

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยการประยุกต์ใช้วิธีการประมวลผลภาพ สำหรับ

การตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบอัตโนมัติ

Developing A Web Application That Uses Image Processing To Automatically Score Multiple-Choice Test Answer Sheets

เพ็ญนภา ยอยบุปผา, ชุน-จา สมโภชน์ บุสตามานเต้ และ ภूमินทร์ ตันอุตม์*

โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร กำแพงเพชร ประเทศไทย 62000

Pennapa Yoybubpha, Chun-ja Somphot Bustamante and Bhoomin Tanut*

Computer Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology,

Kamphaeng Phet Rajabhat University, Kamphaeng Phet, Thailand 62000

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้วิธีการประมวลผลภาพเพื่ออ่านและให้คะแนนแบบอัตโนมัติของกระดาษคำตอบแบบกากบาทที่ใช้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร ประเทศไทย เครื่องมือนี้นี้สร้างขึ้นด้วย 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย การรับเข้าข้อมูลข้อสอบ การปรับขนาดภาพ การแบ่งส่วนภาพ การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงร่างของภาพ และระบุคำตอบ การทดสอบประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชันประเมินด้วย 2 วิธี วิธีที่ 1 เป็นการทดสอบความสามารถของเว็บแอปพลิเคชันเพื่อแยกแยะประเภทของการกากบาทในกระดาษคำตอบแบบเดิมซึ่งนักศึกษาต้องทำการกากบาทลงในข้อที่ต้องการเลือก การตอบเป็นไปได้อีก 4 กรณี ประกอบด้วย กากบาทถูกต้องเพียง 1 คำตอบ กากบาทมากกว่า 1 คำตอบ ไม่มีการกากบาท และมีการลบลิควิด วิธีที่ 2 เป็นการทดสอบความถูกต้องของแอปพลิเคชันประเมินโดยใช้ข้อสอบ 30 แผ่นที่ให้นักศึกษาทำการกากบาท สิ่งเหล่านี้ได้รับการตรวจสอบด้วยสายตาและให้คะแนนล่วงหน้า พบว่า ทุกกรณีที่กากบาทถูกต้องเพียง 1 คำตอบ แอปพลิเคชันประเมินทุกคำตอบที่ถูกและผิดได้อย่างถูกต้อง ข้อสอบทั้ง 30 แผ่น ประกอบด้วย กากบาทมากกว่า 1 คำตอบ จำนวน 5 ข้อ และไม่มีการกากบาทจำนวน 11 ข้อ แอปพลิเคชันประเมินทุกข้อว่าไม่ถูกต้องได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังมีการทดสอบด้วย

* Corresponding author : bhoomin_t@kpru.ac.th

การลบลิควิดซึ่งมีจำนวน 23 ข้อ แอปพลิเคชันไม่สนใจตัวเลือกที่มีการลบด้วยลิควิดอีกทั้งยังทำงานได้อย่างถูกต้อง การทดลองแสดงให้เห็นว่า แอปพลิเคชันสามารถประเมินและตอบสนองได้อย่างถูกต้องทุกครั้งและไม่สับสนกับเงื่อนไขที่ไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นประสิทธิภาพจึงมีความแม่นยำอยู่ที่ 100 เปอร์เซนต์ แอปพลิเคชันนี้สามารถใช้ในการให้คะแนนกระดาษคำตอบมาตรฐานได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ : ระบบตรวจข้อสอบปรนัย, การประมวลผลภาพ, การแบ่งกลุ่มคำตอบ

Abstract

This research aimed to develop a web application that uses image processing methods to automatically read and score standardized multiple-choice test answer sheets that are used by high schools in Kamphaeng Phet Province, Thailand. This tool was built in five stages consisting of data collection, image resizing, image segmentation, morphological image analysis, and answer identification. The performance of the application was evaluated in two ways. First there was a test to check the application's ability to distinguish between types of answers on the answer sheet. This old-style answer sheet requires students to write an X in a box corresponding to their chosen answer. The four possible kinds of answers are: crossing only one choice, crossing more than one choice, no cross at all, and crossing only one choice with a wrong choice hidden with correction fluid. Second, the accuracy of the application was evaluated using 30 test sheets that were actual answer sheets produced by students. These were visually checked and scored in advance. In all cases where only one choice was crossed, the application accurately assessed all answers as correct or incorrect. The 30 test sheets contained 5 total instances of crossing more than one choice and 11 total instances of crossing no choice. The application accurately assessed all these responses as incorrect. There were also 23 total instances of liquid paper covering a choice. In all 23 cases, the application accurately ignored the choice covered in liquid paper and correctly evaluated any other markings present. In summary, the test showed that the app always evaluated responses correctly and was never confused by non-standard conditions, thus performing with an accuracy of 100%. This web application can be relied on to correctly score standardized multiple-choice test answer sheets.

Keywords : Multiple Choice Checking System, Image-Processing, Clustering

ที่มาและความสำคัญ

การศึกษานอกจากจะทำให้มนุษย์เกิดความรู้และพัฒนาตนเองได้แล้วยังสามารถเป็นตัวกำหนด ทิศทางของประเทศได้ เพราะหากประเทศมีการส่งเสริมการศึกษาที่ถูกทิศทางและมีประสิทธิภาพย่อมทำให้ประเทศมีความเจริญก้าวหน้า เพราะการศึกษานั้นเป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาและการประกอบอาชีพ ซึ่งทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ตลอดเวลา ปัจจุบันการศึกษามีหลายรูปแบบทั้งการศึกษาค้นคว้าและการศึกษาด้วยตนเอง และเพื่อทราบ

ผลสัมฤทธิ์ของการศึกษาที่ผ่านมาจำเป็นต้องมีกระบวนการประเมินความรู้ ความสามารถด้วยการใช้ข้อสอบ ไม่ว่าจะเป็นการวัดความสามารถด้วยการทำข้อสอบแบบปรนัยหรืออัตนัยรวมถึงการ สอบแบบปฏิบัติ และวิธีการวัดผลที่นิยมในปัจจุบันคือ การสอบโดยใช้ข้อสอบแบบปรนัย [1]. โรงเรียนคลองลานวิทยาเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ ประจำอำเภอคลองลาน มีนักเรียนอยู่ 3 ระดับชั้น ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีทั้งหมด 7 ห้อง แบ่งเป็นห้องละ 40 คน รวม 280 คน ชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย มีทั้งหมด 4 ห้อง แบ่งเป็นห้องละ 40 คน รวม 160 คนและระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีจำนวน 3 ห้อง 40 คน รวม 120 คนและรวมทั้งสิ้น 580 คน และครู 1 คน สอนมากกว่า 3 ชั้นเรียนต่อเทอม ทำให้การตรวจสอบข้อสอบมีความล่าช้าและผิดพลาดบ่อยครั้ง [2]. การตรวจข้อสอบปรนัยแบบดั้งเดิมใช้กระดาษตรวจคำตอบฉลุในการตรวจคำตอบ แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันตรวจสอบรูปแบบใหม่หลากหลายรูปแบบ เช่น โปรแกรม Zipgrade [3] ที่สามารถใช้โทรศัพท์มือถือในการตรวจข้อสอบ แต่อาจต้องพิมพ์กระดาษคำตอบตามรูปแบบที่โปรแกรมกำหนดที่มีลักษณะข้อสอบแบบระบายตัวเลือกคำตอบด้วยดินสอ ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนและมีความแตกต่างกับกระดาษคำตอบปัจจุบันที่โรงเรียนใช้งาน โดยรูปแบบข้อสอบที่ระบายตัวเลือกคำตอบด้วยดินสอได้มีนักวิจัยพัฒนาโปรแกรม ได้แก่ พงศพิศ พงศ์ศิริ [4] ได้พัฒนาโปรแกรมตรวจกระดาษคำตอบแบบปรนัยโดยใช้หลักการบล็อกคัลเลอร์ริงและทฤษฎีเบย์เซียน พุทธิพันธ์ พัดกระจำง และคณะ [5] ได้พัฒนาระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และต่อมา กฤษณะ ชินสาร และคณะ [6] ได้พัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยที่ใช้หลักการประมวลผลภาพร่วมกับสแกนเนอร์ และรูปแบบที่ 2 โปรแกรมที่ประยุกต์ใช้กับข้อสอบแบบกากบาทตัวเลือกคำตอบ ได้แก่ ภูมิษฐ์ ดันอุตม์ [7] ได้พัฒนาโปรแกรมตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบเลือกตอบด้วยวิธีการประมวลผลภาพ ของคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร โดยการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมเคมิน แต่ได้พัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของวินโดวแอปพลิเคชัน ซึ่งมีความจำเป็นต้องพัฒนาให้สามารถเข้าใช้งานได้ง่ายขึ้นและสามารถขยายผลองค์ความรู้และนวัตกรรมต่อยอดไปสถานศึกษาในเครือข่ายความร่วมมือของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชรได้

ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำโครงการจึงได้เล็งเห็นความสำคัญและความจำเป็นที่จะต้องมีเว็บไซต์ สำหรับตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบเลือกตอบ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่บุคลากรครูโรงเรียนคลองลานวิทยาคม ลดความล่าช้า และลดข้อผิดพลาดในการตรวจข้อสอบปรนัยให้ดียิ่งขึ้น โดยคณะผู้วิจัยจะดำเนินการทำเว็บไซต์สำหรับตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบเลือกตอบที่รองรับการใช้งานทุกอุปกรณ์ ดังนั้นเว็บแอปพลิเคชันตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบเลือกตอบด้วยวิธีการประมวลผลภาพจะเป็นต้นแบบและขยายต่อยอดไปยังโรงเรียนแห่งอื่น ในจังหวัดกำแพงเพชร

วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบเลือกตอบด้วยวิธีการประมวลผลภาพ เป็นการนำหลักการประมวลผลภาพมาทำการประมวลผลภาพ กระดาษคำตอบโดยผ่านเครื่องสแกนเนอร์หรือภาพถ่ายจากโทรศัพท์มือถือด้วยความละเอียดของภาพต้องไม่ต่ำกว่า 150 dpi และส่งคำตอบเข้าสู่เว็บแอปพลิเคชัน เพื่อตรวจสอบคะแนนของนักเรียน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังภาพที่ 1

ผู้ใช้งานนำกระดาษคำตอบเข้าสู่เครื่องสแกนเนอร์หรือถ่ายจากโทรศัพท์มือถือ (หมายเลข 1) ผ่านส่วนติดต่อ



ภาพที่ 1: ภาพรวมของระบบเว็บแอปพลิเคชัน

ภาพที่ 2: กระดาษคำตอบโรงเรียนคลองลานวิทยา

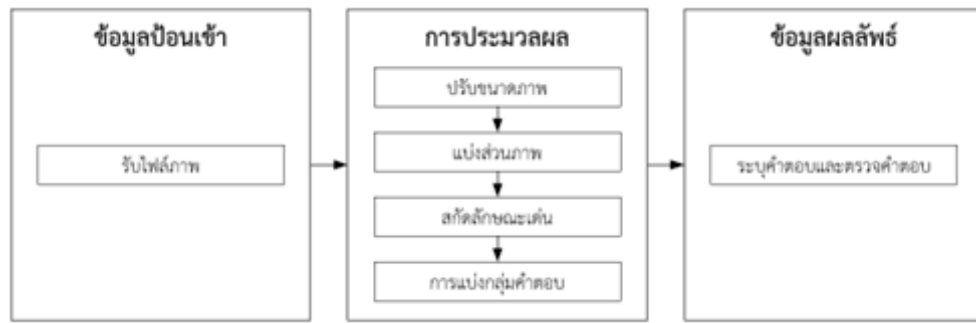
ผู้ใช้งานที่พัฒนาด้วยเว็บไซต์ Anvil [8] ภาพจะถูกอัปโหลดไปยังเครื่องบริการของ Google Colab [9] เพื่อเรียกใช้งาน ส่วนประมวลผล (หมายเลข 2) เมื่อภาพเข้าสู่ส่วนประมวลผล จากนั้นจะทำการประมวลผลและตรวจสอบข้อสอบตามอัลกอริทึมที่เขียนไว้ (หมายเลข 3) อัลกอริทึมจะทำการประมวลผลภาพ เมื่อประมวลผลเสร็จจะส่งผลลัพธ์ผ่านเครื่องบริการ (หมายเลข 4) และส่งข้อมูลตอบกลับไปยังผู้ใช้งาน (หมายเลข 5) ผ่านเว็บแอปพลิเคชันหรือโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งาน (หมายเลข 6)

ขั้นตอนการพัฒนาอัลกอริทึมในการประมวลผลกระดาษคำตอบมี 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย การเตรียมข้อมูล การประมวลผลข้อมูล และการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

การเตรียมข้อมูล

รูปแบบกระดาษคำตอบปรนัยของโรงเรียนคลองลานวิทยามีหลากหลายตัวเลือก (Multiple Choice) จำนวน 80 ข้อ ประกอบด้วย 5 ตัวเลือก ก ข ค ง จ ดังภาพที่ 2

กระดาษคำตอบโรงเรียนคลองลานวิทยา แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนละ 20 ข้อ โดยส่วนที่ 1 ถึงข้อ 20 ส่วนที่ 2 ประกอบด้วย 21 ถึงข้อ 40 ส่วนที่ 3 ประกอบด้วย 41 ถึงข้อ 60 และส่วนที่ 4 ประกอบด้วย 61 ถึงข้อ 80 จากข้อมูล



ภาพที่ 3: ขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพข้อสอบ



ภาพที่ 4: การปรับขนาดภาพ

ของกระดาษคำตอบ พบว่า ส่วนที่สนใจมีทั้งหมด 4 ส่วนดังภาพ ที่ 2 ในกรอบสีแดง

การประมวลผลข้อมูล

การประมวลผลภาพข้อสอบปรนัยของโรงเรียนคลองลานวิทยา ประกอบด้วยส่วนของการ ประมวลผลภาพ สองมิติ การปรับขนาดภาพและการตัดภาพ การแบ่งกลุ่มคำตอบ การระบุคำตอบ และการตรวจคำตอบ สามารถแสดง แผนผังการทำงานดังภาพที่ 3

ผังงานการทำงานของ การวิเคราะห์ข้อสอบเริ่มจากการนำเข้าข้อมูลภาพกระดาษคำตอบ เฉลยและกระดาษ ข้อสอบนักศึกษา โดยเครื่องสแกนเนอร์แบบป้อนเข้านำภาพเก็บไว้ในโฟลเดอร์ที่ใช้ สำหรับเก็บข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าภาพข้อสอบโดยการใช้เครื่องสแกนเนอร์แบบป้อนเข้า เพราะสามารถสแกนข้อมูลกระดาษ คำตอบได้อย่างสะดวกและรวดเร็วมีความเร็วในการสแกนกระดาษ 25 แผ่นต่อนาที รูปแบบของภาพนามสกุล .jpg เพราะสามารถประมวลผลเร็วกว่า .png หรือรูปแบบอื่น จากนั้นนำภาพเก็บไว้ยังโฟลเดอร์ที่สร้างขึ้น

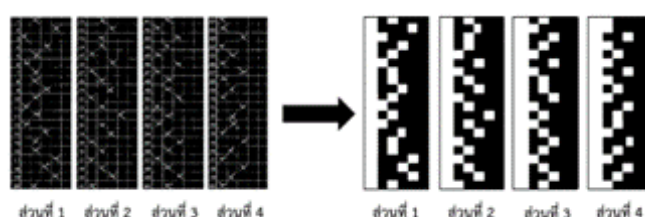
ขั้นตอนที่ 2 ปรับขนาดภาพให้มีขนาดความกว้าง 1,197 พิกเซล และความยาว 1,230 พิกเซล ภาพที่นำเข้า มาผ่านเครื่องสแกนเนอร์แต่ละภาพมีขนาดที่ไม่เท่ากัน แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 4

ขั้นตอนที่ 3 การแบ่งส่วนตัวเลือกด้วยวิธีการแบ่งภาพ (Image Segmentation) [10] เพื่อเลือกส่วนของตัว เลือกมาทำการวิเคราะห์ซึ่งคือ เป็นส่วนของคำตอบจำนวน 80 ข้อ จากนั้นทำการหาขอบเขตของส่วนคำตอบจากวัตถุ



ภาพที่ 5: การแบ่งส่วนภาพกระดาษคำตอบ

(ก) การแบ่งส่วนภาพกากบาท และ (ข) การแบ่งส่วนภาพกากบาทออกเป็น 4 ส่วน



ภาพที่ 6: การทำการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงร่างของวัตถุในภาพ

เพื่อใช้การแบ่งส่วนคำตอบออกเป็น 4 แบ่งส่วนภาพ แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 5

การแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วน ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์หน่วยย่อยและตัดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากส่วนที่ต้องการวิเคราะห์ได้

ขั้นตอนที่ 4 เปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงร่างของวัตถุในภาพ [11] เพื่อให้ตัวเลขมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังภาพที่ 6

การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงร่างของวัตถุในภาพกระดาษคำตอบโดยตัดองค์ประกอบที่เป็นส่วนของหัวข้อออกจะเห็นได้ว่า ส่วนของลำดับข้อสอบหายไป จากนั้นใช้วิธีการโคลสซิง (Closing) โดยใช้องค์ประกอบโครงสร้าง (Structure Element) ในลักษณะสี่เหลี่ยม (Square) ขนาดความสูง 20 พิกเซล ความกว้าง 35 พิกเซล เพื่อให้ภาพมีการเชื่อมต่อกันมากขึ้น ซึ่งวิธีการโคลสซิงจะทำการขยายภาพ (Dilation) ก่อนแล้วจึงกร่อนขนาด (Erosion) ดังสมการที่ 1

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (1)$$

จากนั้นใช้วิธีการโอเพนนิ่ง (Opening) โดยใช้องค์ประกอบโครงสร้าง (Structure Element) ในลักษณะสี่เหลี่ยม (Square) ขนาดความสูง 25 พิกเซล ความกว้าง 25 พิกเซล เพื่อกำจัดรายละเอียดขนาดเล็กภายในภาพ ซึ่งวิธีการโอเพนนิ่งจะทำการกร่อนขนาด (Erosion) ก่อนแล้วจึงขยายภาพ (Dilation) ดังสมการที่ 2

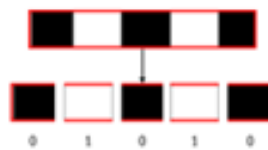


(ก)



(ข)

ภาพที่ 7: การแบ่งส่วนข้อสอบออกเป็นข้อย่อย
(ก) การกัดกร่อนเส้นแนวตั้ง และ (ข) การกัดกร่อนเส้นแนวตั้งภาพย่อย



ภาพที่ 8: การแบ่งกลุ่มจากขนาดของวัตถุภายในช่อง

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \quad (2)$$

จากนั้นดำเนินการแบ่งภาพอีกครั้งโดยการแบ่งภาพเป็นแนวนอนในแต่ละข้อทั้งหมด 20 ข้อ โดยการปรับภาพและทำการกัดกร่อนเส้นแนวตั้งให้เหลือเพียงเส้นแนวนอน ดังภาพที่ 7 (ก) เพื่อใช้ในการแบ่งข้อสอบแต่ละข้อ จากนั้นนำข้อสอบข้อย่อยแต่ละข้อมาพิจารณาด้วยการแบ่งส่วนข้อ ก ข ค ง จ ทางด้านแนวตั้งอีกครั้ง ออกเป็นช่องสี่เหลี่ยม 5 ช่อง ดังภาพที่ 7 (ข)

การแบ่งสัดส่วนตัวเลือกจากข้อย่อยของข้อสอบออกเป็น 5 ส่วน ประกอบด้วยช่องที่ 1 คือ ก ช่องที่ 2 คือ ข ช่องที่ 3 คือ ค ช่องที่ 4 คือ ง และช่องที่ 5 คือ จ เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการการแบ่งกลุ่มคำตอบ และระบุคำตอบต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 ระบุคำตอบดำเนินการแบ่งจาก 5 ส่วน ก ข ค ง จ ของแต่ละข้อย่อย โดยอาศัยการค่าแบ่งเกณฑ์ (Threshold) จากค่าผลรวมของพิกเซลในแต่ละช่อง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การกากบาทมากกว่า 1 ตัวเลือก ไม่กากบาททุกตัวเลือก และการกากบาทเพียงข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ดังภาพที่ 8

จากภาพที่ 8 เป็นการระบุวัตถุ โดยหมายเลข 0 หมายถึงช่องที่ไม่มีการกากบาทโดยภายในช่องกากบาทจะมีค่าน้อยกว่า 800 พิกเซล และหมายเลข 1 หมายถึง ช่องที่มีการกากบาทโดยภายในช่องกากบาทจะมีค่ามากกว่า 800 พิกเซล

ขั้นตอนที่ 6 การระบุคำตอบและตรวจคำตอบ แอปพลิเคชันจะใช้คำตอบจากผลลัพธ์ของแผ่นเฉลยเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ของข้อสอบแต่ละแผ่น เพื่อสรุปผลคะแนนของข้อสอบและรายงานให้ครูผู้ใช้ซอฟต์แวร์

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

ตารางที่ 1: ข้อมูลภาพที่ใช้ในการทดลอง

ลักษณะการกากบาท	จำนวนทดสอบ(ข้อ)	กากบาทถูกต้อง	กากบาทผิด
การกากบาทถูกต้องเพียง1 คำตอบ (ถูกต้องตามเฉลย)	80	80	0
การกากบาทมากกว่า 1 คำตอบ	80	70	10
ไม่มีการกากบาท	80	70	10
มีการลบลิควิด	80	70	10

การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ของเว็บแอปพลิเคชันตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบเลือกตอบด้วยวิธีการประมวลผลภาพ ประกอบด้วย หน้าต่างเข้าสู่ระบบ หน้าต่างตรวจข้อสอบ และหน้าต่างตรวจสอบไฟล์คะแนน โดยการพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้งานใช้เครื่องมือ Anvil ที่ใช้สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษาไพทอนซึ่งมีความสามารถติดต่อกับคำสั่งไพทอนที่พัฒนาโดย Google Colab Notebook ซึ่งจะสามารถทำให้อัพโหลดไฟล์ ประมวลผลภาพ และผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่าย

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

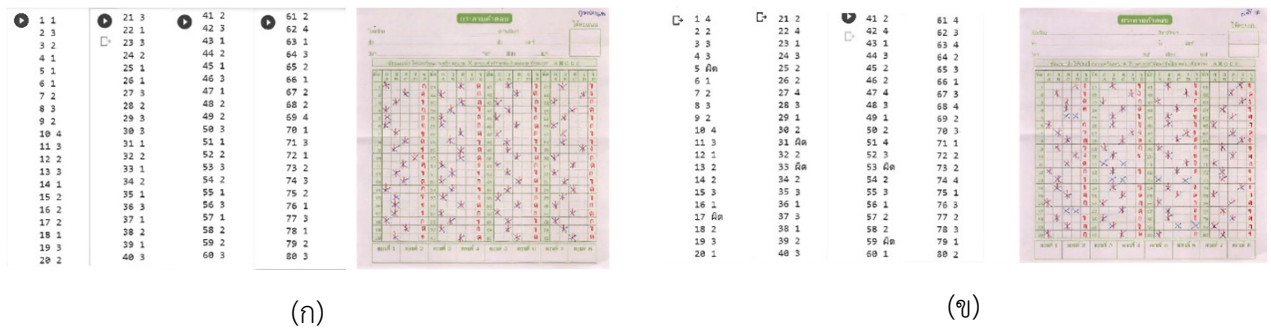
เว็บแอปพลิเคชันตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบเลือกตอบด้วยวิธีการประมวลผลภาพได้มีการทดสอบการทำงานของส่วนของการวิเคราะห์คำตอบ เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมในด้านความถูกต้อง และความพึงพอใจในการใช้งานของผู้ใช้งาน โดยมีผลการวิจัยดังนี้

การทดสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์คำตอบแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ประกอบด้วย การทดลองความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อสอบ และการทดลองภาพรวมของข้อสอบจำนวน 30 แผ่น โดยแต่ละแผ่นทำการกากบาทครบทั้ง 80 ข้อ ด้วยปากกาถูกลื่นขนาดตั้งแต่ 0.25 มิลลิเมตรขึ้นไป การทดสอบทั้ง 4 กรณีตามงานวิจัยของ ภูมิรินทร์ ต้นอุตม์ [6] ซึ่งจะใช้ข้อมูลทดสอบดังตารางที่ 1

การทดลองระบบเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ภาพข้อสอบ จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ตอนที่1 นำข้อมูลภาพข้อสอบมาตรวจด้วยมนุษย์จะได้ผลการตรวจข้อสอบ ตอนที่ 2 นำข้อมูลภาพข้อสอบมาตรวจด้วยโปรแกรมจะได้ผลการตรวจข้อสอบ จากนั้นนำผลการตรวจข้อสอบจากมนุษย์และโปรแกรมมาหาค่าความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อสอบ ผลการทดสอบแสดงดังภาพที่ 9

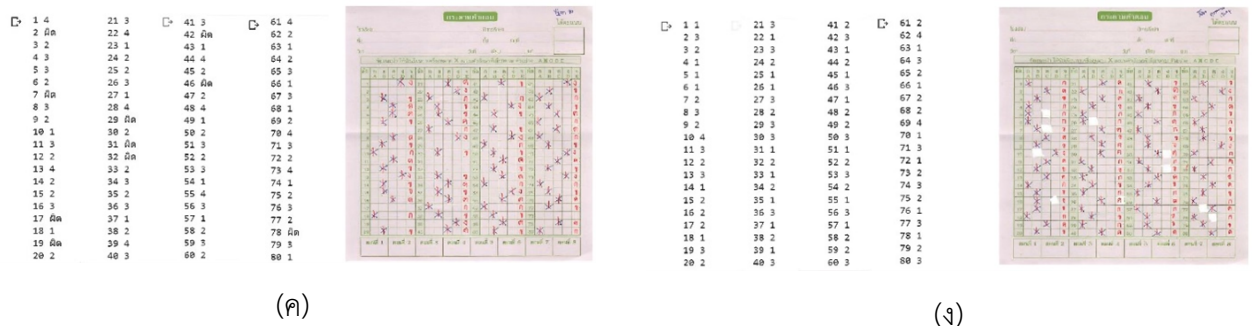
จากผลการทดลองความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า การทดลองความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อสอบ ทั้ง 4 กรณี มีความถูกต้อง 100 เปอร์เซนต์ จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการทดลองการตรวจข้อสอบจำนวน 30 แผ่นทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อทำการทดสอบภาพรวมของการวิเคราะห์คำตอบ

ผลการทดสอบภาพรวมของข้อสอบจำนวน 30 แผ่น จากการให้นักศึกษาทำแบบทดสอบจำนวน 30 คน แผ่น



(ก)

(ข)



(ค)

(ง)

ภาพที่ 9: ผลการทดลองความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อสอบ

(ก) การกากบาทถูกต้องเพียง 1 คำตอบ (ถูกต้องตามเฉลย),

(ข) การกากบาทมากกว่า 1 คำตอบ, (ค) ไม่มีการกากบาท และ (ง) มีการลบลีควิต

ละ 80 ข้อ เมื่อนักศึกษาดำเนินการเสร็จผู้วิจัยทำการตรวจด้วยวิธีเดิมโดยมนุษย์ พบว่า มีกรณีที่มีการกากบาทมากกว่า 1 คำตอบ จำนวน 5 ข้อ กรณีที่ไม่มีการกากบาทจำนวน 11 ข้อ และกรณีที่มีการลบลีควิตจำนวน 23 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยนำกระดาษคำตอบทั้ง 30 แผ่น และเมื่อตรวจด้วยแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น พบว่า ทุกกรณีสามารถตรวจสอบและให้คะแนนถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบไปด้วย กรณีที่ 1 จำนวน 2296 ข้อ กรณีที่ 2 จำนวน 14 ข้อ กรณีที่ 3 จำนวน 14 ข้อ และกรณีที่ 4 จำนวน 74 ข้อ แสดงดังตารางที่ 2

จากการทดลองการทำงานของโปรแกรมตรวจข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบด้วยวิธีการประมวลผลภาพ พบว่าประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ได้ดีที่สุด ภาพข้อสอบต้องกากบาทอย่างถูกต้องได้แก่กากบาทเต็มช่องโดยไม่เลยไปช่องอื่น ๆ การลบลีควิตห้ามลบเส้นแบ่งข้อย่อยและโปรแกรมยังสามารถตรวจจับข้อที่ไม่มีการกากบาทและกากบาทมากกว่า 1 ข้อได้ ข้อควรระวัง การลบลีควิต หากลบจนเส้นแบ่งข้อหายจะทา ให้คำตอบของข้อถัดไปคลาดเคลื่อนทั้งหมด และการขีดทับ ไม่สามารถทำได้เพราะโปรแกรมจะวิเคราะห์ว่ามีกากบาทมากกว่า 1 ข้อ

ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบเลือกตอบ ด้วยวิธีการประมวลผลภาพ กรณีศึกษาโรงเรียนคลองลานวิทยานั้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนของหน้าตรวจข้อสอบ และส่วนของการตรวจสอบไฟล์ผลสอบ โดยเน้นการใช้งานที่เรียบง่ายและมีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้ระบบได้ตามขั้นตอนที่ผู้พัฒนากำหนดดังภาพที่ 10

ผลการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบเลือกตอบ พบว่า เว็บแอปพลิเคชันสามารถ

ตารางที่ 2: ข้อมูลภาพที่ใช้ในการทดลอง จากการให้นักศึกษาทำแบบทดสอบจำนวน 30 คน

ลำดับ	กรณีที่ 1		กรณีที่ 2		กรณีที่ 3		กรณีที่ 4		ลำดับ	กรณีที่ 1		กรณีที่ 2		กรณีที่ 3		กรณีที่ 4	
	A	B	A	B	A	B	A	B		A	B	A	B	A	B	A	B
1	78	78	0	0	1	1	1	1	16	79	79	0	0	0	0	1	1
2	76	76	0	0	0	0	4	4	17	76	76	1	1	1	1	2	2
3	70	70	0	0	2	2	8	8	18	80	80	0	0	0	0	0	0
4	76	76	4	4	0	0	0	0	19	76	76	0	0	0	0	4	4
5	79	79	0	0	0	0	1	1	20	79	79	0	0	1	1	0	0
6	71	71	0	0	1	1	8	8	21	75	75	0	0	2	2	3	3
7	76	76	2	2	0	0	2	2	22	78	78	0	0	0	0	2	2
8	79	79	0	0	0	0	1	1	23	80	80	0	0	0	0	0	0
9	79	79	0	0	0	0	1	1	24	76	76	0	0	0	0	4	4
10	76	76	0	0	2	2	2	2	25	78	78	0	0	1	1	1	1
11	78	78	0	0	0	0	2	2	26	76	76	4	4	0	0	0	0
12	76	76	0	0	1	1	3	3	27	70	70	3	3	1	1	6	6
13	70	70	0	0	1	1	7	7	28	76	76	0	0	0	0	4	4
14	76	76	0	0	0	0	4	4	29	80	80	0	0	0	0	0	0
15	80	80	0	0	0	0	0	0	30	77	77	0	0	0	0	3	3

หมายเหตุ A คือ ตรวจสอบด้วยมนุษย์ และ B คือ ตรวจสอบด้วยแอปพลิเคชัน

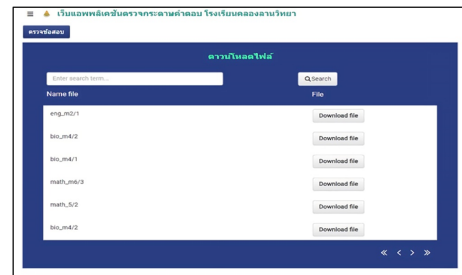
ทำงานได้ตามเงื่อนไขของการทดลองได้ทุกเงื่อนไข ได้แก่ เลือกข้อสอบครั้งละหลายภาพ เลือกดูข้อสอบนักศึกษาตรวจสอบข้อสอบ แสดงผลคะแนนและส่งออก PDF ได้ และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ 4.52 ซึ่งอยู่ในระดับดี และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ได้กล่าวถึงและส่วนของโปรแกรมที่นิยมใช้ในปัจจุบัน พบว่า เว็บแอปพลิเคชันที่ได้พัฒนามีประสิทธิภาพมากกว่างานวิจัยของ ภูมิินทร์ ต้นอุตม์ [7] ในด้านการเข้าถึงง่ายผ่านเว็บไซต์และความถูกต้องในการประมวลผล ส่วนโปรแกรมที่นิยมใช้ในปัจจุบันอย่างเช่น Zipgrade [3] ทางโรงเรียนอาจต้องเปลี่ยนรูปแบบหรือจัดทำกระดาษคำตอบใหม่ให้มีความสอดคล้องกับที่โปรแกรมต้องการ คือ กระดาษคำตอบข้อสอบแบบฝนดินสอ ซึ่งส่งผลให้เกิดต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นเว็บแอปพลิเคชันที่ตรวจรูปแบบข้อสอบในงานวิจัยนี้ยังสามารถขยายผลต่อไปยังโรงเรียนอื่นที่ใช้กระดาษคำตอบลักษณะแบบเดียวกันนี้ได้ในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

เว็บแอปพลิเคชันตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบเลือกตอบด้วยวิธีการประมวลผลภาพ ผู้วิจัยได้สรุปผลการ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 10: หน้าต่างเว็บแอปพลิเคชันตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบเลือกตอบ

(ก) หน้าตรวจข้อสอบ และ (ข) หน้าดาวน์โหลดไฟล์

ศึกษาประเด็นต่าง ได้แก่ การทดลองความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อสอบของโปรแกรม พบว่า การดำเนินการบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ และขอบเขตที่กำหนดไว้ และมีความถูกต้องถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และเว็บแอปพลิเคชันนี้สามารถใช้ในการให้คะแนนกระดาษคำตอบมาตรฐานได้อย่างถูกต้อง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่สนับสนุนด้านทุนวิจัย โดยมอบทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2564

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิรัช วรณรัตน์. (2558). หลัก และ วิธี การ สอบ วัด. บทความ พิเศษ วารสาร มนุษยศาสตร์ และ สังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏฯ. 1(2), 1-12.

- [2] งานวัดและประเมินผล. (2565). งานวัดผลโรงเรียนคลองลานวิทยา. <https://sites.google.com/view/klvs-chool>.
- [3] ธนากรณ์ เจริญยิ่ง และดิเรก ชีระกูธ. (2562). การพัฒนาชุดฝึกอบรม การตรวจข้อสอบปรนัยด้วยโปรแกรม Zipgrade สำหรับครูผู้สอน ระดับมัธยมศึกษา จังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41. ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร. 21(2). 59-67.
- [4] พฤตพงศ์ เพ็งศิริ. (2552). การตรวจกระดาษคำตอบแบบปรนัยโดยใช้หลักการบล็อกคัลเลอร์ริงและทฤษฎีเบย์เซียน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่). <https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:113106>.
- [5] พุทธิ นันท์ พัด กระจ่าง และ คณะ. (2556). ระบบ ตรวจ ข้อสอบ แบบ ปรนัย บน ระบบ ปฏิบัติ การ แอนดรอยด์. (วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหา บัณฑิต, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน). http://cpe.eng.kps.ku.ac.th/project_IdDoc67_IdPro66.pdf.
- [6] กฤษณะ ชินสาร และ ยุทธพงษ์ รัสสรค์เสรี. (2541). ระบบตรวจข้อสอบปรนัยที่ใช้หลักการของการประมวลผลภาพ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36: บทคัดย่อ 3-5 กุมภาพันธ์ 2541. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36. (หน้า 218). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์;กระทรวงเกษตรและสหกรณ์;กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม;ทบวงมหาวิทยาลัย.
- [7] ภูมิษฐ์ ตันอุตม์. (2560). การพัฒนาโปรแกรมตรวจกระดาษคำตอบปรนัยแบบเลือกตอบด้วยวิธีการประมวลผลภาพ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 9(10). 113- 126.
- [8] Anvil Docs. (2023). Welcome to Anvil. <https://anvil.works/docs/overview>.
- [9] T. Carneiro, R. V. Medeiros Da Nóbrega, T. Nepomuceno, G. -B. Bian, V. H. C. De Albuquerque and P. P. R. Filho, "Performance Analysis of Google Colaboratory as a Tool for Accelerating Deep Learning Applications,"in IEEE Access, vol. 6, pp. 61677-61685, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2874767.
- [10] Rafael C.Gonzalez., Richard E.Woods.,& Steven L.Eddins.(2011).Digital Image Processing Using Matlab.USA:McGraw-Hill. Prentice Hall 4nd edition.
- [11] Susanta Mukhopadhyay et All, "Multiscale Morphological Segmentation of Gray-Scale Images" IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 12, NO. 5, [MAY 2003]