100

3. กระดาษที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ซึ่งทำการระบายคำตอบโดยการ ระบายคำตอบด้วยดินสอ 4B ขึ้นไปให้คมชัด รวมทั้งขณะนำภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์ไม่เอียงเกิน 10 องศา และไม่มีคราบหรือเปื้อน เช่น รอยดินสอที่ลบไม่หมด หรือคราบอื่นๆที่อยู่ในโทนสีดำหรือนำเงิน ผลการทดลองจากกระดาษ 100 แผ่นแล้วผ่านกระบวนการตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติผลการตรวจมีความถูกต้อง 100 แผ่น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100

4. ผลการตรวจจะต้องมีการตรวจสอบในส่วนต่างๆ เพื่อให้การตรวจเป็นไปอย่างสมบูรณ์ และถูกต้องร้อยเปอร์เซ็นต์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

4.1 กระดาษคำตอบจะต้องสมบูรณ์ไม่มีรอยเปื้อน เลอะ และสกปรก

4.2 การระบายที่ถูกต้องของคำตอบในแต่ละข้อให้ตรงกรอบและมีความคมชัด

4.3 ภาพที่ได้จากการสแกนจากเครื่องสแกนเนอร์จะต้องสมบูรณ์ไม่ผิดเพี้ยน และมีการสแกนเป็นภาพขาวดำ ขนาดความละเอียดที่ 72 จุดต่อนิ้ว หากมีความผิดพลาดจะต้องทำการสแกนภาพใหม่จนกว่าภาพจะสมบูรณ์

5. ข้อจำกัดระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

ในการวิจัยและพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติในครั้งนี้ พบข้อจำกัดในการใช้งานดังนี้

1. กระดาษคำตอบที่ใช้ควรใช้สีขาวและทึบแสง

2. ในการอ่านภาพกระดาษคำตอบอย่างน้อยต้องอ่านเต็มหน้ากระดาษ

3. วัสดุที่ใช้ระบายควรใช้ ดินสอที่มีความดำ 4B ขึ้นไป นอกจากนี้ สามารถใช้ปากกาที่มีหมึกสีน้ำเงิน แดง ดำ หรือวัสดุระบายอื่นๆ ที่มีความทึบแสงในระดับที่เครื่องสแกนเนอร์พิจารณาให้เป็นจุดสีดำ

4. โปรแกรมไม่สามารถแยกแยะภาพสิ่งสกปรกใดๆ ในกระดาษคำตอบได้ ดังนั้นจึงควรรักษาความสะอาดของกระดาษคำตอบ ไม่ควรมีหมึกหรือรอยเปื้อนใด ๆ นอกเหนือจากตำแหน่งระบาย

5. เครื่องสแกนเนอร์ที่ใช้จะต้องสแกนภาพ ขาวดำ ความละเอียด 72 dpi ได้ชัดเจน

6. ภาพที่ใช้ในการตรวจจะต้องเป็นภาพ .BMP เท่านั้น

7. ปรับความเอียงของกระดาษได้ไม่เกิน 10 องศา คือเอียงซ้ายไม่เกิน 5 องศา และเอียงขวาไม่เกิน 5 องศา โดยประมาณ

8. จำนวนข้อคำถามในการสอบสูงสุด ไม่เกิน 100 ข้อ

9. รหัสนักศึกษาและรหัสวิชาสูงสุดไม่เกิน 8 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เมื่อใช้คำถามในการสอบ 100 ข้อ จะผลการสอบได้สูงสุดไม่เกิน 425 คน เนื่องจากขนาดไฟล์สูงสุดที่สามารถบันทึกได้ ถูกกำหนดให้มีขนาดไม่เกิน 64 กิโลไบต์
11. กระดาษคำตอบที่มีรอยขีด อาจทำให้ระบบป้อนกระดาษอัตโนมัติติดขัดและภาพไม่สมบูรณ์
12. หากภาพใดที่ไม่สมบูรณ์จะต้องทำการสแกนและบันทึกภาพนั้นใหม่
13. ควรสร้างเพิ่มข้อมูลในการตรวจแต่ละครั้งเพื่อไม่ให้ข้อมูลปะปนกัน
14. การตั้งชื่อไฟล์ควรตามที่แนะนำไว้ ก็ต้องขึ้นต้นด้วยตัวอักษร ตามด้วย “\_” แล้วใส่เลขที่เป็นลำดับต่อเนื่องกันไปจนลำดับสุดท้าย เช่น ans\_1, ans\_2 เป็นต้น
15. การตรวจจับอักษรลายมือชื่อผู้ทำข้อสอบบนกระดาษคำตอบ สามารถทำได้ เฉพาะตัวพยัญชนะภาษาไทย ก-ฮ ภาษาอังกฤษ a-z A-Z และตัวเลข 0-9 o-๕ เท่านั้นไม่สามารถตรวจจับอักษรลายมือชื่อที่เป็นสระในภาษาไทยได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ ทั้งในด้านการพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ และทดลองใช้ระบบโดยศึกษาผลในการตรวจกระดาษคำตอบที่มีวิธีการจัดพิมพ์แตกต่างกัน 3 วิธี ซึ่ง สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ
2. เพื่อศึกษาผลการตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์จากกระดาษคำตอบที่จัดพิมพ์ต่างกัน 3 วิธี

##### 5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

###### 5.1.2.1 ประชากร

ในการวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบการตรวจข้อสอบ และทำการศึกษาผลการตรวจข้อสอบ ของระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ ด้วยเครื่องสแกนเนอร์ ด้วยการผลิตกระดาษคำตอบที่ต้นทุนถูก ดังนั้น ประชากรที่ใช้ในการวิจัยจึงเป็นข้อมูลที่เข้าสู่ระบบตรวจข้อสอบ ซึ่งหมายถึง คำตอบที่จัดพิมพ์ลงในกระดาษคำตอบ A4 ด้วยวิธีการต่างกัน ได้แก่ กระดาษอัดสำเนาจากเครื่องถ่ายเอกสาร กระดาษอัดสำเนาจากเครื่องพิมพ์อัดสำเนา และกระดาษจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์

###### 5.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างก็คือ กระดาษคำตอบที่ระบายลงในกระดาษอัดสำเนาจากเครื่องถ่ายเอกสาร กระดาษอัดสำเนาจากเครื่องพิมพ์อัดสำเนาและกระดาษจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ อย่างละ 100 แผ่น รวมทั้งหมด 300 แผ่น

##### 5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. โปรแกรมจัดการระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์
2. กระดาษคำตอบที่ออกแบบให้เหมาะกับระบบที่พัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.1.4 การพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยอัตโนมัติ

ในการพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยอัตโนมัติ มีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

1. ศึกษาและออกแบบระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ
2. ออกแบบการทำงานของโปรแกรม ที่ใช้ติดต่อกับสแกนเนอร์ยี่ห้อต่างๆ ที่ใช้กับเครือข่ายของ TWAIN และสามารถควบคุมระบบป้อนกระดาษแบบอัตโนมัติ
3. ออกแบบกระดาษคำตอบเพื่อใช้ในระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ
4. เขียนโปรแกรมอินเตอร์เฟสระหว่างคอมพิวเตอร์กับสแกนเนอร์
5. เขียนโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ และอ่านกระดาษคำตอบ
6. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมอ่านเฉลยข้อสอบ และอ่านกระดาษคำตอบ
7. เขียนโปรแกรมตรวจข้อสอบ
8. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบ
9. เขียนโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ
10. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ
11. เขียนโปรแกรมหลัก เพื่อผนวกโปรแกรมที่เขียนในแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน
12. ทดสอบการทำงานทุกส่วนของโปรแกรมที่เขียนขึ้น
13. สร้างกระดาษคำตอบ
14. ทดลองระบบ และศึกษาผลตรวจของระบบตรวจสอบ

นำผลที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาผลการศึกษาในการตรวจข้อสอบของระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์

#### 5.1.5 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาผลการตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ สามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการทดลองได้ดังนี้

1. ทำสำเนากระดาษคำตอบแบบต่างๆ ให้ได้จำนวนตามที่กำหนดไว้
2. ผู้วิจัยทำการระบายกระดาษคำตอบแต่ละชนิดโดยใช้คำตอบเดียวกัน
3. ทดลองตรวจข้อสอบ โดยดำเนินการทดลอง ในขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 ตรวจกระดาษคำตอบด้วยระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ที่สร้างขึ้น กับกระดาษคำตอบชนิดต่างๆ

3.2 ตรวจสอบผลของคะแนนจากกระดาษคำตอบแบบต่างๆ

3.3 ตรวจสอบความถูกต้องของคะแนนคำตอบจากกระดาษคำตอบชนิดต่างๆ

4. ตรวจสอบความถูกต้องของคะแนนคำตอบจากกระดาษคำตอบชนิดต่างๆ กับคะแนน

ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลผลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าร้อยละ

### 5.1.7 ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจากการวิจัยและพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ สามารถนำเสนอผลการวิจัย โดยแบ่งตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

1. การพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ทำให้ได้ระบบการตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์ ที่ครู อาจารย์ หรือผู้สนใจทั่วไปสามารถนำไปใช้ได้ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถพัฒนาให้ทำงานตามขอบเขตการวิจัยที่กำหนดไว้ได้ครบทุกข้อดังนี้

- 1.1 ควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ ให้นำภาพกระดาษคำตอบเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
- 1.2 สามารถใช้กับสแกนเนอร์ ได้หลายยี่ห้อที่ใช้ไครฟ์เวอร์ของ TWAIN ได้
- 1.3 ควบคุมสแกนเนอร์ที่มีระบบป้องกันกระดาษอัตโนมัติได้
- 1.4 สามารถใช้กับกระดาษคำตอบที่เป็นกระดาษ A4 หลายชนิดได้
- 1.5 อ่านคำตอบ โดยการวิเคราะห์ภาพด้วยวิธีการเปรียบเทียบตำแหน่งจุดภาพ

ได้ถูกต้อง

- 1.6 อ่านและตัดภาพในส่วนกลางมือชื่อผู้ทำข้อสอบได้
- 1.7 อ่านและวิเคราะห์การจดจำรูปแบบอักษรลายมือเฉพาะบริเวณที่กำหนดได้
- 1.8 ตรวจข้อสอบปรนัยที่มีตัวเลือกไม่เกิน 5 ตัวเลือก และมีคำตอบ 1 ตัวเลือกได้

ถูกต้อง

- 1.9 ประมวลผลที่ได้จากการตรวจได้ เช่น รวมคะแนน หาค่าความยากง่าย หาค่า

อำนาจจำแนก

1.10 แสดงผลการตรวจข้อสอบ และผลการประมวลผลอื่นๆ ได้ทั้งทางโปรแกรมประยุกต์และเครื่องพิมพ์

2. การศึกษาผลการตรวจระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ จากการใช้กระดาษคำตอบที่จัดพิมพ์ต่างวิธีกันพบว่ากระดาษที่ใช้ในการวิจัยมีความถูกต้อง ร้อยละ 100 คือกระดาษที่อัดสำเนาจากเครื่องถ่ายเอกสาร กระดาษที่จัดพิมพ์จากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ และกระดาษที่จัดพิมพ์จากการอัดสำเนาจากเครื่องอัดสำเนา ได้ผลการตรวจร้อยละ 100 ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัยที่กำหนดไว้

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

### 5.2.1 ผลการพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ

จากการพัฒนาระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ ทำให้ได้ระบบตรวจสอบที่ผู้สนใจ เช่น โรงเรียน วิทยาลัย หรือสถาบันต่างๆสามารถนำไปใช้ได้ โดยระบบตรวจสอบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย กระจายคำตอบและโปรแกรมตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ กระจายคำตอบที่พัฒนาขึ้น ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนข้อความในส่วนหัวกระจายได้ตามความต้องการ ในการอ้างอิงตำแหน่งจะใช้วิธีค้นหาจุดอ้างอิงตำแหน่ง 3 จุด คือด้านล่าง 2 จุด และด้านขวา 1 จุด ซึ่งทั้ง 3 จุดนี้จะใช้ประโยชน์ในด้านการระบุตำแหน่งการระบาย และการตรวจสอบความเอียงของเอกสารด้วย ในส่วนการระบายโดยทั่วไป เพื่อให้การวิเคราะห์มีประสิทธิภาพควรมีลักษณะเป็นช่องว่าง แต่เนื่องจากอาจเกิดความไม่สะดวกแก่ผู้สอบ จึงจำเป็นต้องแสดงตัวเลขในตำแหน่งการระบายด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้วิธีกำหนดความเข้มของสีตัวเลขที่ 45 เฟอร์เซ็นต์ เพื่อให้เครื่องสแกนเนอร์วิเคราะห์ภาพเป็นสีขาวมากที่สุดหากไม่ปรากฏการระบาย

จากการทดลองใช้กระจายคำตอบที่ถูกทำสำเนาโดยวิธีการต่างๆ คือ กระจายที่อัดสำเนาจากเครื่องถ่ายเอกสาร จำนวน 100 แผ่น กระจายที่จัดพิมพ์จากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ จำนวน 100 แผ่น กระจายที่จัดพิมพ์จากการอัดสำเนาจากเครื่องอัดสำเนา จำนวน 100 แผ่นรวมทั้งหมดจำนวน 300 แผ่นในแต่ละแผ่นมีจำนวนตัวเลือกระบายคำตอบใน 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ พบว่าผู้ใช้สามารถทำสำเนาโดยวิธีการจากกระจายที่อัดสำเนาจากเครื่องถ่ายเอกสาร และกระจายที่จัดพิมพ์จากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ กระจายที่จัดพิมพ์จากการอัดสำเนาจากเครื่องอัดสำเนา โดยในการถ่ายเอกสารนั้น ควรใช้เครื่องถ่ายเอกสารที่มีความคมชัดและไม่มีการย่นหรือรอยเป็นนูนใดๆ จากการถ่ายเอกสารและภาพที่ได้จะต้องไม่ผิดเพี้ยนไปจากต้นฉบับเดิม ในส่วนของการทำสำเนาโดยวิธีการอัดสำเนา จากเครื่องอัดสำเนานั้น พบว่าสามารถค้นหาตำแหน่งอ้างอิง การระบายของกระจายคำตอบได้ถูกต้อง แต่ในการอ่านตำแหน่งการระบายบางตำแหน่งยังมีความผิดพลาด ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากการสูญเสียความคมชัด และการสูญเสียอัตราส่วนของภาพเนื่องจากระบวนการทำสำเนาแต่อย่างไรก็ดี เพื่อความคมชัดของกระจายคำตอบแล้ว ความถูกต้องในการอ้างอิงตำแหน่งการระบาย ควรทำการสร้างกระจายคำตอบจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ โดยพิมพ์ที่ความละเอียด 300-600 จุดต่อนิ้ว

การควบคุมเครื่องสแกนเนอร์ให้อ่านภาพกระจายคำตอบเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้วิธีควบคุมการอ่านภาพของสแกนเนอร์ผ่าน TWAIN จึงทำให้สามารถใช้โปรแกรมตรวจสอบนี้กับเครื่องสแกนเนอร์ได้ทุกรุ่นทุกยี่ห้อที่ใช้ไดรฟ์เวอร์ของ TWAIN และเพื่อความเร็วในการวิเคราะห์ภาพ การอ่านภาพจะอ่านภาพที่ความละเอียด 72-75 จุดต่อนิ้ว ซึ่งจะอยู่ในส่วนโหมด PREVIEW และอ่านสีภาพเป็น 2 สี คือสีขาวและดำหรือเรียกว่า Black&White 1 บิต การวิเคราะห์ภาพจะใช้วิธีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สแกนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นับจุดสีในแต่ละจุดในบริเวณตำแหน่งการระบายที่กำหนดไว้ โดยจะใช้จำนวนจุดสีที่นับได้เป็น ค่าตัดสินว่ามีการระบายหรือไม่ โดยในงานวิจัยครั้งนี้ใช้จำนวนจุดสีค่าที่จำนวน 22 จุด ซึ่งได้คำตอบถูกต้อง ตรงกับการระบายทุกข้อ การตรวจข้อสอบจะตรวจการระบายทั้ง 5 ตัวเลือก ให้ผลลัพธ์เป็นค่าตัวเลือกระบาย ในกรณีที่ไม่มีการระบายจะถูกกำหนดค่าเป็น ไม่ระบาย และหากมีการระบายมากกว่า 1 ตัวเลือกจะกำหนดค่าให้เป็นตอบเกิน ในการตรวจข้อสอบนี้ ใช้วิธีการอ่านและวิเคราะห์กระดาษคำตอบแล้วเก็บข้อมูลการอ่านเป็น 2 ส่วน คือ เก็บเป็นส่วนของเฉลยคำตอบและเก็บส่วนคำตอบ ในขณะที่ตรวจจะใช้วิธีเปรียบเทียบข้อมูลในส่วนคำตอบว่าตรงกับข้อมูลที่อยู่ในส่วนเฉลยคำตอบหรือไม่ ดังนั้นหากข้อคำถามข้อใดไม่มีตัวเลือกที่ถูกต้อง และผู้สอบมีความประสงค์จะให้คะแนนในข้อนั้น อาจแจ้งให้ผู้สอบไม่ต้องทำการระบายคำตอบในข้อนั้น ๆ แล้วในการทำเฉลยข้อสอบผู้ตรวจข้อสอบก็ไม่ต้องระบายคำตอบในข้อนั้นๆ เช่นกันในการประมวลผลการตรวจนั้น จะกำหนดให้ข้อสอบถูกมีคะแนนเป็น 1 คะแนนและขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อสอบ จะทำการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อคือค่าความยากง่ายกับค่าอำนาจจำแนก โดยโปรแกรมจะเริ่มคำนวณเมื่อมีการตรวจข้อสอบตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไป

จากการทดลองใช้ระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมติ พบว่าความผิดพลาดที่สามารถเกิดขึ้นได้จากการตรวจข้อสอบในระบบนี้ อาจเกิดจากการที่เนื้อดินสอ หรือวัสดุระบายหลุดลอกจากกระดาษคำตอบ ทำให้ความเข้มของการระบายลดลงจนไม่สามารถระบุได้ว่ามีการระบายในตัวเลือกนั้นๆ เมื่อผู้วิจัยได้ทดลองใช้วัสดุระบายอื่น เช่น ดินสอ 4B ขึ้นไป ปากกามิกกี้แดง ปากกามิกกี้เงิน ปากกามิกกี้ดำ ก็ไม่พบปัญหาดังกล่าวในส่วน of วัสดุระบายที่เป็นปากกา อาจพบปัญหาการลบเมื่อต้องการเปลี่ยนตัวเลือก แต่ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้น้ำยาหรือเทปลบคำผิดสีขาวลบตัวเลือกที่ไม่ต้องการความผิดพลาด ถัดมาเกิดจากระนาบสัมผัสระหว่างกระดาษกับจอสแกนไม่สัมผัสกันสนิท ซึ่งเกิดจากในขณะที่สแกนภาพไม่ทำการปิดฝาเครื่องสแกนหรือปิดฝาไม่สนิท นอกจากนี้ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น อีกประการคือการ ไม่พบตำแหน่งการระบาย ซึ่งปัญหานี้จะสังเกตได้จากผลการตรวจเป็นผิดเกือบหมดทุกข้อ และส่วนที่แสดงตำแหน่งจุดอ้างอิงทางด้านล่าง แสดงเป็นตำแหน่ง  $x=0, y=0$  ถึงแม้ว่าโปรแกรมตรวจข้อสอบนี้จะมีการหาตำแหน่งกระดาษและแก้ไขความเอียงกระดาษ โดยอัตโนมัติแล้วก็ตาม หากเกิดปัญหานี้ก็สามารถแก้ไขได้โดยการขยับหรือปรับกระดาษบนจอสแกนเนอร์ แล้วสแกนอีกครั้ง

การตัดภาพลายมือชื่อและนามสกุลของผู้ทำข้อสอบ เพื่อใช้ในการยืนยันความเป็นตัวตนของบุคคลและใช้ในการรายงานผลต่าง ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อไม่ให้ระบบยุ่งยากกับการป้อนข้อมูลชื่อและนามสกุลของผู้ทำข้อสอบแต่ละคน ทำให้โปรแกรมการใช้งานดูยุ่งยากและซับซ้อน ขณะตรวจข้อสอบระบบก็จะทำการตรวจ ระบบตรวจข้อสอบก็จะเก็บ ภาพลายมือชื่อและนามสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นับจุดสีในแต่ละจุดในบริเวณตำแหน่งการระบายที่กำหนดไว้ โดยจะใช้จำนวนจุดสีที่นับได้เป็น ค่าตัดสินว่ามีการระบายหรือไม่ โดยในงานวิจัยครั้งนี้ใช้จำนวนจุดสีค่าที่จำนวน 22 จุด ซึ่งได้คำตอบถูกต้อง ตรงกับการระบายทุกข้อ การตรวจข้อสอบจะตรวจการระบายทั้ง 5 ตัวเลือก ให้ผลลัพธ์เป็นค่าตัวเลือกที่ระบาย ในกรณีที่ไม่มีการระบายจะถูกกำหนดค่าเป็นไม่ระบาย และหากมีการระบายมากกว่า 1 ตัวเลือกจะกำหนดค่าให้เป็นตอบเกิน ในการตรวจข้อสอบนี้ ใช้วิธีการอ่านและวิเคราะห์กระดาษคำตอบแล้วเก็บข้อมูลการอ่านเป็น 2 ส่วน คือ เก็บเป็นส่วนของเฉลยคำตอบและเก็บส่วนคำตอบ ในขณะที่ตรวจจะใช้วิธีเปรียบเทียบข้อมูลในส่วนคำตอบว่าตรงกับข้อมูลที่อยู่ในส่วนเฉลยคำตอบหรือไม่ ดังนั้นหากข้อคำถามข้อใดไม่มีตัวเลือกที่ถูกต้อง และผู้สอบมีความประสงค์จะให้คะแนนในข้อนั้น อาจแจ้งให้ผู้สอบไม่ต้องทำการระบายคำตอบในข้อนั้น ๆ แล้วในการทำเฉลยข้อสอบผู้ตรวจข้อสอบก็ไม่ต้องระบายคำตอบในข้อนั้นๆ เช่นกันในการประมวลผลการตรวจนั้น จะกำหนดให้ข้อสอบถูกมีคะแนนเป็น 1 คะแนนและขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อสอบ จะทำการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อคือค่าความยากง่ายกับค่าอำนาจจำแนก โดยโปรแกรมจะเริ่มคำนวณเมื่อมีการตรวจข้อสอบตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไป

จากการทดลองใช้ระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมติ พบว่าความผิดพลาดที่สามารถเกิดขึ้นได้จากการตรวจข้อสอบในระบบนี้ อาจเกิดจากการที่เนื้อดินสอ หรือวัสดุระบายหลุดลอกจากกระดาษคำตอบ ทำให้ความเข้มของการระบายลดลงจนไม่สามารถระบุได้ว่ามีการระบายในตัวเลือกนั้นๆ เมื่อผู้วิจัยได้ทดลองใช้วัสดุระบายอื่น เช่น ดินสอ 4B ขึ้นไป ปากกาหมึกสีแดง ปากกาหมึกสีน้ำเงิน ปากกาหมึกสีดำ ก็ไม่พบปัญหาดังกล่าวในส่วน of วัสดุระบายที่เป็นปากกา อาจพบปัญหาการลบเมื่อต้องการเปลี่ยนตัวเลือก แต่ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้น้ำยาหรือเทปลบคำผิดสีขาวลบตัวเลือกที่ไม่ต้องการความผิดพลาด ถัดมาเกิดจากระนาบสัมผัสระหว่างกระดาษกับจอสแกนไม่สัมผัสกันสนิท ซึ่งเกิดจากในขณะที่สแกนภาพไม่ทำการปิดฝาเครื่องสแกนหรือปิดฝาไม่สนิท นอกจากนี้ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น อีกประการคือการไม่พบตำแหน่งการระบาย ซึ่งปัญหานี้จะสังเกตได้จากผลการตรวจเป็นผิดเกือบหมดทุกข้อ และส่วนที่แสดงตำแหน่งจุดอ้างอิงทางด้านล่าง แสดงเป็นตำแหน่ง  $x=0, y=0$  ถึงแม้ว่าโปรแกรมตรวจข้อสอบนี้จะมีการหาตำแหน่งกระดาษและแก้ไขความเอียงกระดาษโดยอัตโนมัติแล้วก็ตาม หากเกิดปัญหานี้ก็สามารถแก้ไขได้โดยการขยับหรือปรับกระดาษบนจอสแกนเนอร์ แล้วสแกนอีกครั้ง

การตัดภาพลายมือชื่อและนามสกุลของผู้ทำข้อสอบ เพื่อใช้ในการยืนยันความเป็นตัวตนของบุคคลและใช้ในการรายงานผลต่าง ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อไม่ให้ระบบยุ่งยากกับการป้อนข้อมูลชื่อและนามสกุลของผู้ทำข้อสอบแต่ละคน ทำให้โปรแกรมการใช้งานดูยุ่งยากและซับซ้อน ขณะตรวจข้อสอบระบบก็จะทำการตรวจ ระบบตรวจข้อสอบก็จะเก็บ ภาพลายมือชื่อและนามสกุล

รหัสประจำตัว รหัสวิชา และผลคะแนนที่ได้เอาไว้ในขั้นตอนเดียวจากนั้นก็ตรวจสอบไปจนครบ แล้วจึงสร้างรายงานออกมาแสดง

การรายงานผลการตรวจผู้วิจัยได้พัฒนาให้รายงานผลการตรวจออกมาให้เป็นไฟล์ HTML หรือไฟล์ที่เป็นเว็บเพจ เพื่อให้ผู้ตรวจสามารถนำไฟล์ที่ได้ไปอัปโหลดเพื่อประกาศผลสอบทาง อินเทอร์เน็ต ซึ่งในปัจจุบันถือว่าเป็นมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันเนื่องจากมีความรวดเร็วและเป็น แหล่งข้อมูลข่าวสารที่สำคัญซึ่งรายงานจะประกอบด้วย ลำดับที่ ชื่อและนามสกุล ผลคะแนน คะแนนสูงสุด คะแนนต่ำสุด คะแนนเฉลี่ย ค่าผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนก และค่า ความยากง่าย

การตรวจจับและจดจำตัวอักษรผู้วิจัยได้พัฒนาได้ในระดับหนึ่ง คือสามารถตรวจจับ ตัวอักษรและจดจำรูปแบบได้เฉพาะภาพที่มีความชัดเจนสูง ที่ผู้ใช้เขียนด้วยลายมือบรรจงหนาและ เข้ม จึงจะสามารถประมวลผลภาพได้ซึ่งในส่วนนี้จะต้องพัฒนาต่อไป

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

จากการวิจัยนี้ทำให้ได้ ระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติที่สามารถนำไปใช้ในการ จัดการสอบ โดยการสร้างกระดาษคำตอบเพื่อให้ผู้สอบทำการเลือกตอบ แล้วนำกระดาษคำตอบนั้น มาตรวจข้อสอบด้วยเครื่องสแกนเนอร์และโปรแกรมตรวจข้อสอบ ซึ่งหลังจากตรวจข้อสอบเสร็จ ลื่น ผู้ใช้สามารถพิมพ์รายงานผลการตรวจข้อสอบทางเครื่องพิมพ์ได้ในรายงานผลการตรวจข้อสอบ นอกจากแสดงคะแนนสอบของผู้สอบได้แล้ว ยังสามารถแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเพื่อ ให้ผู้สอนได้นำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาข้อสอบ หรือพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป และเพื่อ การใช้งานระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพโดยสมบูรณ์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอ เน้นเพื่อการใช้งานดังนี้

1. เครื่องสแกนเนอร์ที่ใช้ควรเลือกเครื่องที่มีประสิทธิภาพดีทั้งทางด้านความเร็วในการอ่าน และส่งข้อมูลภาพ และควรอ่านภาพขาวดำ ที่ความละเอียด 72 จุดต่อนิ้ว ได้ชัดเจน

2. การวางกระดาษคำตอบบนเครื่องสแกนเนอร์ ผิวหน้าของกระดาษคำตอบควรสัมผัสกับ หน้าจอสแกนโดยสนิททั้งแผ่น เพื่อให้ภาพกระดาษคำตอบ มีความเข้มของภาพเท่ากันทั้งภาพ

3. ผู้ใช้สามารถใช้คุณสมบัติการสแกนภาพผ่านถาดป้อนกระดาษอัตโนมัติได้ โดยสแกน ภาพกระดาษคำตอบ โดยใช้โปรแกรมควบคุมการสแกนที่ได้มาพร้อมเครื่องสแกนเนอร์ ซึ่งจะได้ เป็นไฟล์ภาพกระดาษคำตอบ จากนั้นจึงนำไฟล์ภาพกระดาษคำตอบที่ได้ในแต่ละไฟล์เข้าตรวจใน โปรแกรมตรวจข้อสอบ ทั้งนี้ภาพที่ได้จากการสแกนผ่านถาดป้อนกระดาษอัตโนมัติ นั้น ต้องมีความ ละเอียด ชัดเจน รักษาอัตราส่วนของภาพได้ถูกต้อง และมีความเข้มของภาพเท่ากันทั้งภาพด้วยหาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ได้จากการสแกนมีความผิดเพี้ยนหรือเอียงเนื่องจากคาดป้อนกระดาษอัตโนมัติ ให้ทำการสแกนภาพใหม่อีกครั้ง

4. การสร้างกระดาษคำตอบต้นฉบับ ควรใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์เพื่อความคมชัดสูงในการพิมพ์ต้นฉบับ จากนั้นจึงทำการนำไปถ่ายเอกสาร หรือนำเข้าเครื่องอัดสำเนา หรือพิมพ์จากเครื่องพิมพ์เลเซอร์โดยตรงก็จะทำให้มีความถูกต้องแม่นยำสูง

5. เนื่องจากการวิเคราะห์ การระบายใช้วิธีการอ่านจำนวนจุดสีดำในส่วนการระบายของภาพที่ สแกน ดังนั้นในส่วนการระบาย จึงควรสะอาดไม่ควรมีรอยเปื้อนสีดำใดๆ ซึ่งอาจส่งผลต่อการวิเคราะห์ภาพได้

6. เพื่อความสะดวกของผู้สอบ ถ้าใช้ดินสอ ควรใช้ดินสอ 4B ขึ้นไปในการระบายคำตอบ

7. ในการตรวจข้อสอบครั้งละมาก ๆ ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องตรวจต่อเนื่องให้เสร็จภายในครั้งเดียว สามารถตรวจเพียงบางส่วนแล้วบันทึกเป็นไฟล์การตรวจ แล้วมาเรียกใช้ไฟล์การตรวจนี้ในภายหลังเพื่อตรวจข้อสอบต่อได้

8. นอกจากข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบแล้ว ระบบนี้สามารถใช้ตรวจข้อสอบปรนัยแบบถูกผิด และแบบจับคู่ได้ เช่น ในข้อสอบแบบถูกผิดอาจกำหนดให้ตัวเลือก “1” หมายถึงเลือกตอบถูกตัวเลือก “2” หมายถึงเลือกตอบผิด หรือในข้อสอบแบบจับคู่อาจกำหนดคำตอบหรือคู่ที่จะถูกจับด้วยให้มีไม่เกิน 5 ข้อ แล้วหากเห็นว่าข้อใดตรงกับคู่ที่จะถูกเลือกนี้ ก็ให้ระบายคำตอบลงในกระดาษคำตอบเป็นต้น

9. เมื่อตรวจข้อสอบเสร็จสิ้น ควรใช้ผลการตรวจข้อสอบและผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อการปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้นเสมอ

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

ดังที่กล่าวในตอนต้นว่า ในการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติให้สมบูรณ์ในทุกๆ ส่วนอย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาเฉพาะในหลายด้าน รวมถึงต้องใช้ทุนระยะเวลา และบุคลากรที่มีความรู้เฉพาะด้านมากมาย ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นการพัฒนาต้นแบบระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติทั้งระบบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าหากมีการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติเพิ่มเติม จะทำให้ระบบนี้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์กับผู้ใช้มากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. พัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ และจัดจํารูปแบบอักษรของโปรแกรมให้สามารถประมวลผลข้อมูลภาพที่มีความละเอียด 72-75 จุดต่อนิ้วได้ ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาแล้วระดับหนึ่งแต่ก็ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งลักษณะของภาพที่ได้ยังไม่มีความละเอียดพอ แต่จำเป็นต้องใช้ความละเอียดภาพที่ 72-75 จุดต่อนิ้ว เพื่อความเร็วในการสแกนและขนาดความจุของภาพที่จะใช้ประมวลผล ดังนั้น ถ้าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากสามารถคิดและพัฒนาในส่วนของกราฟวิเคราะห์ และจัดจํารูปแบบของตัวอักษรได้ ในลักษณะความละเอียดของภาพที่มีอยู่อย่างจำกัดได้จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. พัฒนาความสามารถในการเก็บคะแนนเป็นภาคการศึกษาโดยเก็บภาพและตรวจ รวมทั้งการป้อนคะแนนอื่นๆที่ไม่ได้มาจากการทำข้อสอบ เช่น คะแนนใบงาน คะแนนจิตพิสัย เพื่อจะได้ทำการตัดเกรดได้โดยโปรแกรมเดียว

3. พัฒนาความสามารถในการให้คะแนน สามารถกำหนดรูปแบบการให้คะแนนได้หลายรูปแบบ เช่น คำถามในบางข้ออาจต้องตอบ 2 ตัวเลือกจึงให้คะแนน หรือการกำหนดระดับคะแนนการตอบในแต่ละตัวเลือก รวมถึงการปรับเปลี่ยนระดับคะแนนการตอบในแต่ละตัวเลือกเป็นรายข้อได้เป็นต้น ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อการพัฒนาให้สามารถอ่านคำตอบและวิเคราะห์การตอบจากแบบสอบถามได้

1. ความสามารถในการจัดทำรายงาน เช่น จัดทำรายงานให้สวยงามขึ้นหรือมีรูปแบบการจัดทำรายงานให้ผู้ใช้เลือกได้ เป็นต้น

2. นำระบบตรวจสอบนี้มาประยุกต์เพิ่มเติม หรือเพิ่มฟังก์ชันโดยการเขียนโปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล เพื่อนำข้อมูลมาประมวลผลการตัดสินใจ หรือเรียกว่า ระบบสารสนเทศสำหรับการจัดการ(MIS)

3. การทำ Password เพื่อการสร้างความปลอดภัยให้กับข้อมูลการตรวจข้อสอบ

4. การเพิ่มความสามารถในการปรับภาพกระดาษคำตอบอัตโนมัติ ทั้งด้านขนาดภาพ ความละเอียดของภาพและสีของภาพให้เป็นไปตามอัตราส่วนที่กำหนดเอาไว้ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกในการสแกนภาพและประมวลผลภาพไม่ให้ง่ายยากและซับซ้อน

## บรรณานุกรม

- กนก รัตนสมบัติ. 2545. “ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กฤษณะ ชินสาร. 2540. “ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัย สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กองบรรณาธิการ ไมโครคอมพิวเตอร์ยูสเซอร์. 2544. “Peripheral Buyer Guide : Scanner เทคโนโลยี และการเลือกซื้อ.” ไมโครคอมพิวเตอร์ยูสเซอร์. 8(86) : 108-117.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2541. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : เทพเนรมิตร.
- ทักษิณา สวานานนท์. 2536. พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ไฮเทคพริ้นติ้ง.
- ธีรพงศ์ บุญก่อเกื้อ และพรชัยยศ ลิเลศวงศ์สกุล. 2541. “ระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ประคอง วรรณสุด. 2529. สถิติเพื่อการวิจัย คำนวณด้วยภาษา BASIC. ปทุมธานี : ศูนย์หนังสือ ดร. ศรีสง่า.
- พรชัยยศ ศรีปัญญาพงศ์. 2542. “เครื่องตรวจข้อสอบด้วยแสงอินฟราเรดแบบทะลุผ่าน.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พลสุวรรณค์ มณีเสาวนพ และภัทรวารินทร์ ทรัพย์ทวีสุข. 2539. “ระบบตรวจข้อสอบโดยวิธีเปรียบเทียบข้อมูลภาพ.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ไพศาล หวังพานิช. 2526. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บุทรพงษ์ รั้งสรรค์เสรี และกฤษณะ ชินสาร. 2539. รายงานการวิจัยเรื่องเครื่องตรวจสอบระดับมืออาชีพ. กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543. กระดาษคำตอบคณะกรรมการอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : งานบริการวิชาการและวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อุทุมพร จามรมาร. ม.ป.ป. ข้อสอบ : การสร้างและการพัฒนา เล่มที่ 11. กรุงเทพฯ : ฟีนิกซ์พับลิชชิ่ง.
- Ballantyne, C. 2543. **Multiple Choice Test**. [Online]. Available : <http://cleo.murdoch.edu.au/evaluation/pub/mcq/mctests.htm>.
- Efg's Computer Lab. 1998. **Manipulating Pixels With Delphi's Scanline Property**. [Online]. Available : <http://www.efg2.com/lab/ImageProcessing/Scanline.htm>.
- Hearn, D. and Baker, P.M. 1986. **COMPUTER GRAPHIC**. USA : Prentice-Hall International.
- Hubbard, J. 2541. ทฤษฎีและตัวอย่างและตัวอย่างโจทย์การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C++. แปลและเรียบเรียงจาก **Schaum's Outline Series ; Theory and Problems of Programming With C++**. โดย เบญจพร ศักดิ์ศิริ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล อินเทอร์เน็ต เนชั่นแนล เอ็นเตอร์ไพรส์.
- TWAIN Working Group. 1998. **TWAIN Specification Version 1.8**. [Online]. Available : <http://www.twain.org/MLM/KB/TW183Sp.pdf>.
- White, R. 2538. คอมพิวเตอร์ทำงานอย่างไร. แปลจาก **HOW COMPUTERS WORK**. โดย วิโรจน์ อัสวรังสี และพุทธพร แสงรัตนเดช. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก กระจายคำตอบสำหรับระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วย  
เครื่องสแกนเนอร์

ภาคผนวก ข ขั้นตอนการตรวจสอบโดยระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วย  
เครื่องสแกนเนอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ภาคผนวก ก

กระดาษคำตอบสำหรับระบบตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการตรวจสอบข้อสอบโดยระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อกำหนดพื้นฐานการใช้งานโปรแกรมตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ

ในการใช้งานระบบตรวจสอบปรนัยอัตโนมัติโดยสมบูรณ์ 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 98 ขึ้นไป
- โปรแกรม Microsoft Office 97, 2000 และ XP

## ขั้นตอนการตรวจสอบโดยระบบตรวจสอบปรนัยอัตโนมัติ

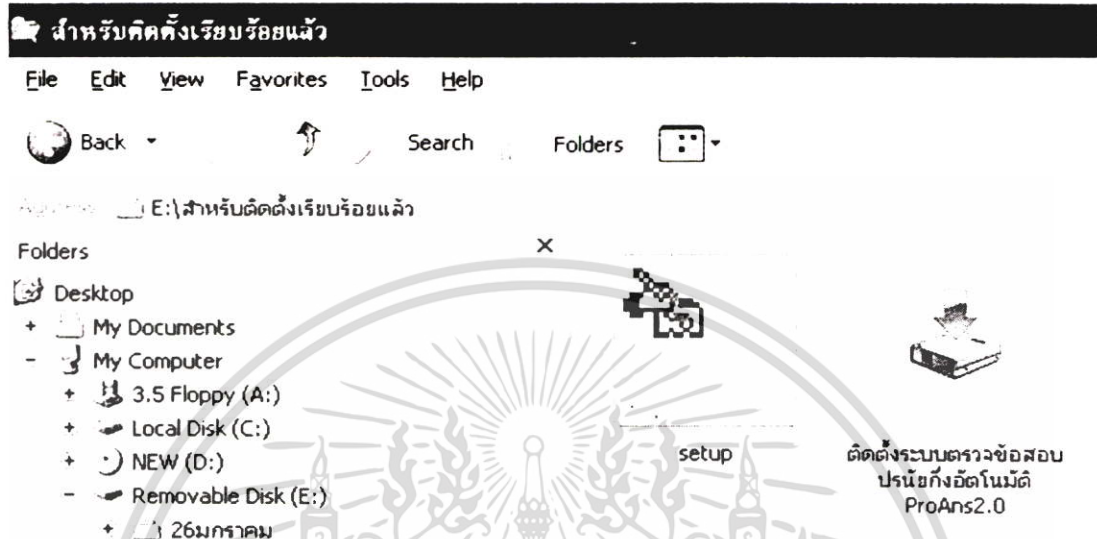
การตรวจสอบด้วยระบบตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ จะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ทำการติดตั้งโปรแกรมตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติด้วยเครื่องสแกนเนอร์
2. ทำการติดตั้งไดรฟ์เวอร์ของสแกนเนอร์ที่จะใช้งานในโปรแกรม
3. เตรียมกระดาษคำตอบที่เป็นเฉลยข้อสอบ
4. เตรียมกระดาษคำตอบที่จะทำการตรวจ
5. เปิดโปรแกรมตรวจสอบปรนัยอัตโนมัติ
6. ทำการอ่านภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่คอมพิวเตอร์
7. อ่านและตรวจกระดาษคำตอบ
8. บันทึกผลการตรวจคำตอบลงในคอมพิวเตอร์
9. สรุปผลการตรวจ
10. จัดทำรายงานผลการตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

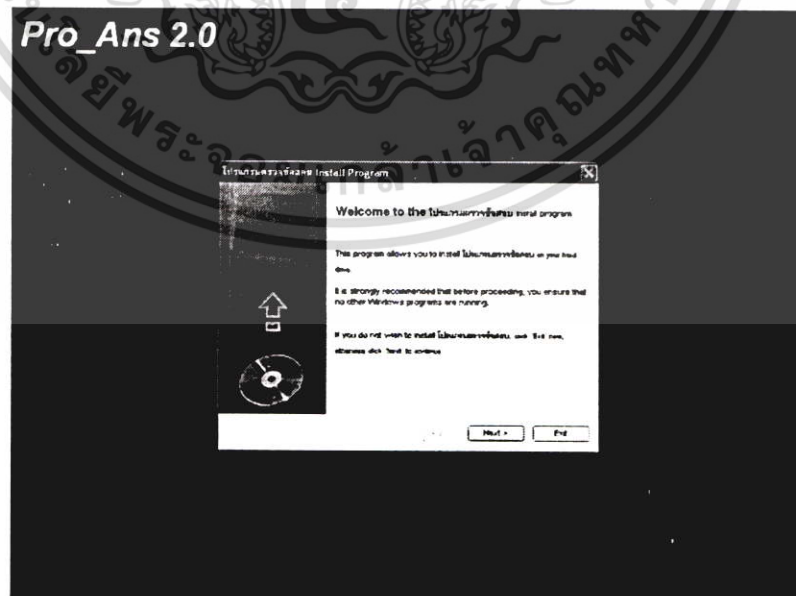
## 1. การติดตั้งโปรแกรมตรวจสอบ

การติดตั้งโปรแกรมตรวจสอบทำได้โดยการเรียกใช้โปรแกรมติดตั้งโปรแกรมตรวจสอบ ดังรูปที่ ข.1 แล้วทำตามขั้นตอนที่โปรแกรมติดตั้งแนะนำ



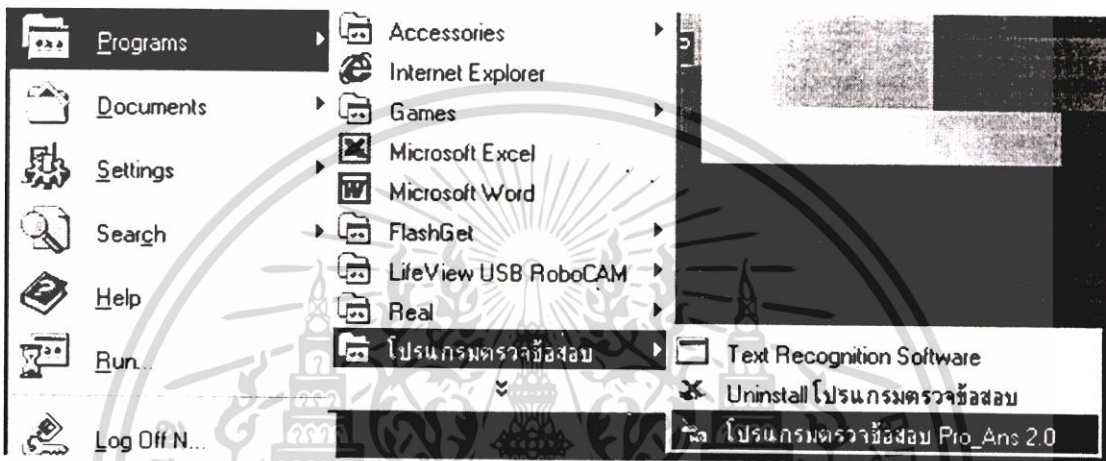
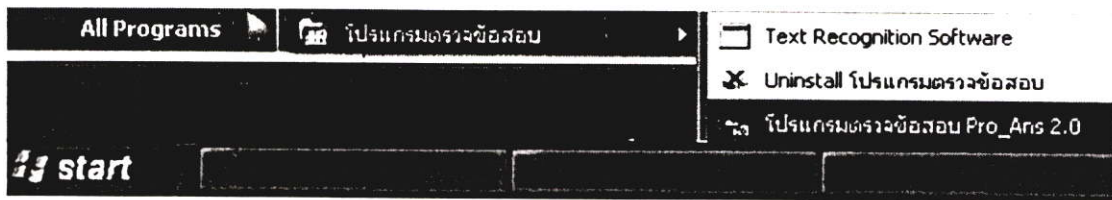
รูปที่ ข.1 ลักษณะไอคอน โปรแกรมติดตั้งโปรแกรมตรวจสอบ

เมื่อติดตั้งโปรแกรมตรวจสอบเสร็จสิ้น ผู้ใช้จะสามารถเรียกใช้โปรแกรมได้ทั้งจากเมนู “เริ่ม-Start” หรือ เรียกจากไอคอนของโปรแกรมตรวจสอบบน desktop ก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ ข.2 และ ข.3 ตามลำดับ



รูปที่ ข.2 ลักษณะการติดตั้งโปรแกรมตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 ลักษณะไอคอน โปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยกึ่งอัต โนมัติและในเมนู “เริ่ม-Start”

เมื่อไม่ต้องการใช้โปรแกรมอีก และต้องการลบโปรแกรมออกจากคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้สามารถเรียกโปรแกรมยกเลิกการติดตั้งจากเมนู “uninstall โปรแกรมตรวจข้อสอบ” ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ทำการติดตั้งไดรฟ์เวอร์ของสแกนเนอร์ที่จะใช้งานในโปรแกรม

ทำการติดตั้งไดรฟ์เวอร์ ของเครื่องสแกนเนอร์ ที่จะนำมาใช้กับ โปรแกรมตรวจสอบ ปรนัยกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งจะเป็นรุ่นใดก็ได้ที่ใช้ไดรฟ์เวอร์ของ TWAIN เมื่อทำการติดตั้งแล้ว หากมีการเรียกใช้ โปรแกรมตรวจสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ โปรแกรมจะสามารถ ติดต่อและควบคุมการทำงานของสแกนเนอร์ได้

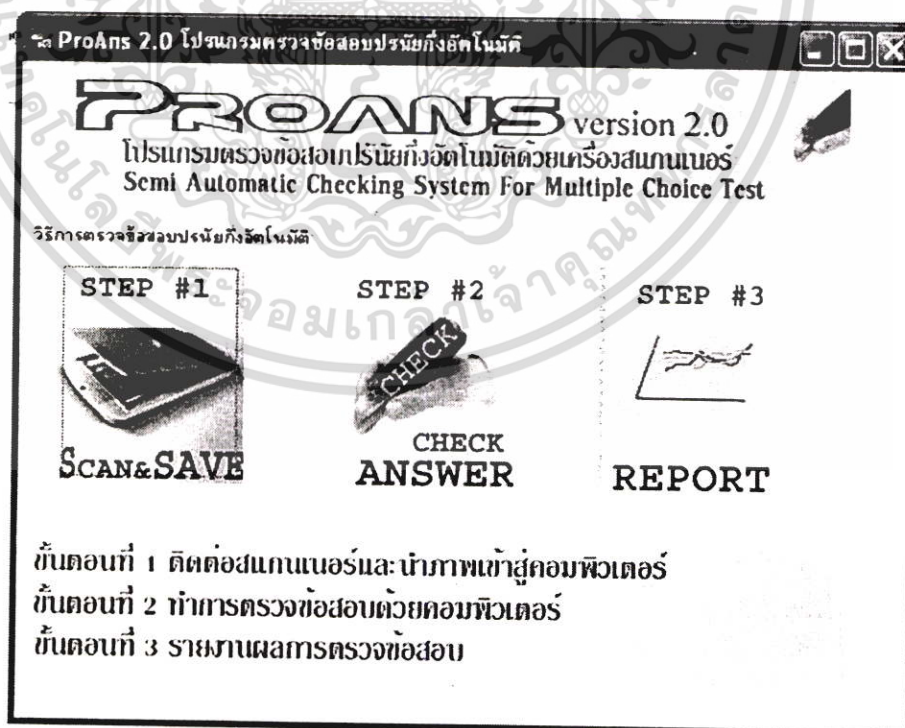
## 3. เตรียมกระดาษคำตอบที่เป็นเฉลยข้อสอบ

ทำการเฉลยคำตอบลงในกระดาษคำตอบ เพื่อใช้เป็นภาพเฉลยเพื่อบอกให้โปรแกรมรับรู้ ว่านี่คือเฉลยคำตอบ การฝนควรรใช้ดินสอ 4B ขึ้นไปเพื่อความถูกต้องและชัดเจนในกาตรวจสอบ

## 4. เตรียมกระดาษคำตอบที่จะทำการตรวจ

ทำการเตรียมกระดาษคำตอบทั้งหมด โดยตรวจในเบื้องต้นของกระดาษคำตอบแต่ละแผ่น ว่าสมบูรณ์หรือไม่ หากมีรอยเลอะ หรือเปื้อนควรจะทำความสะอาด ก่อนเข้าสู่การประมวลผล ถ้าหากมีการใช้สแกนเนอร์ที่มีที่ป้อนกระดาษอัตโนมัติ ควรตรวจกระดาษคำตอบว่าเรียบเสมอกันทั้งแผ่นหรือไม่เพราะอาจจะทำให้การสแกนภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์ไม่สมบูรณ์

## 5. เปิดโปรแกรมตรวจสอบปรนัยอัตโนมัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### รูปที่ ข.4 แสดงหน้าต่างโปรแกรมตรวจสอบข้อสอบปรนัยกึ่งอัตโนมัติ

#### 6. ทำการอ่านภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่คอมพิวเตอร์

โดยการกดปุ่ม ขั้นตอนที่ 1 นำภาพกระดาษคำตอบเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ในที่นี้หมายถึงกระดาษคำตอบทั้งที่เป็นเฉลยและกระดาษคำตอบที่จะทำการตรวจ การใช้งานแสดงดังรูปที่ ข.5

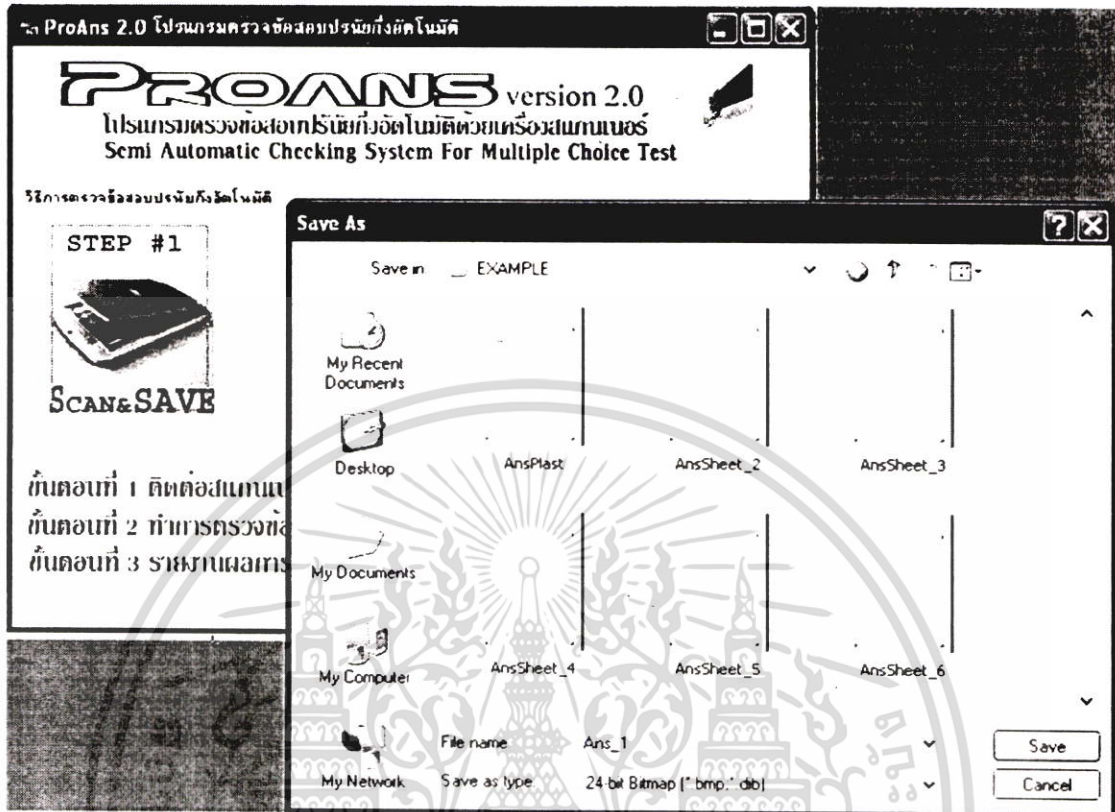


### รูปที่ ข.5 แสดงการทำขั้นตอนที่ 1 เพื่อนำภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์

เมื่อกดปุ่มขั้นตอนที่ 1 จากนั้น โปรแกรมจะทำการติดต่อกับสแกนเนอร์และควบคุมสแกนเนอร์ผ่าน โปรแกรมอินเตอร์เฟสของสแกนเนอร์แต่ละรุ่นซึ่งผู้ทำการตรวจจะต้องสแกนภาพให้มีรายละเอียดดังนี้

1. สแกนภาพในโหมดภาพขาวดำ หรือ GRAY SCALE
2. ปรับความละเอียดที่ 72-75 จุดต่อนิ้ว
3. การบันทึกภาพจะต้องเป็นตัวเลขกรัน คั่นด้วยเครื่องหมาย \_ ตามด้วยตัวเลข เช่น ans\_1.bmp,ans\_2.bmp,ans\_3.bmp.....ans\_n.bmp เป็นต้น
4. นามสกุลที่จะบันทึกต้องเป็น .BMP เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



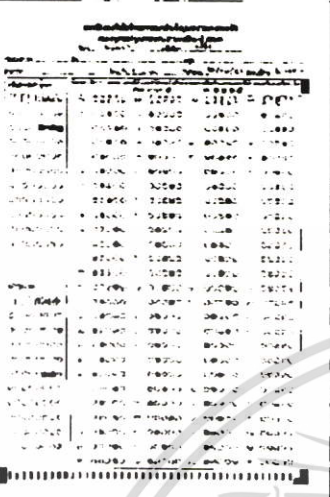
รูปที่ ข.6 แสดงการตั้งชื่อภาพกระดาษคำตอบ

## 7. อ่านและตรวจกระดาษคำตอบ

เป็นการอ่านภาพเฉลยเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ และอ่านภาพกระดาษคำตอบ ที่ผู้ตรวจต้องการตรวจแบบอัตโนมัติในขั้นตอนเดียวดังแสดงในรูปที่ ข.7 รูปที่ ข.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Open Answer Sheet**  
เปิดภาพกระดาษคำตอบที่เป็นเลข



**Answer**  
ป้อนคำตอบ

ตอบทั้งหมด 80 ข้อ

- ข้อ 1 = ก
- ข้อ 2 = ง
- ข้อ 3 = ค
- ข้อ 4 = ข
- ข้อ 5 = ข
- ข้อ 6 = ข
- ข้อ 7 = ค
- ข้อ 8 = ข
- ข้อ 9 = ง
- ข้อ 10 = ง
- ข้อ 11 = ก
- ข้อ 12 = ก
- ข้อ 13 = ง
- ข้อ 14 = ข
- ข้อ 15 = ข
- ข้อ 16 = ก
- ข้อ 17 = ข
- ข้อ 18 = ข
- ข้อ 19 = ก
- ข้อ 20 = ง
- ข้อ 21 = ข
- ข้อ 22 = ง
- ข้อ 23 = ข
- ข้อ 24 = ง
- ข้อ 25 = ง
- ข้อ 26 = ก

**CHECKING**  
**ANSWER SHEET**  
ทำการตรวจข้อสอบ

รหัสนักเรียน:

**RECOGNIZE**  
จดจำรูปแบบข้อสอบ

**REPORT**  
รายงานผลการตรวจข้อสอบ

รูปที่ ข.7 แสดงการตรวจคำตอบที่เป็นเลขของโปรแกรม

**ตรวจภาพตามลำดับไฟล์อัตโนมัติ**

ชื่อเริ่มต้นไฟล์:

ลำดับที่ไฟล์เริ่มต้น:  ถึง  ลำดับที่ไฟล์สุดท้าย

**CHECK ANSWER**  
**ตรวจคำตอบ**

สถานะการตรวจ : กำหนดค่าเริ่มต้น

**ข้อกำหนด**

ไฟล์ภาพกระดาษคำตอบจะต้องกำหนดความละเอียดในการสแกน 72 dpi และบันทึกในรูปแบบ BMI  
ชื่อของไฟล์ภาพจะต้องมีอักษร " \_ " ขึ้นระหว่างชื่อไฟล์กับตัวเลขลำดับไฟล์ กำหนดตัวค้นห  
เช่น AnsSheet\_1, Sheet\_5, Ans\_10, AnswerSheet\_19 เป็นต้น

รูปที่ ข.8 แสดงการตรวจกระดาษคำตอบแบบอัตโนมัติของโปรแกรมตรวจข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 8. บันทึกผลการตรวจคำตอบลงในใบคะแนน

เป็นการบันทึกผลการตรวจเก็บไว้เป็นไฟล์ในคอมพิวเตอร์เพื่อนำข้อมูลกลับมาวิเคราะห์หรือประมวลผลในภายหลัง โดยเก็บเป็นข้อมูลโดยเมื่อเปิดก็จะสามารถแสดงผลได้เหมือนตอนที่ทำการตรวจข้อสอบ

## 9. สรุปผลการตรวจ

เป็นการรายงานผลการตรวจทั้งหมด โดยจะแสดงผลแยกเป็นหมวดหมู่ต่างๆเพื่อให้ง่ายในการใช้งานและตรวจสอบ

1. รายงานผลการตรวจแต่ละคนว่า ตอบถูก ตอบผิด ไม่ตอบ และตอบเกินเท่าใดดังแสดงรูปที่ ข.9

บันทึกผล 3 รายการที่ตรวจเรียบร้อยแล้ว

เปิด บันทึก พิมพ์คะแนน เก็บไว้กับโปรแกรม

รหัส นศ.[คะแนน]	12 คน	ผลการตรวจ	สรุปผล	วิเคราะห์ข้อสอบ	เฉลยข้อสอบ
44064220	[50]				
44064221	[43]				
44064222	[44]	คำตอบ	ผลตรวจ		
44064223	[42]				
44064224	[43]				
44064225	[43]				
44064226	[32]				
44064227	[36]				
44064229	[40]				
44064228	[35]				
44064230	[43]				
44064231	[40]				

คำตอบทั้งหมด 50 ข้อ

ข้อ 1 = ถูก  
ข้อ 2 = ถูก  
ข้อ 3 = ถูก  
ข้อ 4 = ถูก  
ข้อ 5 = ถูก  
ข้อ 6 = ถูก  
ข้อ 7 = ผิด  
ข้อ 8 = ถูก  
ข้อ 9 = ถูก  
ข้อ 10 = ถูก  
ข้อ 11 = ถูก  
ข้อ 12 = ถูก  
ข้อ 13 = ถูก  
ข้อ 14 = ผิด  
ข้อ 15 = ถูก  
ข้อ 16 = ถูก  
ข้อ 17 = ถูก  
ข้อ 18 = ถูก  
ข้อ 19 = ผิด

แสดงคะแนน

ก ข คง จ  
a b c d e  
1 2 3 4 5

สรุปผล

รวม 43 คะแนน

แสดงข้อที่ -

ตอบถูก

ตอบผิด

ไม่ตอบ

ตอบเกิน

แสดงทุกข้อ

รูปที่ ข.9 แสดงผลการตอบของกระดาษคำตอบแต่ละแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขั้นตอนที่ 3 รายงานการตรวจข้อสอบ สรุปผล และผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

ผลวิเคราะห์ข้อสอบ

รหัส นศ.(คะแนน) 12 คน

ผลการตรวจ	สรุปผล	วิเคราะห์ข้อสอบ	เฉลยข้อสอบ
44064220 [50]			
44064221 [43]			
44064222 [44]			
44064223 [42]			
44064224 [43]			
44064225 [43]			
44064226 [32]			
44064227 [36]			
44064229 [40]			
44064228 [35]			
44064230 [43]			
44064231 [40]			

ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	ถูก	ผิด	ไม่ตอบ
1	1	0	12	0	0
2	0.75	0.5	9	2	0
3	0.833	0.333	10	1	0
4	0.917	0.167	11	0	0
5	1	0	12	0	0
6	0.833	0.333	10	2	0
7	0.667	0	8	4	0
8	0.833	0.333	10	2	0
9	0.833	0.333	10	2	0
10	0.833	0.333	10	2	0
11	0.833	0	10	2	0
12	0.667	0	8	4	0
13	0.917	0.167	11	1	0
14	0.75	0.167	9	3	0
15	0.917	0.167	11	1	0
16	0.917	0.167	11	1	0

การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ลักษณะการตอบในข้อนี้ (คน)

จัดเรียงลำดับตามค่า

ความยากง่าย

ง่าย-> <-ยาก

ค่าความยากง่าย เฉลี่ย 0.137

อำนาจจำแนก

มาก-> <-น้อย

ค่าอำนาจจำแนก เฉลี่ย 0.818

เรียงตามลำดับข้อ

มาก-> <-น้อย

รูปที่ ข.11 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้างานที่ 3 ผลการตรวจวัดผลสอบ สปรนค. และผลประเมินผลสอบ

เปิด บันทึก พิมพ์รายงาน เกี่ยวกับโปรแกรม

รหัส นศ.(คะแนน)	12 คน	ผลการตรวจ	สรุปผล	วิเคราะห์ข้อสอบ	เฉลยข้อสอบ
44064220	[50]	1. = ก	21. = ก	41. = ง	
44064221	[43]	2. = ข	22. = ข	42. = ง	
44064222	[44]	3. = ค	23. = ค	43. = ง	
44064223	[42]	4. = ง	24. = ง	44. = ง	
44064224	[43]	5. = ฉ	25. = ฉ	45. = ง	
44064225	[43]	6. = ฉ	26. = ก	46. = ฉ	
44064226	[32]	7. = ง	27. = ก	47. = ฉ	
44064227	[36]	8. = ค	28. = ก	48. = ฉ	
44064229	[40]	9. = ข	29. = ก	49. = ฉ	
44064228	[35]	10. = ก	30. = ก	50. = ฉ	
44064230	[43]	11. = ก	31. = ข		
44064231	[40]	12. = ข	32. = ข		
		13. = ค	33. = ข		
		14. = ง	34. = ข		
		15. = ฉ	35. = ข		
		16. = ฉ	36. = ค		
		17. = ง	37. = ค		
		18. = ค	38. = ค		
		19. = ข	39. = ค		
		20. = ก	40. = ค		

สรุปตัวเลือกที่ถูก

เต็ม 50 ข้อ

1|10 ข้อ 2|10 ข้อ 3|10 ข้อ 4|10 ข้อ 5|10 ข้อ 0|50 ข้อ 9|0 ข้อ

### รูปที่ ข.12 แสดงผลคำตอบที่เป็นเลข

#### 10. จัดทำรายงานผลการตรวจ

จะแสดงผลรายผลการตรวจเป็นเว็บเพจ หรือ ไฟล์ HTML เพื่อให้ผู้ตรวจสามารถนำไฟล์ผลการตรวจอัปโหลดขึ้นเว็บไซต์ ได้โดยตรง และ โปรแกรมจะ ได้นำชื่อและนามสกุลมาแสดงได้ด้วย เพื่อเป็นการยืนยันตัวตนว่าเป็นลายมือของผู้ที่ทำข้อสอบและไม่ต้องยุ่งยากกับระบบฐานข้อมูลทำให้ใช้งานง่าย สะดวก และรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานผลการตรวจสอบ  
รหัสวิชา 01234 วิชา วิทยาศาสตร์

คนที่ ลำดับที่ รหัสนักศึกษา ชื่อ-สกุล

คนที่	ลำดับที่	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-สกุล	คะแนน
1	1	44064220	อุตรรัตน์	50
2	3	44064221	กมลสัน	43
3	2	44064222	ประเสริฐ	44
4	7	44064223	ศุภร	42
5	3	44064224	วิมลรัตน์	43
6	3	44064225	วิมลรัตน์	43
7	12	44064226	วิมลรัตน์	32
8	10	44064227	วิมลรัตน์	36
9	8	44064229	วิมลรัตน์	40
10	11	44064228	วิมลรัตน์	35
11	3	44064230	วิมลรัตน์	43
12	8	44064231	วิมลรัตน์	40

คะแนนสูงสุด = 50 คะแนน  
 คะแนนต่ำสุด = 32 คะแนน  
 คะแนนเฉลี่ย = 40.9 คะแนน , (SD = 4.57)  
 ผลการวิเคราะห์ ทวิคูณรายปี  
 ค่าความบกพร่องเฉลี่ย = 0.137  
 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย = 0.818

รูปที่ ข.12 แสดงรายงานผลการตรวจแบบเว็บเพจหรือไฟล์ HTML

### 11. การวิเคราะห์และจัดจํารูปแบบอักษรลายมือชื่อ

จะต้องทำการตัดภาพลายมือชื่อ และนามสกุลออกเป็นภาพย่อย ภาพละหนึ่งตัวอักษร จากนั้นก็ทำการประมวลผลภาพทีละภาพ แล้วนำผลการประมวลผลแต่ละภาพมาต่อกันจนเป็นชื่อ และนามสกุล ซึ่งการวิจัยในส่วนนี้ยังไม่สมบูรณ์ซึ่งต้องพัฒนาต่อไป ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายอุดมวิทย์ นักคนตรี
วัน เดือน ปี เกิด	11 มิถุนายน 2521
สถานที่เกิด	อำเภอเชียงรุ่ง จังหวัดเชียงราย
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	1 หมู่ 3 ต.ริมเหนือ อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่
สถานที่ทำงาน	ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่
ตำแหน่ง	นักวิชาการคอมพิวเตอร์
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ปีการศึกษา 2547 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาาสตร์ (คอมพิวเตอร์) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้