

การจำแนกระดับความคล้ายคลึงของเหรียญพระด้วยวิธีการรู้จำแบบ

The Classification of Similarities of Buddhist Amulets by the Pattern Recognition Method

อนรรักษ์ อ่วมเปี่ยม^{1*} วันวิสาข์ จันทร์ยวง² อภิศักดิ์ พรหมฝ้าย³ กันต์ อินทวงศ์⁴ และดุซงฎิ บุญธรรม⁵

^{1,2} นักศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

^{3,4,5} อาจารย์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Anurak Auampieam^{1*} Wunwisa janyang² Apisak Phromfaiy³

Gunt Intuwong⁴ and Dussadee Buntam⁵

^{1,2} Undergraduate, Computer Engineering Program, Faculty of Industrial Technology,
Uttaradit Rajabhat University

^{3,4,5} Lecturer, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*E-mail: Apisakph@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันวิธีการสร้างพระเครื่องมีขั้นตอนและกระบวนการหลายรูปแบบ เช่น การหลอมโดยใช้แม่พิมพ์ การปั๊มโลหะ ซึ่งแต่ละวิธีจะส่งผลให้เกิดรอยตำหนิที่แตกต่างกัน ซึ่งรอยตำหนินี้เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญสำหรับการตรวจสอบการปลอมแปลงพระ เพื่อช่วยตรวจสอบความคล้ายคลึงของเหรียญพระ งานวิจัยนี้จึงเสนอวิธีการตรวจเหรียญพระด้วยกระบวนการรู้จำแบบ โดยทำการถ่ายภาพเหรียญพระด้านหน้าและด้านหลัง และทดสอบด้วย 3 อัลกอริทึม ได้แก่ Low Discrepancy Sampling: LD Grayscale Value Pyramid: GV และ Laplace-Gradient Wavelet Pyramid: GP จากการวิเคราะห์ผลค่าความถูกต้องและ Learning Time โดยใช้การวิเคราะห์การแปรปรวนทางเดียว ด้วยกระบวนการของ Least-Significant Different: LSD พบว่า LD อัลกอริทึมมีความถูกต้องและ Learning Time ดีที่สุด คิดเป็น 93.732% และ 0.071 ms ตามลำดับ

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพดิจิทัล, การรู้จำแบบ, เหรียญพระ

Abstract

Nowadays, the Buddhist amulets have been produced many processes such as melting using a metal stamping mold. Each mentioned method effects the different earmark. The earmark is an important indicator of the inspection of Buddhist amulets. This research aims to classify the similarities of Buddhist amulets using the pattern recognition method. The image's front view and back view of Buddhist amulet have been analyzed by three algorithms of Low Discrepancy Sampling, LD, Grayscale Value Pyramid, GV and Laplace-Gradient Wavelet Pyramid, GP. The result was analyzed by using variance analysis at 95% confidence interval

with Least-Significant Different, LSD method. It was found that the LD algorithm provided the most accurate and the learning time was 93.732% and 0.071 ms, respectively.

Keyword: Image Processing, Pattern Recognition, Buddhist amulet

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยในปัจจุบันมีการสร้างพระเครื่องออกสู่ท้องตลาดมากมาย ซึ่งมีการทำหลายรูปแบบ (พระเครื่องเมืองอุดรดิตถ์, 2553) เช่น การหลอมโดยใช้แม่พิมพ์ การปั๊มโลหะ โดยรอยตำหนิที่เกิดขึ้นจะเกิดจากแม่พิมพ์แต่ละยุคสมัย และเหรียญในยุคสมัยนั้น จะมีเหรียญหลายประเภทที่ได้รับความนิยมอย่างมาก การศึกษาเรื่องราวของพระเครื่อง ประเภทเหรียญพระพุทธรูป และเหรียญพระคณาจารย์รุ่นเก่าๆ นั้น มีค่านิยมสูงมาก สำหรับปี 2562 การซื้อขายนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาพเศรษฐกิจเป็นหลัก เพราะบุคคลบางกลุ่มที่นิยมพระเครื่อง “ยังมีการซื้อขายกันอยู่ตลอด แต่ไม่ค่อยคึกคักเท่าไรนั้น ถ้าเศรษฐกิจดีขึ้น ก็จะกลับมาคึกคักเหมือนเดิม” (พิศาล, 2562) การทำเหรียญพระปลอมจึงพัฒนาวิธีการทำให้ใกล้เคียงกับของแท้ยิ่งขึ้น

จากการศึกษาพบว่า มีงานวิจัยที่ทำการประมวลผลภาพวัตถุต่างๆ เช่น การตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวแดงปนในข้าวขาวโดยวิธีการประมวลผลภาพดิจิทัล (ชาญชัย, 2558) การวัดประชากรเพลี้ยแป้งด้วยการประมวลผลภาพ ในการเกษตรสมัยใหม่ ได้มีการนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิต (มิตี และวุฒิพงศ์, 2554) การตรวจสอบฝักมะขามหวานเสียโดยวิธีการประมวลผลภาพ (ณัฐพล, 2555) วิธีการวัดสีแผ่นพิมพ์ธนบัตรด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจสอบคุณภาพงานพิมพ์สีพื้น (ไพโรจน์, 2556) การค้นคืนข้อมูลพระเครื่องจากภาพดิจิทัล โดยเทคนิคการสกัดคุณลักษณะและวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด (ปฐมพล และพยุ, 2556) อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยใดที่นำอัลกอริทึม LD GV และ GP มาใช้ในการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของเหรียญพระ

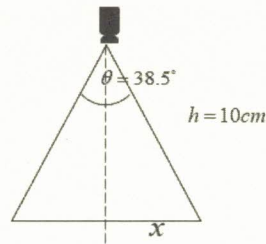
ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนาเครื่องตรวจเหรียญพระด้วยกระบวนการรู้จำแบบ เพื่อแทนการใช้วิธีการส่องเหรียญพระ โดยใช้กล้องดิจิทัล และเลนส์ชนิดมาโคร โดยการถ่ายภาพด้านหน้าและด้านหลังของเหรียญ จากนั้นนำภาพที่ได้จากการถ่ายเข้าสู่อัลกอริทึมในการสอนเพื่อให้ซอฟต์แวร์ทำการเก็บข้อมูลของเหรียญ และเมื่อผู้ใช้ต้องการตรวจสอบเหรียญจึงนำเหรียญมาถ่ายแล้วกดตรวจสอบเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของเหรียญโดยที่เหรียญแต่ละเหรียญจะได้ผลออกมาเป็นร้อยละ

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยเน้นกระบวนการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบกับเหรียญพระ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดแนวขั้นตอนการดำเนินการที่สำคัญดังนี้

2.1 ศึกษารวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ในการออกแบบ

2.1.1 การคำนวณหาขนาดของเลนส์เพื่อหาพื้นที่ที่เลนส์ขนาด 8 mm สามารถมองเห็น ซึ่งพื้นที่ที่เลนส์มองเห็นสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (1)



ภาพที่ 1 สามเหลี่ยมมุมฉาก

$$x = h \times \left(\tan \right) \frac{\theta}{2} \quad (1)$$

โดยที่	h	คือ	ระยะความสูง
	x	คือ	พื้นที่ที่เลนส์มองเห็น
	$\frac{\theta}{2}$	คือ	องศาที่กล้องมองเห็น
	$2x$	คือ	ผลรวมของพื้นที่ที่เลนส์มองเห็น

เมื่อนำค่าความสูงและมุมมองของเลนส์มาแทนสมการที่ (1) จะได้

$$x = 10 \times (\tan) 19.25$$

$$x = 3.492$$

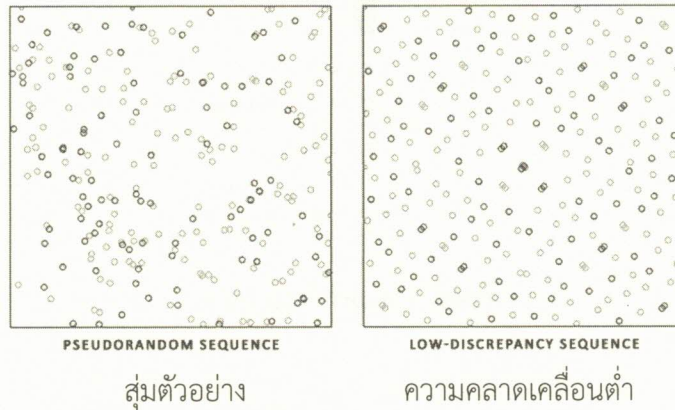
$$2x = 6.984 \text{ cm}$$

ดังนั้น พื้นที่ที่เลนส์ขนาด 8 mm สามารถมองเห็น = 6.984 เซนติเมตร

2.1.2 ศึกษาอัลกอริทึม ทั้ง 3 อัลกอริทึม ได้แก่

1) การสุ่มตัวอย่างลำดับความคลาดเคลื่อนต่ำ (Low Discrepancy Sampling: LD)

ลำดับความคลาดเคลื่อนต่ำคือ ชุดของจุดมิติเต็มพื้นที่ตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าชุดการสุ่มหลอกแบบตรง วิธีง่ายๆ ในการทำความเข้าใจแนวคิดที่ไม่ตรงกันและคุณสมบัติที่เหมือนกันคือ เป็นรูปทรงเรขาคณิต ดังนั้น จุดสองมิติห้าสิบสองจุดจะถูกพล็อตในหน่วยสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังภาพที่ 2 แสดงชุดของห้าสิบจุดที่สร้างขึ้นโดยใช้การสุ่มและใช้ลำดับความคลาดเคลื่อนต่ำสำหรับแต่ละมิติ ชุดความคลาดเคลื่อนต่ำจะสร้างผลลัพธ์ที่ดีกว่าในการทดลอง

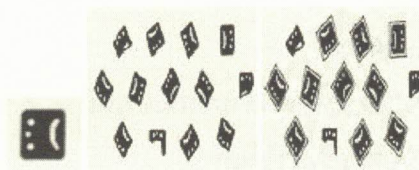


ภาพที่ 2 คะแนนในหน่วยสี่เหลี่ยมตามความแตกต่างแบบสุ่มและระดับต่ำ

ที่มา: Specular IBL, 2562

2) ความสัมพันธ์ระดับสีเทาในการรูปภาพพีระมิด (Grayscale Value Pyramid) (GV)

ระดับสีเทาในรูปภาพพีระมิด คือ การจับคู่ที่อิงกับโทนสีเทาเป็นอัลกอริทึมการจับคู่เทมเพลตขั้นสูงที่ขยายแนวคิดดั้งเดิมของการตรวจจับรูปแบบตามสหสัมพันธ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและช่วยให้สามารถค้นหารูปแบบที่เกิดขึ้นโดยไม่คำนึงถึงทิศทางของมัน พร้อมกับการค้นหาแบบหลายมุมนั้นเป็นวิธีการจับคู่แบบ T บนฐานของ Grayscale ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 (1) รูปแบบภาพ (2) ภาพอินพุต (3) ผลลัพธ์ของการจับคู่แบบหลายมุม

3) คลื่นความลาดชันพีระมิด (Laplace-Gradient Wavelet Pyramid) (GP)

คลื่นความลาดชันพีระมิด คือการแปลง Wavelet แบบดั้งเดิม (Mallat, 1996) ทำเหมือนตัวดำเนินการอนุพันธ์หลายใบเมื่อนำไปใช้กับข้อมูลหลายมิติ ข้อมูลถูกประมวลผลในลักษณะที่แยกกันไม่ได้ Wavelet เดียวที่ทำหน้าที่เหมือนโอเปอเรเตอร์ของ Laplace-Complex ซึ่งเป็นเคอร์เนลที่ปรับให้เรียงดั่งนั้นค่าสัมประสิทธิ์ Wavelet คือ ค่าที่ซับซ้อนและเฟสของมันให้ข้อมูลทิศทาง

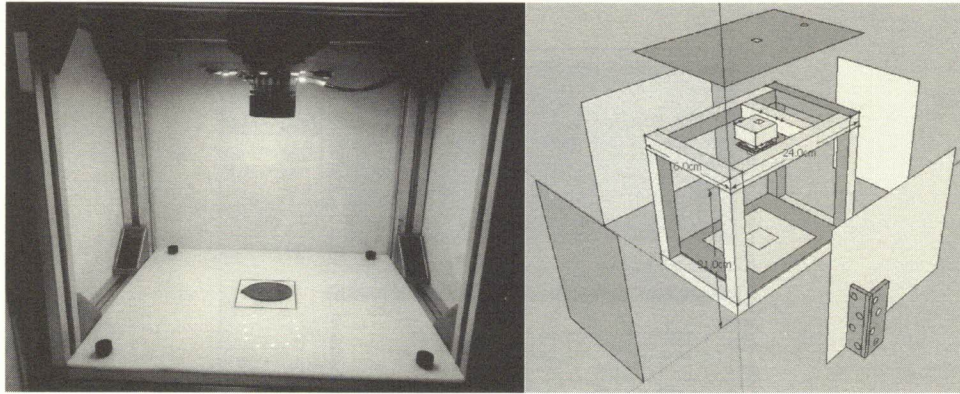
2.2 การออกแบบและพัฒนาเครื่องตรวจเหรียญพระด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล

ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องตรวจเหรียญพระได้ศึกษาแนวทางการตรวจเหรียญพระด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล

จากการออกแบบและสร้างเครื่องตรวจเหรียญพระจะได้เครื่องตรวจเหรียญพระตามภาพที่ 4 (ก) และมีส่วนประกอบตามภาพที่ 4 (ข) โดยมีส่วนที่สำคัญดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ชุดโครงสร้างขนาด 16x24 เซนติเมตรโดยทำมาจากอะลูมิเนียมโปรไฟล์ ด้านล่างเป็น เหมเพลตใช้วางเหรียญพระ ด้านบนกึ่งกลางของตัวโครงสร้างจะมีการติดตั้งชุดกล้องและไฟ LED

ส่วนที่ 2 ชุดผนังปิด จะใช้แผ่นอะคริลิกสีขาวจำนวน 6 ชิ้น ใช้สกรูสแตนเลสยึดกับล้อฉากที่ยึดกับ โครงสร้างอะลูมิเนียมโปรไฟล์



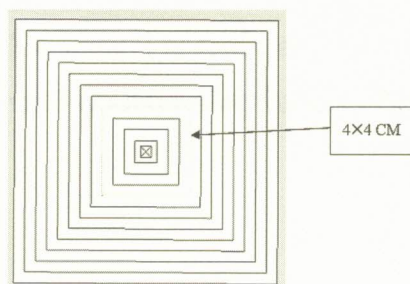
(ก) เครื่องตรวจเหรียญพระ

(ข) ส่วนประกอบเครื่องตรวจเหรียญพระ

ภาพที่ 4 เครื่องตรวจเหรียญพระ

2.3 การวิเคราะห์ตรวจจับเส้นสีเหลี่ยมเพื่อหาช่วงขอบเขตการมองเห็นของภาพที่ไม่ผิดเพี้ยน

เก็บค่าการวิเคราะห์ตรวจจับขอบเพื่อหาช่วงขอบเขตการมองเห็นของภาพที่ไม่ผิดเพี้ยน เริ่มจากการตรวจจับขอบ โดยทำการสร้างเส้นขอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 0.5× 0.5 เซนติเมตร 1× 1 เซนติเมตร 2× 2 เซนติเมตร 3× 3 เซนติเมตร 4× 4 เซนติเมตร 5× 5 เซนติเมตร 6× 6 เซนติเมตรและ 7× 7 เซนติเมตร แล้วทำการทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยกระบวนการของ Fisher โดยทำการวิเคราะห์การตรวจจับขอบเขตของ R-Squared จากเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นคณะผู้วิจัยการพัฒนาเครื่องตรวจเหรียญพระด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล จึงเลือกใช้กรอบ 4× 4 เซนติเมตร โดยขนาดของเหรียญพระจะมีขนาดไม่เกิน 4× 4 เซนติเมตร ดังภาพที่ 5

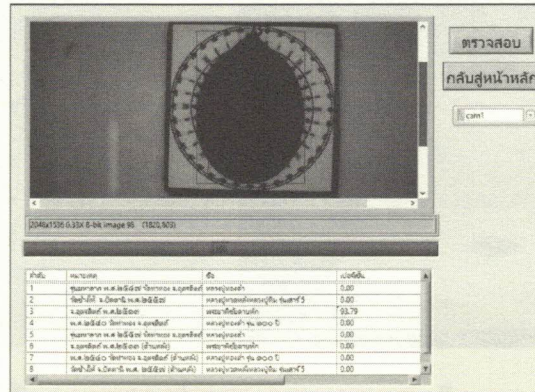


ภาพที่ 5 ผลการทดลองการวิเคราะห์ตรวจจับเส้นสีเหลี่ยม ทั้ง 4 ด้าน

3. ผลการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์ผลหาประสิทธิภาพของการพัฒนาเครื่องตรวจเหรียญพระ

จากการเก็บค่าเหรียญ 4 เหรียญ ทดลองอัลกอริทึมทั้งหมด 4 ครั้ง ต่อ 1 อัลกอริทึม และทดลองทั้งหมด 2 ค่า ได้แก่ Accuracy และ Learning Time ได้ค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 1 เข้ากระบวนการวิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยกระบวนการของ Fisher และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2 และ 3



ภาพที่ 6 หน้าโปรแกรมตรวจจับได้

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ One way Anova โดยวิเคราะห์ว่า Algorithm มีผลต่อ Accuracy กับ Learning Time ด้วยกระบวนการของ Fisher

Algorithm	Accuracy (%)				Learning Time (ms)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
LD	94.932	97.672	87.981	94.343	0.084942	0.069687	0.065131	0.062239
GV	95.653	94.013	92.224	95.279	1.830102	1.452221	1.223682	1.418958
GP	94.283	98.094	89.704	95.434	7.793754	7.171438	6.894068	7.86821

จากการวิเคราะห์ผลทำให้ทราบว่าอัลกอริทึมไม่มีผลต่อ Accuracy เนื่องจาก P-value = 0.945 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จะสรุปได้ว่า อัลกอริทึมไม่มีผลต่อความถูกต้องในการตรวจสอบจากค่า P-Value > 0.005 ดังตาราง 2 แต่ส่งผลต่อ Learning Time เนื่องจาก P-Value = 0.000 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จะสรุปได้ว่า อัลกอริทึมที่สามารถใช้เวลาเรียนรู้ที่น้อยที่สุดคือ LD (Low Discrepancy Sampling) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงตารางผลการวิเคราะห์ Accuracy

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Al	2	0.9866	0.4933	0.05	0.954
Error	9	94.3691	10.4855		
Total	11	95.3557			
Model Summary					
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
3.23813	1.03%	0.00%	0.00%		

ตารางที่ 3 แสดงตารางผลการวิเคราะห์ Learning Time

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F Value	P-Value
Al	2	122.120	61.0599	630.58	0.000
Error	9	0.871	0.0968		
Total	11	122.991			
Model Summary					
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
0.311176	99.29%	99.13%	98.74%		

4. การอภิปรายผลและบทสรุป

จากการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ควบคุมเครื่องตรวจเหรียญพระด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัลได้มีการสอนกระบวนการรู้จำในการประมวลผลของภาพที่ได้จากกล้อง ซึ่งข้อมูลเหรียญพระเหล่านี้จะถูกดึงมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล อยู่ในขอบเขตที่รับได้ การทดสอบการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการพัฒนาเครื่องตรวจเหรียญพระด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล ได้มีการทดลองเก็บค่าเหรียญ 4 เหรียญ ทดลองอัลกอริทึมทั้งหมด 4 ครั้ง ต่อ 1 อัลกอริทึม และเข้ากระบวนการวิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยกระบวนการของ Fisher แล้วนำค่าเฉลี่ยไปวิเคราะห์ค่าสองค่า ได้แก่ Accuracy และ Learning Time ผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าอัลกอริทึมไม่มีผลต่อ Accuracy ในการตรวจสอบหาความถูกต้อง

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพซอฟต์แวร์ควบคุมของเครื่องตรวจเหรียญพระด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล จากการทดสอบหาประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลเพื่อหาค่าเฉลี่ยของความถูกต้อง โดยใช้ อัลกอริทึม Low Discrepancy Sampling (LD) ในการตรวจสอบเหรียญพระทั้งหมด โดยคิดค่าเฉลี่ย

Accuracy (%) ของอัลกอริทึม Low Discrepancy Sampling (LD) ได้ 93.732% และ Learning Time (ms) เป็น 0.071%

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากความเมตตาชี้แนะของอาจารย์ที่ปรึกษาผู้ช่วยศาสตราจารย์ อภิศักดิ์ พรหมฝ่าย และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ดุชนันท์ บุญธรรม และอาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่กรุณาแนะแนวทางสู่ความสำเร็จ คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเอื้อประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และหากเกิดข้อผิดพลาดประการใดผู้จัดทำขอน้อมรับฟังคำชี้แนะจากผู้รู้ทุกท่านและหากเกิดคุณความดีอันใดขึ้นผู้จัดทำขอน้อมรับสักการะแต่ผู้มีพระคุณข้างต้นทุกท่าน ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- ชาญชัย นามพล. (2558). การตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวแดงปนในข้าวขาวโดยวิธีการประมวลผลภาพดิจิทัล. *วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี*, 5(1), 59-71. สืบค้นจาก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/jitubru/article/view/58203>
- ณัฐพล ชัยทวีชานันท์. (2555). การตรวจสอบฝักริมขามหวานเสียโดยวิธีการประมวลผลภาพ. เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สถาบันวิจัยและพัฒนา.
- เตชะวิภาค พิศาล. (1 มกราคม 2562). เขียนพระวิเคราะห้ตลาดพระเครื่อง 2562. *ข่าวสดออนไลน์*. สืบค้นจาก https://www.khaosod.co.th/amulets/news_2015319
- ปฐมพล พักทอง, และพยุ่ง มีสัจ. (2556). การค้นคืนข้อมูลพระเครื่องจากภาพดิจิทัล โดยเทคนิคการสกัดคุณลักษณะและวิธีเพื่อนบ้านใกล้เคียง. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 9(2), 34-40.
- พระเครื่องเมืองอุดรดิตถ์. (2553). สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2562, จาก <http://www.prauttaradit.com>
- ไพโรจน์ คล้ายเพ็ชร. (2556). วิธีการวัดสีแผ่นพิมพ์ธนบัตรด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจสอบคุณภาพงานพิมพ์สีพื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มิตริ์ จานูรักษ์, และวุฒิพงศ์ อารีกุล. (2544). การวัดประชากรเพี้ยนแปลงด้วยการประมวลผลภาพ. *Electrical engineering conference*.
- เว็บพระ. (2562). เหรียญพระยาพิชัยดาบหัก รุ่นแรก ปี 13 “บ.ขาด” บล็อกนิยม. สืบค้นเมื่อ 8 สิงหาคม 2562, จาก <https://www.web-pra.com/shop/jorawis/show/802812>
- K-Me Article. (2562). โครงสร้างอะตอม ตอนที่ 5 แบบจำลองอะตอมของโบห์ร. สืบค้นเมื่อ 8 สิงหาคม 2562, จาก http://www.satriwit3.ac.th/external_newsblog.php?links=1243
- Mallat S. (1996). Wavelets for a vision. *Proceedings of the IEEE*, 84(4), 604-614.
- Specular IBL. (2562). สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2562, จาก <https://learnopengl.com/PBR/IBL/Specular-IBL>