



KKU Engineering Journal

<http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/>

ระบบตรวจสอบปรนัยแบบยืดหยุ่นและประหยัดต้นทุน

A flexible and low cost checking system for multiple choice examinations

นัฐริยา เหล่าประชา* รพีพร ชำของ และ พัฒนพงษ์ ชมภูวิเศษ

Natthariya Laopracha,* Rapeeporn Chamchong and Phattanapong Chompoowises

สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150

Computer Science, Faculty of Informatics, Mahasarakham University, Mahasarakham, Thailand, 44150

Received August 2012

Accepted December 2012

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบตรวจสอบปรนัยที่ยืดหยุ่นมีความถูกต้องสูงและสะดวกต่อผู้ใช้งาน รวมทั้งประหยัดค่าใช้จ่ายให้กับองค์กรที่นำไปใช้ ระบบพัฒนาโดยใช้หลักการประมวลผลภาพ ซึ่งมีขั้นตอนคือ ออกแบบกระดาษคำตอบผ่านระบบตรวจสอบที่พัฒนาขึ้น และพิมพ์กระดาษคำตอบด้วยเครื่องพิมพ์หมึกหรือเครื่องพิมพ์เลเซอร์ จากนั้นนำไปทำสำเนาหรือถ่ายเอกสารลงบนกระดาษคำตอบที่ไม่จำเป็นต้องมีคุณภาพสูง แล้วนำกระดาษคำตอบไปตรวจสอบเครื่องหมายด้วยวิธีการที่ออกแบบ ผู้สอบสามารถใช้ปากกาสีดำ สีแดง สีน้ำเงิน หรือดินสอ 2B ในการตอบคำถาม โดยใช้เครื่องหมายกากบาทได้หลายรูปแบบการเปลี่ยนแปลงคำตอบสามารถทำได้โดยการขีดทึบ การใช้น้ำยาลบคำผิด หรือยางลบ การตรวจคำตอบใช้เครื่องสแกนแบบธรรมดาหรือแบบแบบเลื่อนได้ จากผลการทดลองในการตรวจสอบปรนัยของนักเรียนจำนวน 696 คน กับข้อสอบ 45 ข้อพบว่าระบบที่นำเสนอสามารถตรวจสอบได้ถูกต้องร้อยละ 100

คำสำคัญ : การประมวลผลภาพ ค่าฮิสโตแกรม การตรวจเครื่องหมายกากบาทและขีดทึบ ระบบตรวจสอบ

Abstract

This research aims to develop the checking system for multiple choice examinations by using image processing. The designed system is flexible and convenient for usages with high accuracy and low cost budget. The checking process contains many steps as the followings. First, an answer sheet is designed by users and then printed by using the laser or inkjet printers. Next, the answer sheet is duplicated for examinees by photocopy or duplicator devices. There is no need to use the high quality papers in this system so the budget of the answer sheet copies is lower. The examinees can use either 2B pencil or pen in colors such as black, blue and red to mark an answer. The marked answer can be changed by using mark crossing or an eraser. Finally, the answer sheets are scanned with flat or feed scanners to the system. The final step is the mark recognition using the novel techniques. The experiment was performed to 696 students with 45 questions. The result has shown that the system can perform 100% accuracy on the mark checking.

Keywords : Image processing, Histogram, Hand marking and cancel marker, Multi-choice exam system

*Corresponding author.

Email address: natthariya@gmail.com

1. บทนำ

การสอบวัดผลแบบปรนัยยังมีแพร่หลายเพราะสามารถนำมาประเมินผลได้อย่างรวดเร็วโดยจะใช้เครื่องตรวจข้อสอบปรนัย OMR (Optical Marker Recognition) [1-2] ซึ่งผู้สอบต้องใช้ดินสอ 2B ขึ้นไปในการระบาย และต้องลบให้สะอาดเมื่อยกเลิกคำตอบ กระดาษคำตอบที่ใช้ต้องมีคุณภาพสูง และเครื่องตรวจมีราคาสูง จึงมีงานวิจัยพยายามแก้ปัญหาดังกล่าวเช่น A Multiple-Choice Test Recognition System based on the Gamera Framework [3] เป็นโปรแกรมตรวจข้อสอบด้วยเครื่องสแกนเนอร์ โดยมีบาร์โค้ดกำหนดรหัสผู้สอบสามารถตรวจสอบเครื่องหมายกากบาทและยกเลิกคำตอบด้วยการระบายที่ความถูกต้องของการตรวจบาร์โค้ด เครื่องหมายกากบาทและขีดทิ้งเท่ากับร้อยละ 98, 99.1 และ 100 ตามลำดับ Tien Dzung Nguyen และคณะ [4] ได้เสนอ Efficient and Reliable Camera based Multiple-Choice Test Grading System ซึ่งเป็นระบบตรวจข้อสอบปรนัยโดยการระบายด้วยดินสอ ใช้กล้องถ่ายภาพข้อสอบเพื่อลดค่าใช้จ่ายจากเครื่องตรวจ สามารถตรวจได้กับภาพเอียง ผลการทดลองเครื่องหมายจำนวน 10,000 เครื่องหมาย มีความถูกต้องร้อยละ 99.7 แต่งานวิจัยนี้ยังไม่สามารถตรวจได้อัตโนมัติซึ่งผู้ใช้ต้องคอยกดถ่ายภาพทุกครั้ง A Low-Cost OMR Solution for Educational Applications [5] สามารถตรวจกระดาษคำตอบจากเครื่องพิมพ์ได้เพื่อลดค่าใช้จ่ายโดยเครื่องหมายที่นำมาใช้ในการตอบปรนัยเป็นการขีดเส้นนอนตรง ไม่ต้องระบายดำที่บ ผลการทดลองมีความถูกต้องร้อยละ 98 Supporting Automated Grading of Formative Multiple Choice Exams by Introducing Student Identifier Matrices[6] กระดาษคำตอบจะมีสี่เหลี่ยมล้อมรอบรหัสผู้สอบพร้อมสามารถตรวจสอบรหัสได้โดยเครื่องหมายที่ใช้มี กากบาท วงกลม และระบายที่บ ความถูกต้องของการตรวจเท่ากับร้อยละ 100 โดยงานวิจัยนี้จะเน้นการตรวจสอบเฉพาะรหัสผู้สอบเท่านั้น A High-Speed Optical Mark Reader Hardware Implementation at Low Cost using Programmable Logic[7] ได้สร้างอุปกรณ์เพื่อใช้แทนเครื่องตรวจข้อสอบ OMR ที่มีราคาสูงอุปกรณ์ประกอบด้วย DC motor, Line sensor ซึ่งเครื่องตรวจข้อสอบที่สร้างขึ้นเองสามารถใช้ได้กับปากกาสีม่วง น้ำเงิน น้ำเงินเข้ม ดำ แดงและเหลือง เครื่องหมายที่นำมาทดลองคือ

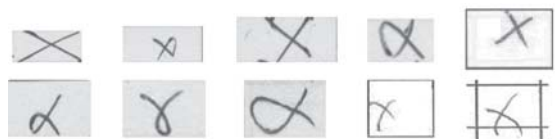
ถูก กากบาท วงกลมระบายที่บและเส้นตรงตั้ง ผลการทดลองถ้าตรวจกับปากกาสีดำและเครื่องหมายเส้นตรง จะมีความถูกต้องสูงสุตร้อยละ 100 ด้วยความเร็ว 45,000 แผ่น/ชั่วโมง ส่วนเครื่องหมายและปากกาสีอื่นจะมีความถูกต้องลดลงแต่ถ้าลดความเร็วลง 23,000 แผ่น/ชั่วโมง ปากกาทุกสีและเครื่องหมายทุกเครื่องหมายจะมีความถูกต้องร้อยละ 100 เป็นงานวิจัยที่มีความเร็ว และความถูกต้องสูงมาก แต่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ร่วมด้วย ซึ่งทำให้ไม่สะดวกเพราะต้องซื้ออุปกรณ์เฉพาะทาง

จากงานวิจัยดังกล่าวยังแก้ปัญหาได้บางส่วน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบตรวจข้อสอบเพื่อแก้ปัญหา การทำเครื่องหมาย การใช้กระดาษคำตอบ และค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องตรวจโดยสร้างกระดาษคำตอบจากเครื่องพิมพ์หมึก เครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องทำสำเนา หรือเครื่องถ่ายเอกสาร และสามารถตรวจข้อสอบปรนัยด้วยเครื่องสแกนเนอร์ทั้งเครื่องสแกนแบบธรรมดาหรือแบบเลือนอัตโนมัติได้อย่างยืดหยุ่นนอกจากนี้ผู้สอบสามารถใช้ปากกาสีด้า น้ำเงิน แดงหรือดินสอ 2B ซึ่งทำให้เกิดความยืดหยุ่นต่อผู้ตอบคำถามและในระบบนี้ ถ้าผู้ตอบคำถามต้องการยกเลิกคำตอบสามารถลบด้วยน้ำยาลบคำผิด ยางลบ หรือ สามารถขีดทิ้งได้ตามความสะดวกของผู้สอบ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการตรวจสอบของระบบ

2. วิธีการวิจัย

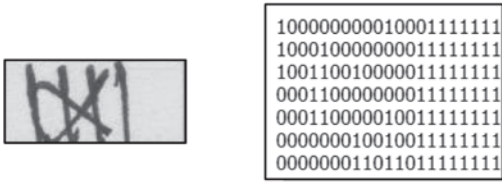
2.1 เครื่องหมาย

ในงานวิจัยนี้จะใช้เครื่องหมายอยู่บนพื้นฐานของการกากบาท ได้จากการกากบาทที่มีรูปแบบหลากหลาย หรือจากหลายลายมือเขียนแสดงตัวอย่างเครื่องหมายกากบาทต่าง ๆ ดังรูปที่ 1 นอกจากนี้ระบบยังสามารถตรวจสอบรูปแบบการยกเลิกคำตอบด้วยรูปแบบที่หลากหลายเช่นกัน แสดงตัวอย่างการเขียนเครื่องหมายยกเลิกคำตอบได้ดังรูปที่ 2 การทำเครื่องหมายจะใช้ดินสอ 2B หรือ ปากกาสีด้า สีแดงและสีน้ำเงิน



รูปที่ 1 เครื่องหมายกากบาทที่นำมาทดลอง

ดังนั้นจากสมการ (1) หาค่า A โดยนับผลรวมของ C_i ที่มีค่ามากกว่า 10 โดย $A=0$ จึงตอบได้ว่าเป็นเครื่องหมายกากบาท



(ก) เครื่องหมายยกเล็ก (ข) พิกเซลเครื่องหมายยกเล็ก

รูปที่ 5 เครื่องหมายยกเล็กคำตอบแปลงเป็นพิกเซล

จากรูปที่ 5 สามารถตรวจสอบว่าเป็นเครื่องหมายยกเล็กคำตอบได้จากสมการที่ 1 เช่นกัน โดยภาพ (ข) มีทั้งหมด 7 แถว คำนวณหาค่า C ได้ดังนี้

$$C_1 = 12, C_2 = 11, C_3 = 9, C_4 = 11, \\ C_5 = 10, C_6 = 11, C_7 = 9$$

ดังนั้นจากสมการ (1) หาค่า A โดยนับผลรวมของ C_i ที่มีค่ามากกว่า 10 โดย $A=4$ จึงตอบได้ว่าเป็นเครื่องหมายยกเล็กคำตอบ

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

ระบบตรวจข้อสอบปรนัยมีตัวแปรหลายอย่างที่ต้องคำนึง ซึ่งประกอบไปด้วย การทำเครื่องหมาย การใช้อุปกรณ์ในการทำเครื่องหมาย การใช้กระดาษคำตอบ เป็นต้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้เตรียมเครื่องหมายที่มีรูปแบบ 22 แบบ ดังรูปที่ 1 และ รูปที่ 2 โดยใช้ปากกาสีน้ำเงิน สีแดง สีดำ และดินสอ 2B กระดาษคำตอบที่นำมาทดลองได้จากเครื่องพิมพ์หมึก เครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องทำสำเนา และเครื่องถ่ายเอกสาร ความละเอียดในการสแกนภาพกระดาษคำตอบเท่ากับ 200 dpi ผลการทดลองแสดงดังต่อไปนี้

3.1 ผลการทดลองการเปรียบเทียบการทำเครื่องหมายด้วยปากกาและดินสอ

นำกระดาษคำตอบที่ได้จากเครื่องพิมพ์หมึก เลเซอร์ เครื่องทำสำเนาและถ่ายเอกสาร อย่างละ 10,000 รวมเครื่องหมาย 22 รูปแบบของปากกา สีน้ำเงิน สีแดง สีดำ และดินสอ อย่างละ 880,000 ช่อของเครื่องหมาย ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการใช้เครื่องหมายด้วยปากกาและดินสอ (ร้อยละความถูกต้อง)

ลำดับ	รูปแบบ	น้ำเงิน	แดง	ดำ	ดินสอ
1		100	100	100	100
2		100	100	100	100
3		100	100	100	100
4		100	100	100	100
5		100	99.98	99.99	99.99
6		100	99.99	99.99	99.99
7		100	100	100	100
8		100	100	100	99.90
9		100	99.75	100	100
10		100	99.94	100	100
11		100	100	100	99.98
12		100	100	100	100
13		99.98	99.99	100	99.99
14		99.5	99.75	99.73	99.63
15		100	100	100	100
16		99.73	99.5	100	99.75
17		99.5	99.76	100	98.75
18		99.86	99.89	100	99.96
19		100	100	100	100
20		100	100	100	100
21		0	0	0	0
22		100	100	100	100
ความถูกต้องเฉลี่ย		95.39	95.39	95.44	95.36

จากตารางที่ 1 เครื่องหมายที่มีความถูกต้องสูงสุด 100% โดยใช้ปากกาและดินสอเป็นเครื่องหมายกากบาท ลำดับที่ 1 ถึง 4 และ 7 ส่วนเครื่องหมายยกเล็กคำตอบที่มีความถูกต้องร้อยละ 100 คือ ลำดับที่ 12, 15, 19 และ 20 เครื่องหมายขีดตั้งลำดับที่ 21 มีความถูกต้องร้อยละ 0 ในปากกาทุกสีเพราะ มีลักษณะคล้ายกับเครื่องหมายกากบาท ดังนั้นจึงไม่ควรทำเครื่องหมายขีดตั้งตามรูปแบบที่ 21 การลบด้วยน้ำยาลบคำผิดมีความถูกต้องร้อยละ 100 ปากกาสีน้ำเงินมีความถูกต้องสูงสุด ตามด้วยปากกาสีน้ำเงินแดง และดินสอตามลำดับ

3.2 ผลการทดลองลบเครื่องหมายด้วยยางลบและน้ำยาลบคำผิด

การสอบผู้สอบอาจยกเลิกคำตอบด้วยการลบหรือใช้น้ำยาลบคำผิด จึงทดลองใช้ยางลบและน้ำยาลบ คำจำนวนอย่างละ 10,000 ซอง ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2 พบว่าการใช้ยางลบและน้ำยาลบคำผิดกับกระดาษคำตอบที่ได้จากเครื่องพิมพ์หมึก เลเซอร์ เครื่องทำสำเนาและถ่ายเอกสาร มีความถูกต้อง ร้อยละ 100

ตารางที่ 2 ร้อยละความถูกต้องการลบด้วยยางลบและปากกา

เครื่องมือ	หมึก	เลเซอร์	สำเนา	ถ่ายเอกสาร
ยางลบ	100	100	100	100
น้ำยาลบ	100	100	100	100

3.3 ผลการทดลองการเปรียบเทียบความถูกต้องการใช้กระดาษคำตอบแต่ละแบบ

นำปากกาสีดำทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบโดยใช้เครื่องพิมพ์หมึก เครื่องพิมพ์เลเซอร์ ทำสำเนาและถ่ายเอกสาร อย่างละ 220,000 ซอง ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 กระดาษคำตอบที่ได้จากเครื่องพิมพ์เลเซอร์และถ่ายเอกสารมีความถูกต้องร้อยละ 95.45 เพราะมีระดับความเข้มของสีคงที่และคมชัด ส่วนจากการพิมพ์หมึกและการทำสำเนาอาจจะมีจุดดำของหมึกติดอยู่ในกระดาษคำตอบทำให้การตรวจสอบเครื่องหมายผิดพลาดได้

3.4 ผลการทดลองจำลองตรวจสอบก่อนนำไปใช้จริง

นอกจากการตรวจสอบเครื่องหมายในรูปแบบต่างๆ แล้ว ยังมีกรณีนี้ที่ผู้สอบทำเครื่องหมายกากบาท 2 ซองใน 1 ข้อ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผู้สอบทำเครื่องหมายมากกว่า 1 ซอง

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความถูกต้องของการใช้กระดาษคำตอบ (ร้อยละความถูกต้อง)

ลำดับ	รูปแบบ	หมึก	เลเซอร์	สำเนา	ถ่ายเอกสาร
1		100	100	100	100
2		100	100	100	100
3		100	100	100	100
4		100	100	100	100
5		99.97	100	99.98	100
6		100	100	100	100
7		100	100	100	100
8		100	100	100	100
9		100	100	100	100
10		100	100	100	100
11		100	100	100	100
12		100	100	100	100
13		100	100	100	100
14		99.5	100	99.42	100
15		100	100	100	100
16		100	100	100	100
17		100	100	100	100
18		100	100	100	100
19		100	100	100	100
20		100	100	100	100
21		0	0	0	0
22		100	100	100	100
ความถูกต้องเฉลี่ย		95.43	95.45	95.43	95.45

จากรูปที่ 6 ผู้สอบกากบาทมากกว่า 1 ซอง ใน 1 ข้อ โดยนำกรณีนี้ไปทดลองจำนวน 200 ข้อ ผลการทดลองตรวจสอบได้ว่าผู้สอบกากบาทมากกว่า 1 ซองต่อ 1 ข้อได้ทั้ง 200 ข้อ มีความถูกต้องร้อยละ 100

3.5 ผลการทดลองการนำไปตรวจสอบปรนัย

โดยทดลองกับนักเรียนจำนวน 696 คน ข้อสอบ 45 ข้อ โดยกระดาษคำตอบได้จากการถ่ายเอกสารสามารถใช้ปากกาสีดำ น้ำเงิน แดง และทำเครื่องหมายกากบาทให้เต็มช่อง ถ้ายกเลิกคำตอบให้ขีดทิ้งตามตัวอย่างที่กำหนดไว้และสามารถใช้น้ำยาลบคำผิดได้ โครงสร้างกระดาษคำตอบที่ออกแบบไว้มี 3 กลุ่มข้อมูลคือ รหัสผู้สอบ ชุดข้อสอบ และ

คำตอบ แสดงดังรูปที่ 11 ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4



รูปที่ 7 โครงสร้างกระดาษคำตอบ

ตารางที่ 4 ร้อยละความถูกต้องการตรวจข้อสอบ

ข้อมูล	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด
รหัสผู้สอบ	100%	0%
ชุดข้อสอบ	100%	0%
คำตอบ	100%	0%

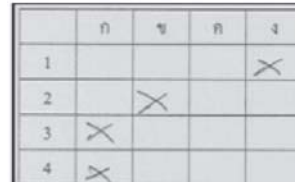
จากตารางที่ 4 การตรวจข้อสอบมีความถูกต้อง 100% ในทุกกลุ่มข้อมูลแต่สิ่งที่จะต้องระวังคือผู้สอบกากบาทลงผิดช่อง ดังรูปที่ 8 ซึ่งต้องให้โปรแกรมตรวจสอบว่ามีรหัสผู้สอบอยู่จริงหรือไม่



รูปที่ 8 ภาพการทำเครื่องหมายผิดช่อง

จากรูปที่ 8 นักเรียนทำเครื่องหมายผิดช่องจากเลข 1 แต่กากบาทช่องที่ 0

จากการชี้แจงก่อนสอบว่าควรกากบาทให้เต็มช่อง และยกเลิกคำตอบตามรูปแบบที่กำหนด แต่ผู้สอบอาจไม่ได้ทำตามที่ชี้แจงไว้ ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ภาพที่ทำเครื่องหมายไม่เต็มช่อง

จากรูปที่ 9 ผู้สอบไม่ได้ทำเครื่องหมายกากบาทเต็มช่องตามที่กำหนด แต่สามารถตรวจได้ถูกต้องทุกช่อง เพราะอยู่ในรูปแบบที่สามารถตรวจได้ในผลการทดลองตารางที่ 1

4. สรุปผล

ระบบตรวจข้อสอบปรนัยแบบยืดหยุ่นและประหยัดต้นทุนสามารถนำมาแทนเครื่องตรวจข้อสอบที่มีราคาสูงและนำไปใช้ในองค์กรขนาดเล็กได้ ซึ่งมีความยืดหยุ่นและประหยัด เพราะใช้กระดาษคำตอบที่มีคุณภาพต่ำ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างกระดาษคำตอบเป็นเครื่องพิมพ์แบบหมึกหรือเลเซอร์ แล้วนำไปสแกนหรือถ่ายเอกสาร การใช้อุปกรณ์ตรวจข้อสอบสามารถใช้ได้กับเครื่องสแกนแบบธรรมดาหรือเครื่องสแกนแบบเลเซอร์ได้ ผู้สอบสามารถใช้ปากกาสีดำ สีแดง สีน้ำเงิน หรือดินสอ 2B วิธีการตรวจได้ใช้วิธีการใหม่ซึ่งสามารถตรวจเครื่องหมายในรูปแบบต่างๆ ได้ผลการตรวจที่มีความถูกต้องสูง เมื่อต้องการนำวิธีการใหม่ไปใช้ควรใช้ค่า k เท่ากับ 3 และ b เท่ากับ 10 และการนำระบบไปใช้จริงข้อควรคำนึงคือ การที่ผู้สอบกากบาทรหัสผู้สอบผิดช่องระบบควรมีการตรวจสอบด้วยว่ามีรหัสผู้สอบนี้จริงในฐานข้อมูลหรือไม่

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Woodford K, Bancroft P. Multiple choice question not considered harmful. Proceedings of ACE 2005; 2005. p. 109-116.
- [2] Hiroya K, Hidehiro O, Masatoshi T, Takashi K, Ikuyo K. Shared Questionnaire System for School Community Management; International Symposium on Applications and the Internet Workshops; 2004, p. 439-445.
- [3] Andrea S, Vanni R. A Multiple-Choice Test Recognition System based on the Gamera Framework; 2009.
- [4] Tien DN, Quyet HM, Phuong BM, Long NT, Thang MH. Efficient and Reliable Camera based Multiple-Choice Test Grading System. International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC); 2011 Aug 2-4; 2011. p. 268-271.
- [5] Hui D, Feng W, Bo L. A Low-Cost OMR Solution for Educational Applications. Proceedings of the IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications; 2008. p. 967-970.
- [6] Cupic M, Brkic K, Hrkac T, Kalafic Z. Supporting Automated Grading of Formative Multiple Choice Exams by Introducing Student Identifier Matrices. Proceedings of the 34th International Convention; 2011 May 23-27; 2011. p. 993-998.
- [7] Stephan H, Peter WD. A High-Speed Optical Mark Reader Hardware Implementation at Low Cost using Programmable Logic. Journal Real-Time Imaging. 2005; 11: 19-30.
- [8] Rafael CG, Richard EW. Digital Image Processing. 2nd ed: Pearson Education International; 2003.

