

การตรวจการทำข้อสอบแบบปรนัย ด้วยปัจจัยสีและความหนาแน่นที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ
An Investigation of the Color and Density of Different Multiple Choice Answer Sheet Input
Factors Using Image Processing Techniques

วันเพ็ญ พลิศร

Wanpen Plisorn

อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

wanpen_tc@hotmail.com

บทคัดย่อ

การตรวจการทำข้อสอบแบบปรนัย ด้วยปัจจัยสีและความหนาแน่นที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพนี้ เป็นการพัฒนาวีธีการตรวจกระดาษคำตอบแบบปรนัย 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล ขั้นตอนการรู้จำผลเฉลย และขั้นตอนการตรวจคำตอบ ที่ประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสำหรับการตรวจสอบหาความแตกต่างระหว่างภาพกระดาษคำตอบที่ต้องการตรวจ และภาพของกระดาษเฉลย ในแต่ละตำแหน่งที่ถูกกำหนดไว้ให้เป็นจุดสนใจของภาพ (ROI: Region of Interest) พร้อมทั้งสรุปผลการวิเคราะห์ตามฟังก์ชันที่กำหนด อนึ่งการทดสอบประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของรูปแบบการตรวจสอบการทำข้อสอบแบบปรนัยนี้ ใช้กระดาษคำตอบแบบปรนัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จำนวนตัวเลือก 5 ตัวเลือก 150 ข้อต่อแผ่น และทำการทดสอบกับกระดาษคำตอบตัวอย่าง รวม 720 แผ่น แบ่งออกเป็นการทำข้อสอบด้วยดินสอ 2B ปากกาสีน้ำเงิน ปากกาสีดำและปากกาสีแดง ผลการทดสอบสรุปว่ารูปแบบการตรวจสอบแบบปกติของการทำข้อสอบแบบปรนัยนี้ มีประสิทธิภาพด้านความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 92.47 และการตรวจแบบซ้ำซ้อนมีประสิทธิภาพด้านความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 88.89 จึงสามารถใช้เป็นหลักการในการตรวจสอบการทำข้อสอบแบบปรนัยได้ ส่วนสีที่เหมาะสมกับขั้นตอนนี้ คือปากกาสีดำและปากกาสีแดงซึ่งมีความถูกต้องและประสิทธิภาพสูง

คำสำคัญ: การตรวจข้อสอบ กระดาษคำตอบแบบปรนัย การประมวลผลภาพ ปัจจัยสีและความหนาแน่น ค่าความแตกต่าง

Abstract

The research used image processing technique to investigate the effect of color and density of different input factors when completing multiple choice answer sheets. The process consists of three steps: data preparation, recognition answer sheet and check answer. Additionally, the study examined the difference between the figures of the completed answer sheet and the true one for each specified position which is called ROI (region of interest). The efficiency of the processes was evaluated using 150 items of a five-choice answer sheet, a total of 720 sheets for the sample of the study. The accuracy of the program operation was tested using different styles of answer sheet completion, namely, answer sheet filled in by 2B pencils, blue-ink pens, black-ink pens, and red-ink pens. The results showed that the program works at an average of 92.47% accuracy for normal patterns and 88.89% accuracy for abnormal patterns. It was concluded that the process can be used efficiently. The color of choice for this procedure are black-ink pens and red-inks pen, which is accurate and efficient.

Keywords : Checking answer, Multiple-choice answer sheet, Image processing, Color and density, Different factors

1. บทนำ

การตรวจกระดาษคำตอบแบบปรนัยสำหรับการสอบคัดเลือกนักศึกษารวมถึงการสอบบรรจุพนักงานในหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีปริมาณมาก โดยทั่วไปจะใช้เครื่องอ่านเครื่องหมายด้วยแสง (Optical Mark Readers - OMR) ที่ต้องอาศัยปริมาณสารแม่เหล็ก (Magnetic particle) ที่ได้จากดินสอดำเพื่อให้เครื่องสามารถรับรู้ข้อมูลได้ ซึ่งมีจุดเด่นคือสามารถตรวจข้อสอบแบบปรนัยในปริมาณมาก ๆ ด้วยความรวดเร็ว อีกทั้งความถูกต้องที่ยังตรงสูง แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการตรวจ การตรวจด้วยเทคโนโลยีดังกล่าวจึงไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในหน่วยงานที่มีงบประมาณไม่เพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศรีบุญ หล้ามุงคุณ [1] ที่ได้นำเสนอการพัฒนากระบวนการตรวจข้อสอบแบบปรนัยต้นทุนต่ำ ด้วยการประมวลผลภาพจากการสแกนภาพ ซึ่งเทคนิคการประมวลผลภาพ (Image Processing Technique) เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการนำภาพในรูปแบบ Digital มาทำการประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการไว้ ซึ่งเทคนิคดังกล่าวถูกนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งการใช้ในการติดตามการเคลื่อนไหว วัตถุตัวคน เซกซ์จรัสซีวิน และณพวิทยา ถูกซ์ปริดาพงศ์ [2] ระบุว่า “ขั้นตอนการติดตามการเคลื่อนไหวของรูปร่างประกอบด้วย 1. ดึงภาพหนึ่งเฟรมมาประมวลผล 2. แปลงภาพในเฟรมนั้นๆ เป็นภาพระดับสีเทา 3. เริ่มค้นหาบริเวณใบหน้าโดยใช้ Harr like-Features โดยเมื่อเจอบริเวณใบหน้าบนเฟรมแล้วจะตีกรอบสี่เหลี่ยมเพื่อให้ทราบว่าเป็นจุดสนใจ 4. แบ่งส่วนบริเวณจุดสนใจ ” ถือว่าเป็นการประยุกต์ใช้หลักการประมวลผลภาพในการวิเคราะห์ภาพ 3 มิติได้อย่างน่าสนใจ การตรวจจับวัตถุ ในการพัฒนาหุ่นยนต์ยุคปัจจุบัน การวิเคราะห์สภาพภูมิศาสตร์หรืออาจกล่าวได้ว่าสามารถนำภาพถ่ายมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย

ดังนั้นผู้เขียนบทความวิจัย จึงมีแนวคิดในการออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับการตรวจข้อสอบแบบปรนัยด้วยรูปแบบปัญญาประดิษฐ์โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ เพื่อลดข้อจำกัดจากการใช้ดินสอดำเครื่องหมายเพียงอย่างเดียว และสามารถใช้วัสดุชนิดอื่นที่มีความต่างระหว่างปริมาณสีของเครื่องหมายกับกระดาษคำตอบได้อีกด้วย โดยใช้หลักการเปลี่ยนรูปแบบกระดาษคำตอบให้อยู่ในลักษณะของไฟล์ภาพในรูปแบบ Digital ซึ่งใช้เครื่องสแกนเนอร์ที่มีอยู่ทั่วไป และดำเนินการตาม ขั้นตอนวิธีที่ได้ ออกแบบขึ้น สอดคล้องกับไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล [3] ที่กล่าวถึงเทคนิคพื้นฐานของปัญญาประดิษฐ์ที่เป็นการพัฒนาให้คอมพิวเตอร์มีความฉลาดและมีปัญญาคคล้ายมนุษย์ รวมถึงความสามารถใน

การรู้จำเพื่อเรียนรู้ วิเคราะห์ และแก้ปัญหา ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นหลักการเพื่อวิเคราะห์และตรวจสอบการทำเครื่องหมายในการตรวจข้อสอบแบบปรนัย เพื่อทดแทนการใช้เครื่องอ่านเครื่องหมายด้วยแสงในกรณีที่มีงบประมาณจำกัด

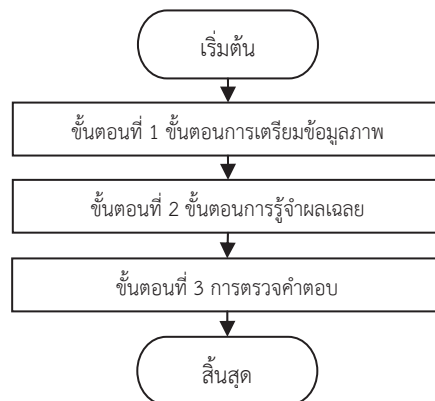
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบขั้นตอนวิธีการตรวจข้อสอบแบบปรนัยด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

3. การออกแบบขั้นตอนการตรวจสอบการทำ

ข้อสอบแบบปรนัย ด้วยปัจจัยสี่และความหนาแน่นที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ

บทความวิจัยนี้ สามารถแบ่งกระบวนการทำงานของโปรแกรมตรวจกระดาษคำตอบแบบปรนัยออกเป็น 3 ขั้นตอนการทำงาน ดังรูปที่ 1

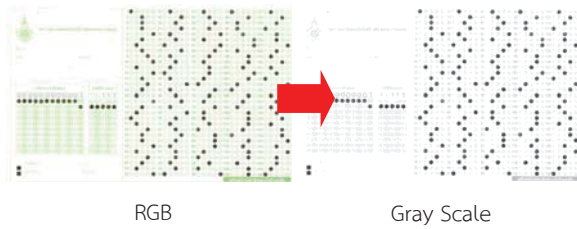


รูปที่ 1 ขั้นตอนการตรวจสอบการทำข้อสอบแบบปรนัย ด้วยปัจจัยสี่และความหนาแน่นที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ

3.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพ

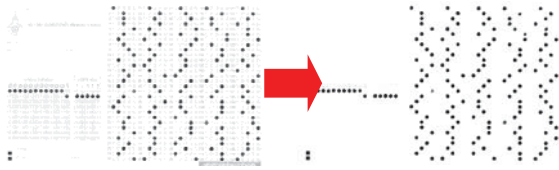
ขั้นตอนนี้ เป็นกระบวนการเริ่มต้นของการตรวจกระดาษคำตอบแบบปรนัย โดยใช้วิธีการแปลงภาพ RGB ที่ได้จากการสแกนภาพ ให้เป็น Binary Image ซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ผล และกำหนดจุดสนใจของภาพ ดังนี้

1. แปลงภาพ RGB เป็น Gray Scale ด้วยวิธีการลดจำนวนบิตในแต่ละ Pixel ของภาพ ตามหลักวิธีที่ Jun Tang [4] กล่าวถึงหลักวิธีการแบ่งส่วนภาพสีเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยภาพที่ได้จะถูกเปลี่ยนจากภาพสีเป็นภาพระดับเทา ดังรูปที่ 2

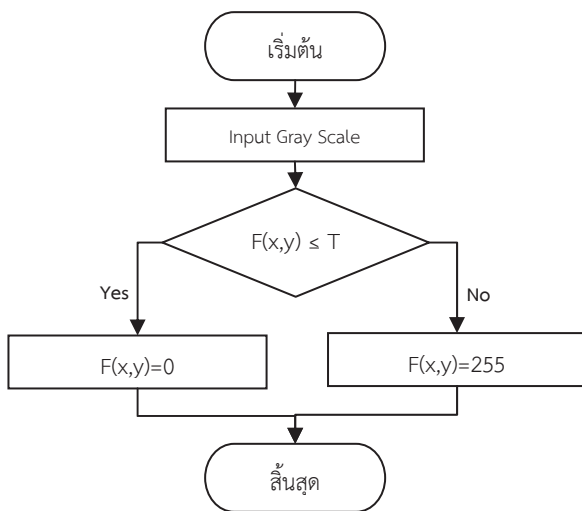


รูปที่ 2 การลดจำนวนบิตในแต่ละ Pixel ของภาพ

2. แปลงภาพ Gray Scale เป็น Binary Image เพื่อลดจำนวนของระดับความเข้มลง ดังรูปที่ 3 และ รูปที่ 4



รูปที่ 3 การลดจำนวนและระดับความเข้มในแต่ละ Pixel



รูปที่ 4 กระบวนการแปลง Gray Scale เป็น Binary Image

โดยการคำนวณค่า Threshold (T) เพื่อเป็นเงื่อนไขในการปรับค่าสี ซึ่งสถถภูมิ ไทยพานิช และจักรี ศรีรินทร์ฉัตร. [5] ระบุว่า “เงื่อนไขในการปรับค่าสีจะมีการปรับค่าในแต่ละจุดสี โดยกำหนดให้จุดสีมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อจุดสีนั้นมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า Threshold และปรับค่าจุดสีให้มีค่าเท่ากับ 255 เมื่อจุดสีนั้นมีค่ามากกว่า Threshold” โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพ [6] จาก Input Gray Scale ให้เป็นภาพขาวและดำ เนื่องจากความต่างของสีไม่มีความจำเป็นในการประมวลผล เพราะการตรวจสอบต้องการทราบเพียงสถานะของการฝนในภาพเท่านั้น ซึ่งเป็นไปได้เพียง 2 สถานะ คือ ฝนหรือไม่ฝน ซึ่งค่า Threshold สามารถหาได้ดังสมการที่ 1

$$T = \bar{F} - \sigma - C \quad (1)$$

เมื่อ \bar{F} คือ ค่าเฉลี่ยของความเข้มจากทุกๆ Pixel ของทุกตำแหน่งของ $F(x,y)$ ในภาพ ซึ่งคำนวณจากสมการที่ 2

$$\bar{F} = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N F(x, y) \quad (2)$$

σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเข้มทุก Pixel ซึ่งคำนวณจากสมการที่ 3

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{M \cdot N} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (F(x, y) - \bar{F})^2} \quad (3)$$

C คือ ค่าคงที่ของความเข้มสี (ได้มาจากการทดลอง)

จากนั้น นำค่า Threshold ที่ได้ไปทำการแปลงภาพให้เป็น Binary Image โดยใช้ค่า Threshold เป็นจุดที่ทำการตัดภาพตามเงื่อนไขดังสมการที่ 4

$$F(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{if } F(x,y) \leq T \\ 255 & \text{if } F(x,y) > T \end{cases} \quad (4)$$

3. การพิจารณาจุดสนใจของภาพ หรือ ROI (Region of Interested) เป็นการกำหนดขอบเขตในการประมวลผลภาพ และแยกแยะตำแหน่งที่กำหนดว่าอยู่ในตำแหน่งใด ดังรูปที่ 5 เพื่อลดปริมาณและระยะเวลาในการวิเคราะห์ผล สมการที่ 5 จะทำการพิจารณาแต่ละบริเวณจุดที่สนใจ

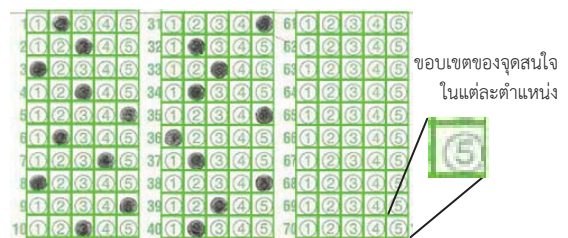
$$\text{ProcessingArea} = \sum_0^x \sum_0^y f(x, y) \quad (5)$$

เมื่อ Processing Area คือ จำนวน Pixel ที่ต้องการการประมวลผล

X คือ จำนวนของจุดภาพในแนวแกนอน

y คือ จำนวนของจุดภาพในแนวแกนตั้ง

$f(x,y)$ คือ พังก์ชันของภาพ



รูปที่ 5 การกำหนดขอบเขตของจุดสนใจเพื่อใช้ในการระบุตำแหน่ง

4. การแยกแยะการระบาย เป็นการพิจารณาข้อมูลเพื่อระบุว่าตำแหน่งที่กำลังตรวจสอบถูกระบายหรือถูกตอบหรือไม่ โดยพิจารณาจากการตรวจสอบบริเวณที่สนใจ ทำการแปลงข้อมูลภาพให้เป็นข้อมูลแบบ Binary Image และทำการ

ตรวจสอบโดยการพิจารณาจากการนับ Pixel ที่เป็น True เปรียบเทียบกับจำนวน Pixel ทั้งหมดภายในบริเวณที่สนใจ และทำการคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยเปอร์เซ็นต์ที่ได้คือเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ถูกระบายดังสมการที่ 6

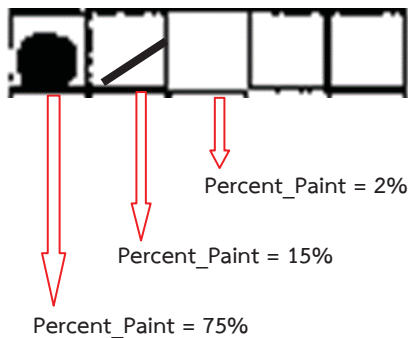
$$\text{Percent_Paint}(\%) = \left(\frac{\text{True Pixel}}{\text{True Pixel} + \text{Fault Pixel}} \right) * 100 \quad (6)$$

เมื่อ Percent_Paint(%) คือ เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ถูกระบาย

True Pixel คือ จำนวนของจุดภาพที่มีค่าต่ำกว่าค่า Threshold จากการทำให้ Binary Image

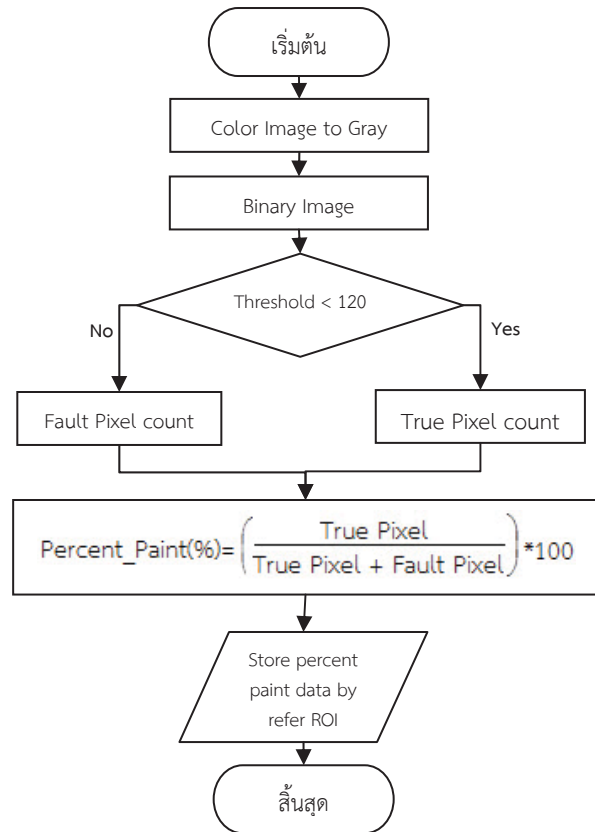
Fault Pixel คือ จำนวนของจุดภาพที่มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่าค่า Threshold จากการทำให้ Binary Image

เพื่อเป็นการแยกแยะพื้นที่ในการระบายคำตอบในกระดาษคำตอบ ด้วยเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ถูกระบายดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ถูกระบาย

โดยกระบวนการแยกแยะการระบายแสดงได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 กระบวนการแยกแยะการระบาย

3.2 ขั้นตอนการรู้จำผลเฉลย

เป็นการสร้างเฉลย เพื่อใช้ในการตรวจสอบ ซึ่งการรู้จำนี้จะเป็นการหาความแตกต่างระหว่างจุดสนใจ (ROI) ในตำแหน่งเดียวกันของกระดาษเปล่า (Blank Form) และกระดาษที่เป็นเฉลย (Answer Form) ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ความแตกต่างระหว่าง Blank Form และ Answer Form

ด้วยหลักการ Image Subtraction ดังนี้

1. การจดจำรูปแบบที่ได้จากการทำ Image Subtraction เพื่อหาความแตกต่างระหว่างภาพ ตามที่ Gonzalez, Rafael C and Richard E. Woods [7] ได้กล่าวถึงหลักการหาความแตกต่าง ดังสมการที่ 7 ระหว่าง Blank Form และ Answer Form

$$ROI_Diff(N) = ROI_Blank(N)(x,y) - ROI_Answer(N)(x,y) \quad (7)$$

เมื่อ ROI_Diff คือ ค่าความต่างระหว่าง Blank Form และ Answer Form

ROI_Blank คือ Function ภาพของ Blank Form ในตำแหน่งจุดสนใจ

ROI_Answer คือ Function ภาพของ Answer Form ในตำแหน่งจุดสนใจ

2. การประมวลผลการฝนคำตอบ เป็นการตรวจสอบบริเวณการฝนว่าในตำแหน่งจุดสนใจนั้น ๆ ถูกฝนหรือไม่ ด้วยการตรวจสอบจากเปอร์เซ็นต์ของการฝน ดังสมการที่ 6 หากมีบริเวณการฝน 60% ขึ้นไป ดังสมการที่ 8 จะกำหนดให้ค่า ROI ในตำแหน่งนั้นๆ มีค่าเป็น 1 แสดงด้วยสีเขียว แต่หากมีบริเวณการฝนน้อยกว่า 60% ROI นั้นๆ มีค่าเป็น 0 จะแสดงด้วยสีแดง ดังรูปที่ 9

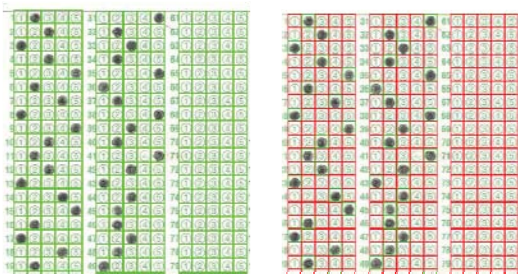
$$ROI_Weight = \begin{cases} Filled & \text{if } ROI_Diff(N) > 59\% \\ Blank & \text{if } ROI_Diff(N) \leq 59\% \end{cases} \quad (8)$$

โดยที่ ROI_Weight คือค่าของ ROI ที่ทำการพิจารณาบริเวณจุดที่สนใจ

ROI_Diff คือ ค่าความต่างระหว่างกระดาษคำตอบที่ถูกต้องและกระดาษเปล่าบริเวณจุดที่สนใจ

Filled มีค่าเป็น 1 หรือ True

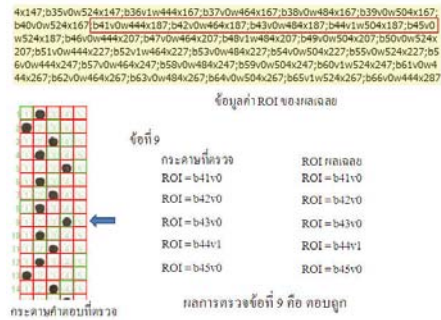
Blank มีค่าเป็น 0 หรือ False



รูปที่ 9 ลักษณะของ Answer Form ก่อน-หลังทำการจดจำข้อมูลผลเฉลย

3.3 ขั้นตอนการตรวจคำตอบ

เป็นการนำกระดาษคำตอบที่ต้องการตรวจผ่านการเตรียมข้อมูลภาพ และการประมวลผลการฝนคำตอบ ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการตรวจคำตอบ ด้วยวิธีการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างผลเฉลยที่ถูกเก็บไว้ในรูปแบบของ Text File กับข้อมูลของกระดาษคำตอบที่ต้องการตรวจ ดังรูปที่ 10 โดยตรวจสอบจากสถานะของ ROI ในตำแหน่งที่เป็นข้อเดียวกัน ดังสมการที่ 9 และสรุปผลดังสมการที่ 10



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างข้อมูลผลเฉลยและข้อมูลของกระดาษคำตอบที่ต้องการตรวจ

$$Answer_result = \begin{cases} AnswerCorrect & \text{if } PaintTrue_ROI = 1 \text{ and } NoPaintFalse_ROI = 4 \\ AnswerIncorrect & \text{if } PaintTrue_ROI = 0 \text{ and } NoPaintFalse_ROI \geq 1 \\ AnswerUnder & \text{if } PaintTrue_ROI = 0 \text{ and } NoPaintFalse_ROI = 0 \\ AnswerOver & \text{if } PaintTrue_ROI \leq 1 \text{ and } NoPaintFalse_ROI \geq 1 \end{cases} \quad (9)$$

เมื่อ Answer_result คือ ผลลัพธ์ของการพิจารณาคำตอบแต่ละข้อขึ้นต้น

PaintTrue คือ จำนวนนับของ ROI ที่มีสถานะเป็น 1

NoPaintFalse คือ จำนวนนับของ ROI ที่มีสถานะเป็น 0

จากสมการที่ 9 สามารถแยกแยะการระบายกระดาษคำตอบได้ 4 สถานะ ประกอบด้วยตอบถูก (Correct) ตอบผิด (Incorrect) ไม่เลือกตอบ (Under) และตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก (Over)

จากนั้นจึงนำ Answer_result มาตรวจสอบกับ True_choice เพื่อเป็นคำตอบในแต่ละข้อ ดังสมการที่ 10

$$Result = [True_choice] \text{ and } Answer_result \quad (10)$$

เมื่อ Result คือ ผลการให้คะแนนของคำตอบ

True_choice คือ คำตอบที่ตรงกับเฉลย

4. ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความถูกต้อง

การทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจกระดาษคำตอบแบบปรนัยโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในด้านความถูกต้อง แบ่งการทดสอบประสิทธิภาพด้านความถูกต้องออกเป็น 2 รูปแบบ คือทดสอบด้วยการฝนแบบปกติ และทดสอบด้วยการฝนแบบซ้ำซ้อน

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความถูกต้องในการฝนแบบปกติ

ผู้วิจัยเลือกใช้ระดับความเข้มของการฝน 4 ระดับ จากดินสอ 2B ปากกาสีน้ำเงิน ปากกาสีดำ และปากกาสีแดง ทดสอบกับกระดาษคำตอบแบบปรนัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จำนวน ระดับความเข้มละ 1,800 ข้อ สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพด้านความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 92.47

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพความถูกต้องในการฝนแบบปกติ

ระดับการฝน กระดาษคำตอบ	จำนวน ข้อที่ฝน ทั้งหมด	จำนวน ข้อที่ ตรวจ ผิดพลาด	ความ ผิดพลาด ในการ ตรวจด้วย โปรแกรม (ร้อยละ)	ประสิทธิ- ภาพ ความ ถูกต้อง (ร้อยละ)
ดินสอ 2B	1,800	542	30.11	69.89
ปากกาสีน้ำเงิน	1,800	0	0	100
ปากกาสีดำ	1,800	0	0	100
ปากกาสีแดง	1,800	0	0	100
ค่าเฉลี่ยรวม	7,200	542	7.53	92.47

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความถูกต้องในการฝนแบบชำช้า

เลือกใช้ระดับความเข้มของการฝนและกระดาษคำตอบปรนัยที่ใช้ในการทดสอบ เหมือนกับการทดสอบประสิทธิภาพด้านความถูกต้องในการฝนแบบปกติ สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 2 ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของดินสอ 2B คิดเป็นร้อยละ 70.27 ปากกาสีน้ำเงิน คิดเป็นร้อยละ 96.97 ส่วนปากกาสีดำ และปากกาสีแดงคิดเป็นร้อยละ 100 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 88.89

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพความถูกต้องในการฝนแบบชำช้า

ระดับการฝน กระดาษคำตอบ	จำนวน ข้อที่ กำหนดให้ ชำช้า ทั้งหมด	จำนวน ข้อที่ ตรวจ พบ ความ ชำช้า	ความ ผิดพลาด ในการ ตรวจ ด้วย โปรแกรม (ร้อยละ)	ประสิทธิ- ภาพความ ถูกต้อง (ร้อยละ)
ดินสอ 2B	74	96	29.73	70.27
ปากกาสีน้ำเงิน	33	34	3.03	96.97
ปากกาสีดำ	37	37	0	100
ปากกาสีแดง	63	63	0	100
ค่าเฉลี่ยรวม	207	230	11.11	88.89

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอขั้นตอนวิธีที่ประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการตรวจกระดาษคำตอบแบบปรนัย ด้วยการกำหนดจุดสนใจในการวิเคราะห์ และหาความแตกต่างของข้อมูลภาพระหว่างภาพเฉลยและภาพกระดาษคำตอบที่ต้องการตรวจ ด้วยการทดสอบประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของการตรวจกระดาษคำตอบ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิที่ถูกฝนด้วยดินสอ 2B ปากกาสีน้ำเงิน ปากกาสีดำและปากกาสีแดง รวมเป็น 8 แบบ ทั้งหมด 10,800 ข้อ ผลปรากฏว่า ประสิทธิภาพด้านความถูกต้องในการฝนแบบปกติอยู่ที่ร้อยละ 92.47 ส่วนประสิทธิภาพด้านความถูกต้องในการฝนแบบชำช้าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 88.89 ในภาพรวมผลการทดสอบด้านความถูกต้อง เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 90.68 ซึ่งแนวคิดการตรวจตรวจสอบการทำข้อสอบแบบปรนัย ด้วยปัจจัยสีและความหนาแน่นที่ต่างกัน สามารถสรุปได้ว่าการเลือกใช้วิธีการประมวลผลภาพในการตรวจหาความแตกต่างของปัจจัยสีและความหนาแน่นของสี ควรเลือกใช้การทำข้อสอบด้วยปากกาสีดำและสีแดง จึงจะมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด นำไปประยุกต์ใช้สำหรับตรวจกระดาษคำตอบแบบปรนัยที่ต้องการประหยัดต้นทุนได้

6. อภิปรายผล

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของขั้นตอนวิธีการตรวจข้อสอบแบบปรนัยด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ ทั้งการทดสอบแบบปกติและการทดสอบแบบชำช้า พบว่าปากกาสีดำและปากกาสีแดงมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากความแตกต่างในความหนาแน่นของสี ระหว่างภาพเฉลยและภาพกระดาษคำตอบอย่างชัดเจน จึงส่งผลให้สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างได้อย่างแม่นยำ ส่วนดินสอ 2B มีความผิดพลาดสูง เนื่องจากความหนาแน่นของสี เมื่อเปรียบเทียบกับภาพเฉลยไม่แตกต่างกัน ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีการผิดพลาดขึ้น ส่วนหนึ่งมาจากการกำหนดค่า T หรือค่า Threshold ซึ่งเป็นเงื่อนไขในการปรับค่าสีจาก Input Gray Scale ให้เป็นภาพขาวและดำด้วย หากกำหนดค่า T ที่มีความเหมาะสมก็อาจส่งผลให้สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปัจจัยสีทุกสี และความหนาแน่นของสีทุกรูปแบบได้โดยไม่ต้องจำกัดรูปแบบการทำข้อสอบแบบปรนัยด้วยดินสอเสมอไป พร้อมทั้งยังสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบของกระดาษคำตอบได้ตามความเหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของนักวิจัยพี่เลี้ยง นายสัตยาภูมิ ไทยพานิชและสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ กองทุนส่งเสริมงานวิจัย และคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยและส่งเสริมการเผยแพร่ผลงานวิจัยอย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศรีบุญ หล้ามุงคุณและคณะ. 2553. **ระบบตรวจข้อสอบปรนัยต้นทุนต่ำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [2] รัฐวัฒน์ เตจจรัสชีวิน และณพวิภา ฤกษ์ปริดาพงศ์. 2551. **ระบบติดตามลักษณะเด่นบนใบหน้าโดยใช้กล้องเพียงหนึ่งตัว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล. ปัญหาประดิษฐ์ในชีวิตประจำวัน. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**, 11(1), น. 260-267.
- [4] Jun Tang. 2010. A color image segmentation algorithm based on region growing. **International Conference on Computer Engineering and Technology (ICCET)**, 2(6), p. 634-637.
- [5] สัตยาภูมิ ไทยพานิช และจักรี ศรีนนท์ฉัตร. 2553. **การพัฒนาเทคนิคพยากรณ์ค่าคลอโรฟิลล์ในใบข้าวด้วยกรรมวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นพหุ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [6] Gonzalez, Rafael C and Richard E. Woods. 2001. **Digital Image Processing**. 2nd ed. New Jersey : Prentice-Hall.
- [7] The MathWorks. 2014. **Image Thresholding**. Retrieved July 4, 2014, from <http://www.mathworks.com/discovery/image-thresholding.html>