ระบบตรวจข้อสอบปรนัยที่ใช้หลักการของการประมวลผลภาพ

Image-Processing Oriented Multiple Choice Checking System

กฤษณะ ชินสาร* และ ผศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี**

*ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน ชลบุรี 20131

โทร.(038) 745-900 ต่อ 3060-62 Email: krisana@docsavage.compsci.buu.ac.th

**ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถ.ฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทร. (02) 326-6100 ต่อ 2705 Email: kryuttha@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

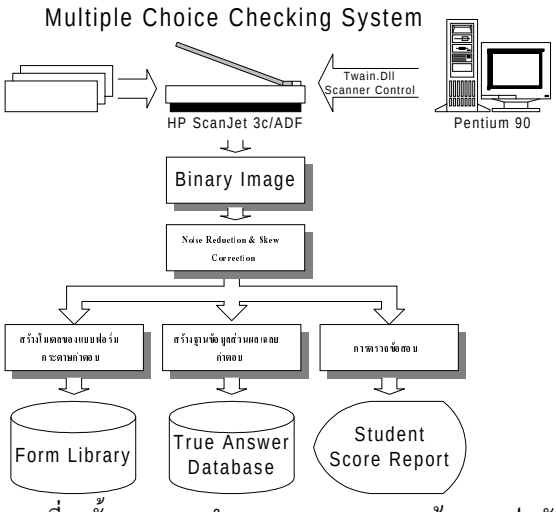
ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัย โดยการให้คอมพิวเตอร์ทำงานร่วมกับสแกนเนอร์ ระบบนี้ใช้หลักการของการประมวลผลภาพเป็นพื้นฐานในการพัฒนา การทำงานเริ่มจากการป้อนกระดาษคำตอบผ่านเครื่องสแกนเนอร์เพื่อแปลงเป็นภาพไบนารี จำแนกประเภทกระดาษคำตอบโดยใช้แนวเส้นตรงในแนวนอน กรอบฟิลด์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ รหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ, รหัสวิชา,คำตอบ และกรอบที่ไม่จำเป็นต้องใช้ ในขั้นตอนการตรวจคำตอบเพื่อหาจำนวนข้อที่ถูกต้อง ผู้วิจัยพิจารณาค่าความแตกต่างระหว่างจำนวนจุดภาพในวงกลมแต่ละวงในข้อสอบแต่ละข้อระหว่างแบบฟอร์มผลเฉลยคำตอบกับแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาเพื่อตรวจนับคะแนน ผลจากการวิจัยนี้จะได้ต้นแบบของระบบการตรวจข้อสอบปรนัยที่มีประสิทธิภาพและความยืดหยุ่น กล่าวคือระบบนี้สามารถใช้งานกับข้อสอบปรนัยที่มีการทำข้อสอบหลายรูปแบบ เช่นการกากบาทหรือการระบายในวงกลม นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานกับกระดาษคำตอบหลายประเภท

ABSTRACT

In this research, image processing oriented multiple choice checking system is developed based on PC-type microcomputer connecting to a flatbed scanner. The system software is image-processing oriented, consists of multiple steps. Each answer sheet is inputed to the scanner and convert into a binary image by mean of thresholding. Its knows type is the identified by horizontal line matching. Box fields are classified as Student Code Area, Subject Code Area, Answer Area and Unused Area. For the answer checking purpose, the number of black pixels in each answer block is counted, and the difference of those numbers between the input and its corresponding model is used as decision criterion. The result, multiple choice checking system is effective and flexible. Such a system can support many styles of choice marking, and also a variety of answer sheet designs.

1. บทนำ

การตรวจข้อสอบปรนัยโดยเครื่องตรวจข้อสอบระบบแสง (Optical Mark Reader : OMR) กำลังเป็นที่นิยมใช้อย่างมากในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะเครื่องตรวจข้อสอบระบบแสงสามารถตรวจข้อสอบได้ด้วยความรวดเร็ว และมีถูกต้องสูง การเลือกใช้เครื่องตรวจข้อสอบระบบนี้มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น รูปแบบของกระดาษคำตอบที่ถูกกำหนดไว้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การเลือกคำตอบก็ต้องบังคับให้ใช้ดินสอขนาดความเข้ม 2B หรือมากกว่าระบายเต็มรอบวงกลมที่กำหนดไว้เป็นต้น งานวิจัยนี้มีแนวทางที่จะพัฒนาเครื่องตรวจข้อสอบโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานร่วมกับสแกนเนอร์ที่มีระบบป้อนกระดาษอัตโนมัติซึ่งมีราคาถูกกว่า และมีความยืดหยุ่นในการตรวจข้อสอบสูงกว่าระบบเดิม กล่าวคือจะสามารถใช้กับกระดาษคำตอบรูปแบบใด ๆ ที่ออกแบบโดยผู้ใช้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ และอำนวยความสะดวกในการเลือกคำตอบเช่นเดียวกับการตรวจข้อสอบด้วยคน คือสามารถใช้ปากกาหรือดินสอธรรมดา เลือกคำตอบโดยวิธีวงกลมหรือกากบาททับก็ได้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจข้อสอบปรนัยที่ใช้หลักการของการประมวลผลภาพ

ในงานวิจัยนี้จะได้เสนอวิธีการใหม่ในการตรวจข้อสอบปรนัยด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้การเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนจุดภาพดำในวงกลมแต่ละวงของคำตอบแต่ละข้อระหว่างแบบฟอร์มผลเฉลยคำตอบ (Template Form) กับแบบฟอร์มนำเข้าตรวจข้อสอบ (Input Form)

2. ขั้นตอนการประมวลผล

ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติมีขั้นตอนในการทำงานแสดงในภาพที่ 1 ส่วนฮาร์ดแวร์ประกอบด้วย เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานร่วมกับสแกนเนอร์ที่มีระบบป้อนกระดาษอัตโนมัติ ส่วนซอฟท์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาประกอบด้วยส่วนการควบคุมสแกนเนอร์ และส่วนการประมวลผลซึ่งมีขั้นตอนการทำงาน 3 ขั้นตอนได้แก่ 1) การสร้างโมเดลของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบ 2) การสร้างฐานข้อมูลส่วนเฉลยคำตอบ และ 3) การตรวจข้อสอบ

2.1 การควบคุมสแกนเนอร์

ในการทดลองสร้างต้นแบบโปรแกรมระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติในงานวิจัยนี้ ได้ทำการพัฒนาภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยใช้ภาษาซีเป็นคอมไพเลอร์ สแกนเนอร์ที่ใช้เป็นเครื่อง HP ScanJet 3c/ADF การควบคุมสแกนเนอร์จากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะทำโดยการให้ภาษาซีเรียกใช้ TWAIN.DLL[1] ซึ่ง TWAIN.DLL จะเป็นไลบรารีที่รวบรวมโมดูลสำหรับการควบคุมการทำงานของสแกนเนอร์มาตรฐาน โมดูลที่สำคัญของ TWAIN.DLL ที่เรียกใช้ในงานการทดลอง คือ

HANDLE FAR PASCAL TWAIN_AcquireNative (HWND hwnd, unsigned wPixTypes) ฟังก์ชั่นนี้ใช้สำหรับการสแกนและแปลงข้อมูลภาพกลับมาให้คอมพิวเตอร์โหมดเนทิฟ (Native Mode Transfer) สิ่งที่ได้จากฟังก์ชั่นนี้คือแฮนเดิลของภาพ

void FAR PASCAL TWAIN_FreeNative (HANDLE hdib) ฟังกชั่นนี้ใช้สำหรับคืนการจองหน่วยความจำให้กับระบบ

2.2 การสร้างโมเดลของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบ

เนื่องจากระบบงานที่นำเสนอนี้ต้องการที่จะให้การตรวจข้อสอบปรนัยด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์มีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ ซึ่งหมายถึงต้องการให้สามารถตรวจข้อ

สอบที่มีการทำเครื่องหมายเลือกคำตอบได้หลายรูปแบบ แบบฟอร์มกระดาษคำตอบผู้ใช้สามารถออกแบบได้เองเป็นต้น การที่จะให้คอมพิวเตอร์ทำเช่นนี้ได้จำเป็นต้องให้คอมพิวเตอร์รู้และเข้าใจโมเดลของแบบฟอร์มแต่ละประเภท รวมไปถึงการจำแนกประเภทของแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาได้เองโดยอัตโนมัติ[2] การออกแบบแบบฟอร์มกระดาษคำตอบที่จะให้คอมพิวเตอร์ทำความเข้าใจโดยผู้ใช้นั้นจะเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

1) โมเดลของแบบฟอร์มจะประกอบไปด้วยกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าเก็บข้อมูลภาพ 4 ประเภท คือ กรอบรหัสวิชา กรอบรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ กรอบคำตอบ และกรอบที่ไม่สนใจพิจารณา

2) วงกลมในกรอบรหัสวิชา และกรอบคำตอบวางเรียงตัวในแนวนอน

3) วงกลมในกรอบรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบวางเรียงตัวในแนวตั้ง

2.2.1 โมเดลของกรอบรหัสวิชา

ในกรอบรหัสวิชาทั้งหลายที่มีหลายกรอบ ซึ่งแต่ละกรอบจะมีจำนวนวงกลมไม่เท่ากัน ทั้งนี้เพราะในแต่ละกรอบอาจแบ่งออกเป็นกรอบของวงกลมอักขระ (Character) และ/หรืออาจเป็นกรอบวงกลมตัวเลข (Numeric) ซึ่งกรอบวงกลมอักขระก็จะมีจำนวนวงกลม 26 ตัวตามจำนวนอักขระในภาษาอังกฤษ ส่วนกรอบวงกลมตัวเลขจะมีวงกลมจำนวน 10 วง (เท่ากับจำนวนตัวเลข 0-9)

ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดความหมายของการสร้างโมเดลของกรอบรหัสวิชา ก็คือ การพิจารณาตำแหน่งของวงกลมแต่ละวงที่อยู่ในแต่ละกรอบรหัสวิชา เนื่องจากข้อกำหนดข้างต้นของงานวิจัยที่กำหนดไว้ว่า กรอบรหัสวิชาจะวางตัวในแนวแกนนอน ดังนั้นโดยหลักการพื้นฐานของการโปรเจคชั่น (Projection)[3] ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการหาตำแหน่งของวงกลมแต่ละวงในแต่ละกรอบรหัสวิชา โดยการทำโปรเจคชั่นจุดภาพดำลงมาในแนวตั้ง แล้วทำการวิเคราะห์หาขอบเขตของวงกลมแต่ละวงโดยพิจารณาจากค่าฮิสโตแกรม นอกจากเราจะได้ขอบเขตของวงกลมแต่ละวงแล้ว การโปรเจคชั่นจะทำให้เราได้ค่าจำนวนจุดภาพดำของวงกลมแต่ละวง การแทนค่าตำแหน่งของวงกลม สำหรับกรอบวงกลมอักขระวงกลมตำแหน่งวงกลมที่ 1,2,3,… จะใช้แทนด้วยอักษร A,B,C,… ตามลำดับ ส่วนกรอบวงกลมตัวเลขตำแหน่งวงกลมที่ 1,2,3,… จะแทนด้วยอักษร 0,1,2,… ตามลำดับ

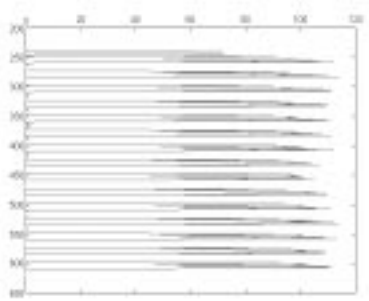
2.2.2 โมเดลของกรอบรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ

ในกรอบรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ ส่วนใหญ่แล้วรหัสผู้เข้าสอบจะเป็นตัวเลขเพียงอย่างเดียว ดังนั้นเราจึงกำหนดเพียงกรอบวงกลมตัวเลข (Numeric) ซึ่งจะมีวงกลมจำนวน 10 วงในแต่ละกรอบ เนื่องจากวงกลมในแต่ละกรอบวางตัวในแนวตั้ง ดังนั้นการสร้างโมเดลโดยการพิจารณาจากตำแหน่งของวงกลมแต่ละวงก็ต้องทำการโปรเจคชั่นจุดภาพดำไปในแนวนอน การแทนค่าตำแหน่งของวงกลมวงที่ 1,2,3,… จะแทนด้วยอักษร 0,1,2,… ตามลำดับ

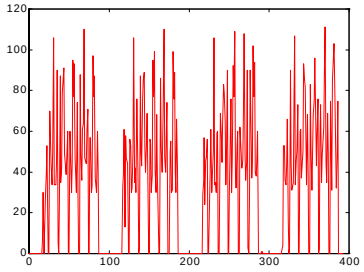
2.2.3 โมเดลกรอบคำตอบ

การสร้างโมเดลของกรอบคำตอบจะมีความแตกต่างกันจาก 2 โมเดลแรกที่กล่าวมาในตอนต้น ทั้งนี้เนื่องจากในกรอบคำตอบแต่ละกรอบจะประกอบด้วยตัวเลือกคำตอบหลายข้อคำตอบ (ดูจากภาคผนวก ภาพ ก. ประกอบ) ดังนั้นก่อนอื่นเราต้องทำการแยกข้อสอบแต่ละข้อออกจากกันก่อน ซึ่งถ้าเราพิจารณาจากภาพของแบบฟอร์มข้อสอบจะเห็นว่า ข้อสอบแต่ละข้อจะวางตัวในรูปแบบที่สามารถนับเป็นแถวและคอลัมน์ได้อย่างชัดเจน ใช้หลักการของการโปรเจคชั่นมาประยุกต์กับการสร้างโมเดลของกรอบคำตอบดังนี้ 1) ทำการโปรเจคชั่นจุดภาพดำในแนวตั้งจะทำให้เราสามารถแบ่งจุดยอดของฮิสโต-แกรมออกเป็นคอลัมน์ 2) ทำการโปรเจคชั่นจุดภาพดำในแนวนอนจะทำให้เราสามารถแบ่งจุดยอดของฮิสโตแกรมออกเป็นแถว และท้ายสุดนำฮิสโตแกรมของแถวและคอลัมน์มาหาความสัมพันธ์กัน (Crossing) ก็จะได้ตำแหน่งของข้อสอบแต่ละข้อ จากตัวอย่างภาพที่ใช้ในการทดลองภาพ ก. ในภาคผนวก นำมาสร้างฮิสโตแกรมจะได้ดังภาพที่ 2 เมื่อนำจุดยอดของฮิสโตแกรมทั้งแนวนอน (15 Peaks) และแนวตั้ง (4 Peaks) มาหาความสัมพันธ์กันจะได้จำนวนของตำแหน่งข้อสอบเป็น

15x4 = 60 ข้อจากตำแหน่งของข้อสอบแต่ละข้อทำการนับจำนวนจุดภาพดำในแนวตั้งของวงกลมแต่ละวงเพื่อเก็บไว้เป็นโมเดลของข้อสอบแต่ละข้อต่อไป



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 การโปรเจคชั่นจุดภาพดำของกรอบคำตอบในแบบฟอร์มกระดาษคำตอบรูปแบบที่ 1. ก)แนวนอน,ข)แนวตั้ง

2.3 การสร้างฐานข้อมูลส่วนเฉลยคำตอบ

เมื่อสร้างโมเดลของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบไว้ในฟอร์มไลบรารีแล้ว พบว่ายังขาดข้อมูลสำคัญอีกอย่างที่จำเป็นต้องใช้ในการตรวจข้อสอบ คือ ผลเฉลยคำตอบของแต่ละรายวิชา ขั้นตอนการทำงานที่นำเสนอก็คือ เริ่มจากการสแกนภาพของข้อสอบส่วนเฉลยคำตอบซึ่งมีการระบายในวงกลมเฉพาะในกรอบรหัสวิชา และกรอบคำตอบเท่านั้น ทำการแยกประเภทของแบบฟอร์มโดยใช้เส้นตรงในแนวแกนนอน ถ้าไม่พบประเภทแบบฟอร์มให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 2.2 แต่ถ้าพบว่ามีอยู่ในฟอร์มไลบรารีให้พิจารณาเฉพาะกรอบรหัสวิชา และกรอบคำตอบ โดยการนับจำนวนจุดภาพดำในแต่ละช่วงของวงกลมแต่ละวงของทั้งสองกรอบในแนวตั้ง จำนวนจุดภาพดำในวงกลมของกรอบรหัสวิชาถูกนำไปใช้วิเคราะห์หาอักขระของรหัสวิชาที่จะทำให้คอมพิวเตอร์เข้าใจ (ASCII Code) ส่วนจำนวนจุดภาพดำในวงกลมของกรอบคำตอบจะนำไปสร้างเป็นฐานข้อมูลของผลเฉลยคำตอบ โดยหลักการทำงานนั้นของการสร้างฐานข้อมูลฯ จะเริ่มจากตำแหน่งของข้อสอบข้อที่หนึ่งของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบประเภทนั้นๆ ทำการนับจำนวนจุดภาพดำในวงกลมแต่ละวงในแนวตั้ง ซึ่งตำแหน่งของวงกลมที่เป็นผลเฉลยคำตอบจะให้จำนวนจุดภาพดำสูงสุด แล้วก็วนกลับไปทำในตำแหน่งข้อสอบข้อถัดไปจนกว่าจะครบทุกข้อ

จากการทดลองนับจำนวนจุดภาพดำในวงกลมแต่ละวง ถ้ามีการระบายเต็มวงจะมากกว่าวงกลมที่ยังไม่ได้รับการระบายประมาณมากกว่า 40 จุดภาพ สำหรับวงกลมที่อยู่ในกรอบขนาด 10 x 10 จุดภาพ (Pixels) นั้นก็คือ ตำแหน่งของวงกลมที่มีการระบายซึ่งเป็นตัวเลือกคำตอบที่ถูก (หรือเฉลยคำตอบ) จะให้ค่าจำนวนจุดภาพดำสูงกว่าวงกลมวงอื่น จากที่กล่าวมาถ้าเราต้องการผลเฉลยคำตอบที่มีความสมบูรณ์และถูกต้อง แบบฟอร์มของส่วนเฉลยคำตอบควรเป็นการระบายเต็มวงกลม

2.4 การตรวจข้อสอบ

เมื่อเราสร้างโมเดลเสร็จแล้วก็พร้อมที่จะตรวจข้อสอบด้วยระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ซึ่งระบบที่นำเสนอจะสามารถตรวจได้หลายวิชา และหลายแบบฟอร์มกระดาษคำตอบโดยไม่ต้องเปลี่ยนโมเดลในการเฉลยคำตอบ ทั้งนี้เพราะว่าเราได้สร้างโมเดลสำหรับการตรวจไว้ในฟอร์มไลบรารีแล้ว

เริ่มการทำงานของขั้นตอนการตรวจข้อสอบจากภาพของกระดาษคำตอบที่ได้จากการสแกน ที่มีรูปแบบการทำข้อสอบทั้งแบบระบายในวงกลมหรือกากบาททับตัวเลือก ทำการการวิเคราะห์หาประเภทของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบโดยใช้แนวเส้นตรงในแกนนอน แล้วอ่านข้อมูลที่จำเป็นต่อการตรวจข้อสอบของแบบฟอร์มประเภทนั้นๆ จากฟอร์มไลบรารี ได้แก่ ตำแหน่งของแต่ละกรอบข้อมูล และตำแหน่งของข้อสอบแต่ละข้อ พิจารณากรอบรหัสวิชาให้นับจำนวนจุดภาพดำของวงกลมแต่ละในแนวตั้งเพื่อวิเคราะห์หารหัสวิชาแล้วอ่านผลเฉลย

ของวิชานั้นออกมาจากฐานข้อมูลส่วนเฉลยคำตอบ พิจารณากรอบรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบให้นับจำนวนจุดภาพดำของวงกลมแต่ละในแนวนอนเพื่อวิเคราะห์หารหัสวิชา และสำหรับกรอบคำตอบในแต่ละตำแหน่งของข้อสอบแต่ละข้อให้นับจำนวนจุดภาพดำของวงกลมแต่ละวงในแนวตั้ง

ในการตรวจคำตอบจะใช้ความแตกต่างกันของจำนวนจุดภาพดำของวงกลมแต่ละวงในข้อสอบแต่ละข้อระหว่างอินพุตฟอร์ม กับส่วนเฉลยคำตอบ อัลกอริธึมของการตรวจนับคะแนนแสดงในอัลกอริธึมที่ 1

อัลกอริธึม 1 ขั้นตอนการตรวจนับคะแนน

begin

1. หาตำแหน่งวงกลมที่ให้ค่าจำนวนจุดภาพดำสูงสุดในส่วนเฉลยคำตอบ ซึ่งหมายถึงเราจะหาตำแหน่งคำตอบที่ถูกของข้อสอบข้อนั้นๆ
2. แบบฟอร์มนำเข้าหาตำแหน่งของวงกลมที่ให้ค่าจำนวนจุดภาพดำสูงสุด และสูงสุดอันดับที่ 2 แล้วทำการเปรียบเทียบ
   - 2.1 ถ้าค่าทั้งสองค่านี้แตกต่างกันน้อยกว่า15 จุดภาพ แสดงว่าในข้อนั้นไม่มีการทำข้อสอบ หรือถ้ามีก็จะเป็นการเลือกคำตอบมากกว่า 1 ตำแหน่งให้ถือเป็นการตอบผิด (BadChk) ไปทำข้อ 3
   - 2.2 ถ้าตำแหน่งของวงกลมที่ได้จากข้อ 1 เท่ากับตำแหน่งสูงสุดในแบบฟอร์มนำเข้าถือว่าเป็นการเลือกตอบที่ถูก (GoodChk) ไม่เช่นนั้นก็ถือเป็นการตอบผิด (BadChk) ไปทำข้อ 3
3. กลับไปทำงานในขั้นตอนที่ 1 จนกว่าจะตรวจข้อสอบครบทุกข้อ

end;

3. ผลการทดลอง

ในการทดลองสร้างต้นแบบของระบบตรวจข้อสอบปรนัยที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ ได้ทำการทดลองกับภาพไบนารีที่ได้จากเครื่องสแกนเนอร์ที่ความละเอียด 75 จุดต่อนิ้ว แบบฟอร์มกระดาษคำตอบที่ใช้ในการทดลองมี 2 รูปแบบ ซึ่งมีโครงสร้าง และองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน ในแต่ละขั้นตอนของการทดลองนี้ได้ทำการทดลองกับภาพของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบรูปแบบละ 30 ภาพ ในขั้นตอนการตรวจคำตอบจะทำการเลือกแบบฟอร์มกระดาษคำตอบขึ้นมาตรวจอย่างสุ่ม นอกจากนี้ในการตรวจข้อสอบก็ไม่จำเป็นต้องเลือกตรวจเป็นรายวิชาใดรายวิชาหนึ่งเป็นการเฉพาะ ซึ่งผลจากการทดลองปรากฏว่าระบบตรวจข้อสอบปรนัยที่นำเสนอ สามารถแยกประเภทแบบฟอร์ม รหัสวิชา รหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ และสามารถตรวจข้อสอบได้ด้วยความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งแสดงเวลาเฉลี่ยของระบบตรวจข้อสอบปรนัยฯ และในตารางที่ 2 แสดงร้อยละของความถูกต้องในการแยกประเภทแบบฟอร์ม และการตรวจข้อสอบโดยใช้ดินสอ และปากกา โดยใช้อุปกรณ์ทั้งสองทำข้อสอบแบบกากบาท และระบายเต็มวงกลม

แบบฟอร์มกระดาษคำตอบ	เวลาเฉลี่ย (วินาที)			
	การสแกน	การสร้างโมเดลฯ	การสร้างผลเฉลยฯ	การตรวจคำตอบ
รูปแบบที่ 1	41.442	48.727	1.131	1.300
รูปแบบที่ 2	41.032	43.131	1.071	1.190

ตารางที่ 1 เวลาเฉลี่ยของการระบบตรวจข้อสอบปรนัยที่ใช้หลักการของการประมวลผลภาพ

ความถูกต้องของการแยกประเภทแบบฟอร์มโดยใช้เส้นตรงในแนวนอนในภาพ	ร้อยละของความถูกต้องของการตรวจคำตอบ			
	ดินสอ (อย่างต่ำ HB)		ปากกา	
	กากบาท	ระบายเต็มวง	กากบาท	ระบายเต็มวง
ถูกต้องครบ 120 ภาพ	96.22	100	98	100

ตารางที่ 2 ความถูกต้องของการระบบตรวจข้อสอบปรนัยที่ใช้หลักการของการประมวลผลภาพ

4. สรุป

ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการนำเสนอวิธีการใหม่ของการตรวจข้อสอบปรนัยด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการพัฒนาให้เครื่องคอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลที่ได้จากสแกนเนอร์แปลงข้อมูลภาพหาจำนวนจุดภาพดำในวงกลมแต่ละวง ในการตรวจข้อสอบทำการเปรียบเทียบจำนวนจุดภาพดำของวงกลมแต่ละวงระหว่างข้อมูลส่วนเฉลยกับข้อมูลนำเข้า จากการวิจัยทำให้เราได้โปรแกรมต้นแบบของการตรวจข้อสอบที่มีความรวดเร็วยืดหยุ่น และให้ความถูกต้องสูงในการตรวจข้อสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับข้อสอบที่เป็นการระบายเต็มวงกลม กล่าวคือเวลาในการตรวจข้อสอบเท่ากับ 1.300 และ 1.190 วินาที สำหรับแบบฟอร์มกระดาษคำตอบรูปแบบที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยเวลาที่ได้นี้นับเริ่มจากการแยกประเภทแบบฟอร์ม การนับจำนวนจุดภาพดำในแต่ละกรอบข้อมูล การวิเคราะห์หารหัสวิชา รหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ การอ่านผลเฉลยจากดิสก์ และการเปรียบเทียบเพื่อตรวจนับคะแนน

ปัญหาที่พบจากงานวิจัยคือในกรณีของข้อสอบเป็นการกากบาทเพราะถ้ารอยกากบาททับวงกลมมีขนาดเล็กเกินไปทำให้เมื่อนับจำนวนจุดภาพดำที่เกิดขึ้นในวงกลมแต่ละวงมีความแตกต่างกันน้อยมาก เมื่อทำการตรวจข้อสอบจะทำให้โปรแกรมตีความหมายไปว่าข้อสอบข้อนั้นมีการเลือกตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ทำให้ข้อสอบข้อนั้นก็จะไม่ได้คะแนนถ้ากรณีตอบถูก

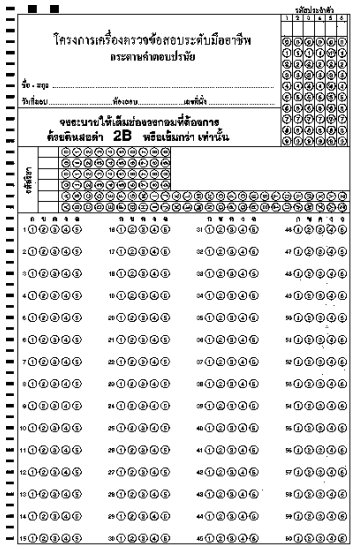
5. เอกสารอ้างอิง

[1] “How to use TWAIN Scanners in Borland’s Delphi”, http://www.visi.com/~jlowell/delphi_twain.html.

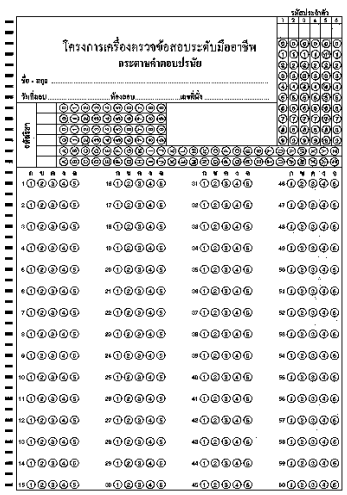
[2] ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี ปัญญา ฐิติมัชฌิมา กฤษณะ ชินสาร และ เสกสรรค์ พลศรี, “การสร้างโมเดลและการจำแนกแบบฟอร์มสำเร็จรูป”, *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 20,* 2540.

[3] L.O’Gormam and R.Kasturi. *Document Image Analysis.* IEEE Computer Society Press, 1995.

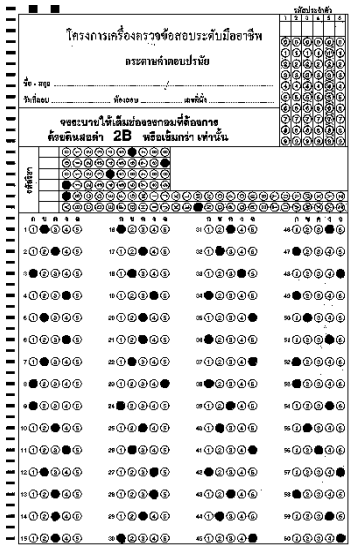
6. ภาคผนวก



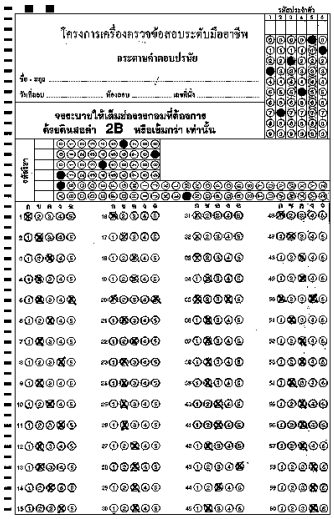
(ก) กระดาษคำตอบรูปแบบที่ 1



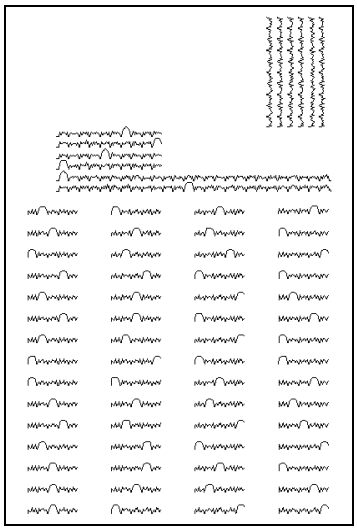
(ข) กระดาษคำตอบรูปแบบที่ 2



(ค) ภาพผลเฉลยคำตอบ



(ง) ภาพคำตอบเพื่อการตรวจคำตอบ



(จ) ฮิสโตแกรมของภาพผลเฉลยคำตอบ