

การพัฒนาวิธีการใหม่ในการกู้คืนหมายเลขทะเบียนที่มีการแก้ไขบนโลหะ AISI 1015

DEVELOPMENT OF A NEW METHOD FOR RESTORATION OF OBLITERATED SERIAL NUMBER ON AISI 1015

เกล็ดนที เวปุลานนท์^{*1} ณัฐธิดา ปานขาน¹ ภาวีตา น้ำใจสุข¹ นฤเบศร์ ว่องปัญจเลิศ¹ สกล จันทร์ขจร²
Klatnatee Vepulanont^{*1} Natthida Pankhan¹ Phaveeta Namjaisuk¹ Narubet Wongpanjalert¹ Sakon
Chankhachon²

^{*1} คณะวิทยาศาสตร์/สังกัดภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

² คณะวิทยาศาสตร์/สังกัดภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

*klatnatee.v@psu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกู้คืนเลขทะเบียนบนระหว่างน้ำยาเคมีและเคมีไฟฟ้า จากการศึกษาปรากฏว่าบางส่วนอาจจะปรากฏชัดขึ้น แต่บางส่วนก็ยังไม่ชัด และบางกรณีไม่สามารถระบุตัวเลขหรือตัวอักษรได้ นอกจากนั้นชิ้นงานตัวอย่างจากเคมีไฟฟ้าจะเกิดความเสียหายจนไม่สามารถทำการวิเคราะห์ต่อไปได้ ทีมวิจัยจึงได้มีการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้กับภาพที่กู้คืน ด้วยวิธีการ Enhancement based on moments จากผลการทดลองพบว่า moment ที่สามให้ภาพผลลัพธ์ที่มีคุณภาพดีที่สุด และเมื่อทดสอบทางสถิติด้วยตัวทดสอบ Z-test ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยความถูกต้องของตัวอักษรหลังการปรับปรุงมีค่ามากกว่าก่อนการปรับปรุงภาพที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นจึงสามารถนำเทคนิคนี้ไปเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาคุณภาพการวิเคราะห์ตรวจสอบเลขทะเบียนได้ทั้งทางด้านปิ่นและยานยนต์

คำสำคัญ: Serial numbers, Image processing, Enhancement based on moments

ABSTRACT

This research is a study and comparison of the efficiency for restoration of obliterated serial numbers between chemical and electrochemical methods. From the results, they appear that some restoration can be seen clearly. But some restorations can be quite vague. A few cases are unsuccessful and have not been able to identify any numbers or letters at all. Additionally, specimens from the electrochemistry will be damaged and unable to be further analyzed. Therefore, the research team has designed and developed an image processing program, to apply to the original images using the Enhancement based on moments method. The results show that the third moment gives the best quality results. And when statistically tested with Z-test, it was found that the mean accuracy of the characters after the improvement was greater than before the image improvement at the confidence level of 95%. Therefore, this technique

วันที่รับบทความ 20 กุมภาพันธ์ 2563

วันที่แก้ไขบทความ 15 มีนาคม 2563

วันที่ตอบรับบทความ 21 มีนาคม 2563

can be used in part, for improving the quality of analysis and inspection of obliterated registration numbers in both guns and vehicles.

Keywords: Serial numbers, Image processing, Enhancement based on moments

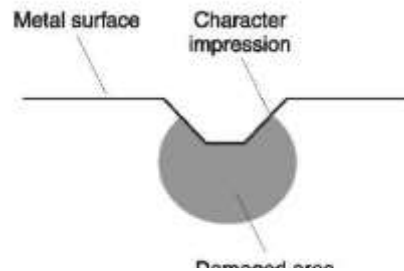
1. บทนำ

ในปัจจุบันอาวุธปืนถูกนำมาใช้ในการก่อคดีอาชญากรรมมากมาย [1] โดยชิ้นส่วนของอาวุธปืนจะมีเลขทะเบียนหรือหมายเลขประจำเครื่อง (Serial number) กำกับทุกชิ้นส่วน เลขทะเบียนปืนเหล่านี้เป็นข้อมูลสำคัญเฉพาะตัวที่บ่งบอกถึงเจ้าของอาวุธปืนและแหล่งที่มาของอาวุธปืน [2,3,4] ทำให้ตำรวจค้นหาที่อยู่และตัวผู้ร้ายได้ง่าย ผู้ร้ายขูดลบเลขทะเบียนปืนออกหรือดัดแปลงตัวเลขชุดใหม่ซ้อนทับตัวเลขชุดเดิมหรือแยกชิ้นส่วนนำไปขายต่อในตลาดมืด เพื่อเป็นการกำจัดหลักฐานและอำพรางคดี ส่งผลให้การสืบค้นหาตัวผู้ร้ายเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการกู้คืนเลขทะเบียนปืนที่ถูกขูดลบหรือถูกทำลายเหล่านี้จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการหาตัวผู้ร้ายมาดำเนินคดีตามกฎหมาย ในทางนิติวิทยาศาสตร์นิยมใช้น้ำยาเคมีในการกู้คืนเลขทะเบียนปืนที่ถูกขูดลบหรือถูกทำลาย โดยจะนิยมใช้น้ำยาเคมีสูตร Fry's reagent มีส่วนผสมดังนี้ CuCl_2 90 กรัม กรด HCl เข้มข้น 120 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร [5] ข้อดีของน้ำยาเคมีคือใช้งานได้สะดวกและรวดเร็ว แต่มีความเป็นพิษต่อตัวผู้ใช้ [6] ในปัจจุบันได้มีการนำเคมีไฟฟ้ามาใช้ในการกู้คืน ซึ่งเคมีไฟฟ้ามีข้อดีคือไม่เป็นพิษต่อตัวผู้ใช้ แต่ต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะและใช้เวลาในการกู้คืนนานกว่าน้ำยาเคมี [7] โดยทั้งสองวิธีนี้ให้ผลการทดลองที่ไม่คงที่ โดยบางครั้งกู้คืนได้บางครั้งกู้คืนไม่ได้ ทำลายชิ้นงานที่เป็นหลักฐาน และไม่สามารถนำชิ้นงานไปทดลองซ้ำได้ จากการทดลองตัวเลขหรือตัวอักษรจะปรากฏประมาณ 5-10 นาที จากนั้นจะลบเลือนไป จึงต้องถ่ายรูปเก็บไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาด้วยการประมวลผลภาพด้วยกล้อง Black-Microscope ที่ออกแบบให้อยู่ในระบบปิด เพื่อให้ภาพที่ได้อยู่ในสภาวะเดียวกันทั้งหมด จากการกู้คืนด้วยน้ำยาเคมีและเคมีไฟฟ้าจะแบ่งผลการกู้คืนได้เป็น 3 กรณี โดยกรณีที่ 1 กู้คืนได้มองเห็นชัดเจน กรณีที่ 2 กู้คืนไม่ได้ และกรณีที่ 3 กู้คืนได้บางส่วน ซึ่งในกรณีที่ 3 มีความผิดพลาดในการอ่านค่าสูง เช่น ตัวเลข 7 อ่านค่าผิดเป็นตัวเลข 1 เป็นต้น ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดต่อรูปคดีได้ ผู้วิจัยจึงนำผลการกู้คืนในกรณีที่ 3 มาปรับปรุง เพื่อให้อ่านค่าได้ง่ายและลดความผิดพลาดในการอ่านค่าเลขทะเบียนปืน

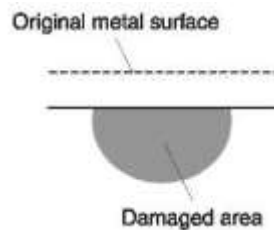
งานวิจัยนี้ได้มีการออกแบบและพัฒนาระบบประมวลผลภาพเพิ่มความคมชัดให้กับภาพ และทำให้ตัวเลขหรือตัวอักษรที่กู้คืนได้บางส่วนอ่านค่าได้ถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น ด้วยวิธีการ Enhancement based on moments จากผลการทดลองพบว่า moment ที่สามให้ภาพผลลัพธ์ที่มีคุณภาพดีที่สุด โดยวิธีนี้ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าค่าของ moments ของตัวอักษรชนิดเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกัน และแตกต่างจากพื้นหลัง ซึ่งจะส่งผลให้ตัวอักษรที่กู้คืนมีความเด่นชัดและสามารถอ่านค่าได้โดยง่าย ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นการนำการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้กับการตรวจพิสูจน์หลักฐาน เพื่อเพิ่มความถูกต้องและแม่นยำในการอ่านค่าเลขทะเบียนปืนและงานพิสูจน์หลักฐานอื่นได้

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในทางนิติวิทยาศาสตร์จะพบเลขทะเบียนที่ถูกขูดลบออก ซึ่งหลักฐานเหล่านี้จะเป็นเบาะแสที่สามารถค้นหาตัวผู้ร้ายได้ แต่ร่องรอยที่หายไปเหล่านี้จะไม่ใช่ทั้งหมดที่ถูกขูดลบ เนื่องจากชั้นบนสุดของวัสดุที่ถูกดัดแปลงตัวอักษรถูกขูดออกไป ยังคงมีตัวอักษรดั้งเดิมหลงเหลืออยู่ แต่ถ้าทำการขูดลบที่ลึกมากพอก็จะทำให้บริเวณที่ได้รับเสียหายเหล่านี้หายไป [8,9]



ภาพที่ 1 บริเวณของโลหะที่เกิดความเสียหายเมื่อตอกตัวอักษร



ภาพที่ 2 บริเวณของโลหะที่มีความเสียหายเหลืออยู่

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกทดลองกู้คืนเลขทะเบียนด้วยน้ำยาเคมีและไฟฟ้าเคมี เนื่องจากเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในทางนิติวิทยาศาสตร์

2.1 การประมวลผลภาพสำหรับการกู้คืนเลขทะเบียนที่ถูกกลบเลือนโดยอาศัยกระบวนการ

Image processing

2.1.3 Image Moments

โมเมนต์ในทางคณิตศาสตร์ คือค่าสเกลาร์หรือหรือจำนวนเชิงซ้อนของ Feature ซึ่งถูกใช้ในการอธิบายลักษณะของฟังก์ชัน [16] สำหรับงานทางด้านการประมวลผลภาพโมเมนต์รูปภาพ (Image Moment) ถูกนำมาใช้แก้ปัญหาทางด้าน Computer Vision โดยเฉพาะ Pattern Recognition [17-20] Image Moment แสดงลักษณะของวัตถุในภาพได้ ทั้งรูปทรงแบบง่ายและซับซ้อน ค่าของ Image Moment ที่มีความคงทน (Invariance) ต่อ TRS (Translation, Rotation, Scaling) ถูกเรียกว่า Invariance Moment

ค่าโมเมนต์ คือค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยเฉพาะและโมเมนต์รูปภาพ คือค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยค่าความเข้มแสงของพิกเซล ซึ่งฟังก์ชันของโมเมนต์ดังกล่าวจะมีคุณสมบัติหรือมีการตีความบางอย่าง โมเมนต์จะถูกใช้เพื่ออธิบายคุณสมบัติของวัตถุที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งและพื้นที่ของรูปภาพ โดยส่วนใหญ่ค่าโมเมนต์จะนำไปใช้ในการระบุว่าเมื่อภาพเกิดการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด กลับภาพ เอียงภาพทำมุม 45 องศา หรือ 90 องศา ดังภาพที่ 3 รูป



ภาพที่ 3 (a) ภาพดั้งเดิม (b) เปลี่ยนตำแหน่ง (c) เปลี่ยนขนาด (d) กลับภาพ (e) เอียงภาพทำมุม 45 องศา (f) เอียงภาพทำมุม 90 องศา

ดังกล่าวยังเป็นภาพเดิมอยู่หรือไม่ แต่ในงานวิจัยนี้ได้นำค่าโมเมนต์ของรูปภาพที่ได้มาแสดงเป็นภาพ โดยวิธีนี้ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าค่าโมเมนต์ของตัวอักษรชนิดเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกัน และแตกต่างจากพื้นหลัง ทำให้สามารถอ่านค่าตัวอักษรได้

สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าโมเมนต์ทั่วไป (General Moment)

สำหรับรูปภาพขนาด $M \times N$ หาค่าโมเมนต์ได้จากสมการดังนี้

$$m_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} x^p y^q f(x, y) \quad (1)$$

เมื่อ $p = 0, 1, 2, \dots$ และ $q = 0, 1, 2, \dots$ ตัวแปร $f(x, y)$ แทนฟังก์ชันรูปภาพที่ตำแหน่ง x, y

$$\mu_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) \quad (2)$$

เมื่อ $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$ และ $\bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$ และกำหนดให้ μ_{pq} แทน central moment

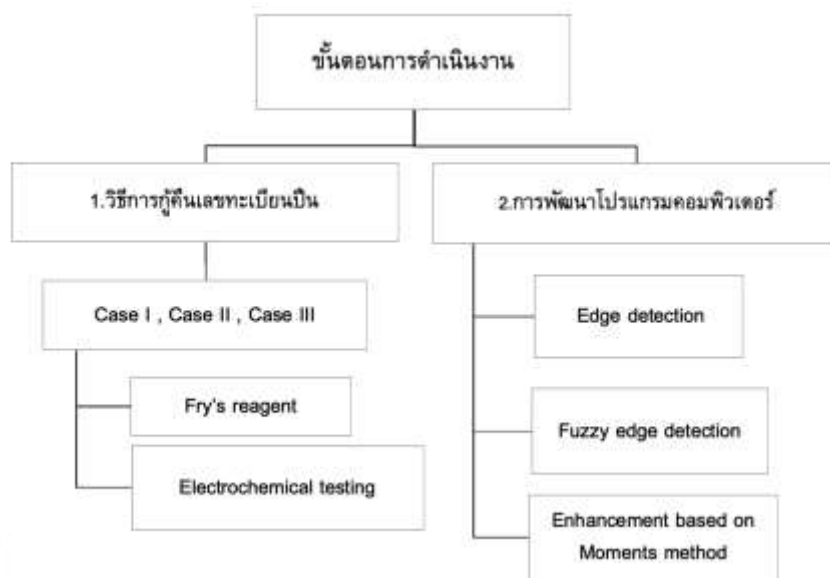
$$\text{และ } \eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^r} \quad \text{แล้ว } r = \frac{p+q}{2} + 1 \quad (3)$$

เมื่อ η_{pq} คือ Normalized Central Moment เพื่อคำนวณ Moment ที่มีความคงทนต่อสัญญาณรบกวน (Noise) เนื่องจากในภาพถ่ายจริงบางครั้งจะมีสัญญาณรบกวนทำให้คุณภาพของภาพถูกลดทอนลง เพื่อแก้ปัญหานี้ Normalized Central Moment ถูกนำมาใช้แทน Central Moment

3. วิธีการวิจัย

3.1 แผนการดำเนินงาน

ในโครงการนี้แบ่งแผนการทดลองออกเป็น 2 ส่วน การทดลองส่วนแรกเป็นการกู้คืนเลขทะเบียนป็น ซึ่งทำการทดลอง 3 กรณี โดยจำลองจากสถานการณ์จริงที่ผู้ร้ายใช้อำพรางคดี กู้คืนด้วยน้ำยาเคมีและเคมีไฟฟ้า ในส่วนที่ 2 เป็นการออกแบบและพัฒนาการประมวลผลภาพเพื่อกู้คืนเลขทะเบียนป็นโดยวิธี Enhancement based on Moments ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงแผนการดำเนินการวิจัย

จากภาพที่ 4 ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการทางเคมีมีข้อจำกัดคือ ตัวอักษรจะปรากฏเพียงช่วงระยะเวลาสั้น ดังนั้นจึงต้องมีการถ่ายภาพไว้เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ภายหลัง แต่อย่างไรก็ตามภาพผลลัพธ์บางครั้งยากแก่การวิเคราะห์ ทางคณะผู้วิจัยจึงนำกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) เพื่อทำให้ตัวอักษรจากภาพผลลัพธ์มีความชัดเจนจนสามารถแยกแยะตัวอักษรได้โดยง่ายและลดความผิดพลาดจากการวิเคราะห์ผลลัพธ์

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมชิ้นงาน

สำหรับงานวิจัยนี้ใช้เหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015 ในการทดลอง โดยตัดชิ้นงานให้มีขนาดความกว้าง 3.50 เซนติเมตร และความยาว 5.00 เซนติเมตร ซึ่งงานวิจัยจะแบ่งเป็น 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 : ดอกหมายเลข + ขูดลบ + กู้คืน

กรณีที่ 2 : ดอกหมายเลข + ขูดลบ + ดอกหมายเลขชุดใหม่ + ขูดลบ + กู้คืน

กรณีที่ 3 : ดอกหมายเลข + ขูดลบ + ทาสี + กู้คืน

หมายเหตุ แต่ละกรณีเป็นการจำลองสถานการณ์จริงที่ผู้ร้ายใช้ในการอำพรางคดี

3.2.2 การกู้คืนด้วยน้ำยาเคมี

สำหรับการกู้คืนด้วยน้ำยาเคมี มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแผ่นชิ้นงานที่ขูดลบหมายเลขออกแล้วมาล้างด้วยอะซิโตน
2. ใช้สำลีก้านยาวจุ่มน้ำยาเคมีที่เตรียมไว้ ปาดบริเวณผิวของชิ้นงานในทางเดียวกันตลอด
3. จับเวลาจนกว่าจะเห็นค่าตัวเลขและถ่ายภาพเก็บไว้ด้วยกล้องดิจิทัลจอไม่โครสโคปมินิ
4. ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

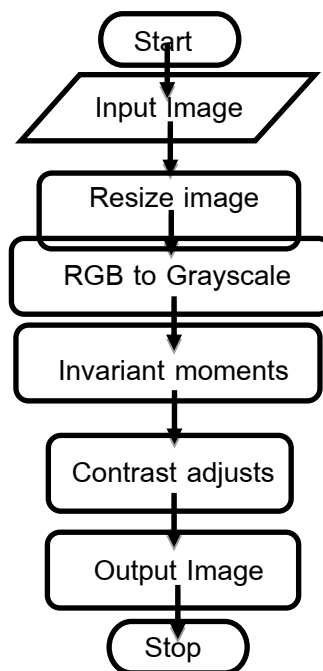
3.2.3 การกู้คืนด้วยไฟฟ้าเคมี

สำหรับการกู้คืนด้วยไฟฟ้าเคมี มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแผ่นชิ้นงานที่ขูดลบหมายเลขออกแล้วมาล้างด้วยอะซิโตน
2. นำสารละลายอิเล็กโทรไลต์ 200 mL ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 mL
3. นำสายไฟปากจระเข้คีบแผ่นชิ้นงานต่อกับขั้วบวก (+) และนำแท่งแกรไฟต์ต่อกับขั้วลบ (-)
4. นำแผ่นชิ้นงานและแท่งแกรไฟต์จุ่มลงในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ จากนั้นปรับค่าศักย์ไฟฟ้าเป็น 6.0 V
5. ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งเป็นเวลา 15 นาที และถ่ายภาพเก็บไว้ด้วยกล้องดิจิทัลจอไม่โครสโคปมินิ

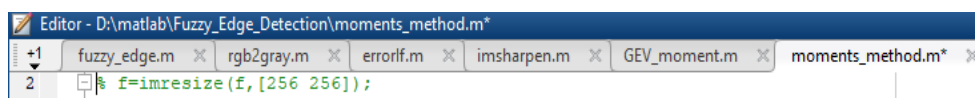
3.2.4 การประมวลผลภาพโดยวิธีการ Enhancement based on Moments

สำหรับการประมวลผลภาพ โดยวิธีการ Enhancement based on Moments เป็นการทำให้ตัวเลขที่สนใจเด่นชัดขึ้นมา ปกติค่า Moments จะใช้ในการระบุวัตถุในภาพเป็นวัตถุเดียวกันหรือไม่ แต่ในงานวิจัยนี้ได้นำค่า Moments มาแสดงเป็นรูปภาพ ด้วยสมมุติฐานที่ว่าค่า Moments ของพื้นหลังและตัวเลขมีค่าต่างกัน มีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ โดยวิธีการ Enhancement based on Moments

1. **Resize image** เป็นขั้นตอนการปรับขนาดของอินพุต เนื่องจากขนาดของอินพุตต้นฉบับมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ต้องใช้เวลานานในการประมวลผล



ภาพที่ 6 Resize image

2. **Invariant moments** เป็นขั้นตอนการกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณค่า moment
Algorithm Invariant moments:
Input: An image I of size M, N
Output: Enhanced image: F

Step 1: Calculate central moment from Equation 2 of image I
 Step 2: Calculate First Central Moment with sum of p and q is 1
 Step 3: Calculate Second Central Moment with sum of p and q is 2
 Step 4: Normalize the moments with Equation 3
 Step 5: Mapping output of Step2-3 into 8-bit image, F

4. ผลการวิจัย

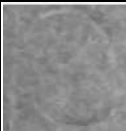
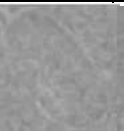
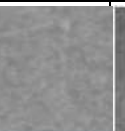
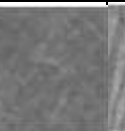
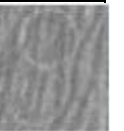
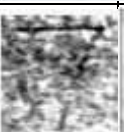
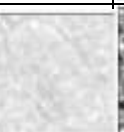
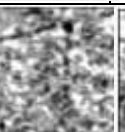
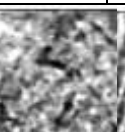
4.1 ผลของการประมวลผลภาพโดยวิธีการ Enhancement based on Moments

ตารางที่ 1 ผลของการประมวลผลภาพโดยวิธีการ Enhancement based on Moments

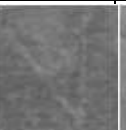
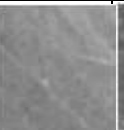
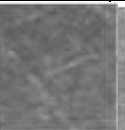
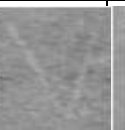
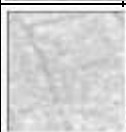
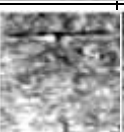
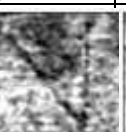
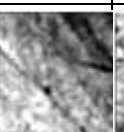
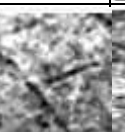
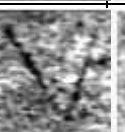
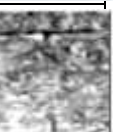
ภาพต้นฉบับ	ผลการกู้คืน	หมายเหตุ
		ตัวอักษรปรากฏชัดเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 1 แสดงผลการประมวลผลภาพโดยวิธีการ Enhancement based on Moments ผลปรากฏว่าตัวอักษรปรากฏชัดเพิ่มขึ้น สามารถอ่านค่าได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 2 ตัวอย่าง การประมวลผลภาพโดยวิธีการ Enhancement based on Moments (ตัวเลข)

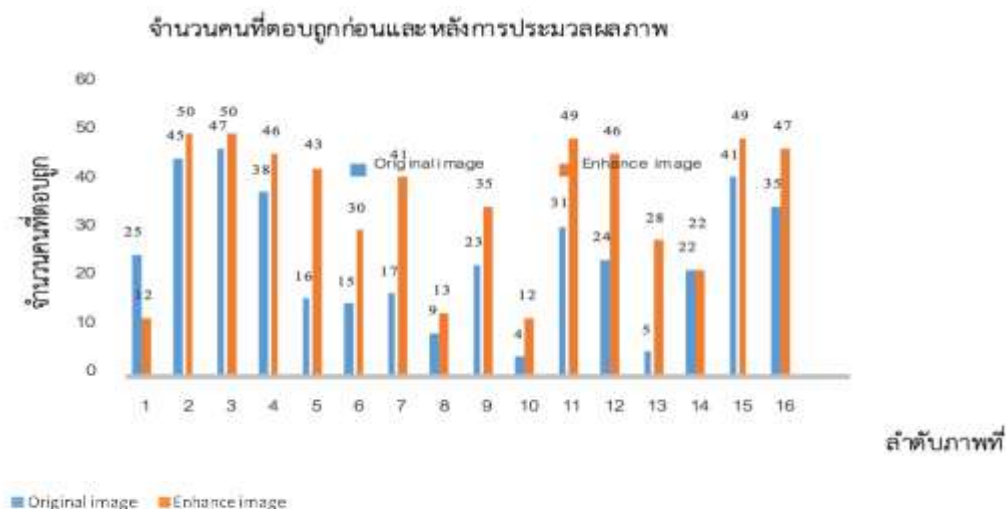
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fact	0	5	7	8	0	7	5	8
ภาพต้นฉบับ								
ภาพหลัง Enhance								

ตารางที่ 3 ตัวอย่าง การประมวลผลภาพโดยวิธีการ Enhancement based on Moments (ตัวอักษร)

	9	10	11	12	13	14	15	16
Fact	F	K	T	V	K	F	V	T
ภาพต้นฉบับ								
ภาพหลัง Enhance								

4.2 การประเมินผลการประมวลผลภาพจากการทำแบบสำรวจ

จากการทำแบบสำรวจนักศึกษาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จำนวน 100 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ทำแบบสำรวจก่อนการปรับปรุงภาพ และกลุ่มที่ 2 ทำแบบสำรวจหลังการปรับปรุงภาพ แสดงผลการสำรวจ ดังกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 แสดงจำนวนคนที่ตอบถูกก่อนและหลังการประมวลผลภาพ

จากกราฟที่ 1 แกน x แสดง จำนวนภาพที่ และแกน y แสดง จำนวนคนที่ตอบถูก ผลปรากฏว่าคนส่วนใหญ่อ่านค่าตัวเลขและตัวอักษรจากภาพหลังการปรับปรุงภาพได้ถูกต้องมากกว่าภาพก่อนการปรับปรุงภาพ

4.2 การประเมินผลการประมวลผลภาพเชิงสถิติ

โครงการนี้ได้ทดสอบเชิงสถิติ ด้วยวิธีการทดสอบสมมติฐานหรือ Hypothesis testing เพื่ออนุมานไปยังประชากรทั้งหมด โดยการตั้งสมมติฐานดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐาน	ยอมรับ H_0	ปฏิเสธ H_0
H_0 เป็นจริง	ตัดสินใจถูกต้อง	Type I Error
H_0 เป็นเท็จ	Type II Error	ตัดสินใจถูกต้อง

- H_0 คือ ค่าเฉลี่ยความถูกต้องหลังปรับปรุงภาพเท่ากับค่าเฉลี่ยความถูกต้องก่อนปรับปรุงภาพ
- H_1 คือ ค่าเฉลี่ยความถูกต้องหลังปรับปรุงภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยความถูกต้องก่อนปรับปรุงภาพ

การคำนวณทางสถิติได้เลือกใช้ตัวทดสอบ Z-test (คำนวณด้วยโปรแกรม matlab) ด้วยคำสั่ง

$[h, p] = ztest(x, 24.81, 13.664, 'Tail', 'right')$

โดยที่ h คือ ผลการทดสอบสมมติฐาน

P คือ P-value

x คือ ชุดข้อมูลหลังการปรับปรุงภาพ

24.81 คือ ค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลก่อนการปรับปรุงภาพ

13.664 คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดข้อมูลก่อนการปรับปรุงภาพ

จากการคำนวณปรากฏว่าผลการทดสอบสมมติฐาน (h) = 1 แสดงว่าเป็นการปฏิเสธ H_0 ดังนั้นค่าเฉลี่ยความถูกต้องของตัวอักษรหลังการปรับปรุงมีค่ามากกว่าก่อนการปรับปรุงภาพ

นำค่า P-value ที่ได้มาทดสอบสมมติฐาน

โดยที่ ถ้าค่า P-value มากกว่า ระดับนัยสำคัญ สมมติฐานจะเป็นเท็จ

และ ถ้าค่า P-value น้อยกว่า ระดับนัยสำคัญ สมมติฐานจะเป็นจริง

จากการคำนวณปรากฏว่าค่า P-value = $6.3901e-04$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นก็คือค่า P-value น้อยกว่า ระดับนัยสำคัญ แสดงว่าสมมติฐานเป็นจริง ดังนั้น จากการทดสอบทางสถิติด้วยตัวทดสอบ Z-test ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยความถูกต้องของตัวอักษรหลังการปรับปรุงมีค่ามากกว่าก่อนการปรับปรุงภาพที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

โครงการนี้ได้ทำการออกแบบและพัฒนาการประมวลผลภาพ (Image-processing application) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเลขทะเบียนปิ่นที่กู้คืนได้ในกรณีที่ตัวอักษรหรือตัวเลขปรากฏเพียงบางส่วน เพื่อเพิ่มความคมชัดให้กับภาพ และเพิ่มความถูกต้องในการอ่านค่า โดยวิธีที่นำมาใช้คือ Enhancement based on Moments จากการทดลองด้วยวิธีการหาขอบภาพไม่สามารถทำให้อ่านค่าตัวเลขหรือตัวอักษรได้ ทางคณะผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีการที่ทำให้ตัวเลขหรือตัวอักษรเด่นชัดขึ้นด้วยวิธี Enhancement based on Moments ซึ่งวิธีนี้โดยปกติจะใช้ค่า moments ในการระบุว่าวัตถุในภาพนั้น ๆ เป็นวัตถุเดียวกันหรือไม่ แต่ในโครงการนี้ได้นำประโยชน์ของค่า moments ของภาพที่ได้มาแสดงเป็นภาพแทน จากผลการทดลองพบว่า moment ให้ภาพผลลัพธ์ที่มีคุณภาพดีที่สุด ซึ่งวิธีนี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าค่าของ moments ของตัวอักษรหรือตัวเลขชนิดเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกัน และแตกต่างจากพื้นหลัง ส่งผลให้ตัวอักษรที่กู้คืนมีความเด่นชัดและสามารถอ่านค่าได้โดยง่าย

5.1 สรุปผลการออกแบบและพัฒนาการประมวลผลภาพสำหรับการกู้คืนเลขทะเบียนปิ่น

วิธี Enhancement based on Moments ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การป้อนข้อมูลรูปภาพเข้าสู่โปรแกรม
- 2) การปรับขนาดข้อมูลรูปภาพ
- 3) การแปลงข้อมูลรูปภาพจาก RGB เป็น Grayscale
- 4) การคำนวณหาค่า Moment ของข้อมูลรูปภาพ (Invariant moments)
- 5) การเพิ่มความชัดให้กับภาพ (Contrast adjust)
- 6) การแสดงข้อมูลรูปภาพ

การปรับปรุงภาพด้วยวิธี Enhancement based on Moments เป็นวิธีที่ทำให้ตัวอักษรหรือตัวเลขเด่นชัดขึ้นมาและสามารถอ่านค่าได้โดยง่าย เมื่อทดสอบทางสถิติด้วยตัวทดสอบ Z-test ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยความถูกต้องของตัวอักษรหลังการปรับปรุงมีค่ามากกว่าก่อนการปรับปรุงภาพที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 จากการกู้คืนด้วยน้ำยาเคมีในบางกรณีลายของหลักปรากฏทับตัวอักษรหรือตัวเลข เมื่อปรับปรุงภาพแล้วลายหลักเด่นชัดกว่าตัวอักษรหรือตัวเลข ทำให้ไม่สามารถอ่านค่าได้

5.2.2 จากการกู้คืนด้วยน้ำยาเคมีตัวอักษรหรือตัวเลขมีค่าความเข้มของแสงใกล้เคียงกับพื้นหลังมาก จึงไม่สามารถใช้วิธีการหาขอบภาพได้

5.2.3 จากการกู้คืนวิธีเคมีไฟฟ้าชิ้นงานตัวอย่างจะเกิดความเสียหายจากกระแสไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถนำมาทำการทดลองในขั้นตอนการประมวลผลภาพโดยใช้วิธี Enhancement based on Moments เปรียบเทียบกับวิธีทางเคมีได้

5.3 งานวิจัยในอนาคต

5.3.1 ด้านการประมวลผล อ้างอิงจากหนังสือของ M. Paluszczek และ S. Thomas (2017) [10] ซึ่งเกี่ยวกับทฤษฎีของ Machine learning และการออกแบบ hidden layer ซึ่งเป็นเทคนิคที่สอนให้คอมพิวเตอร์มีการเรียนรู้ด้วยตัวเองและสามารถระบุค่าที่สนใจได้ ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตที่ทีมผู้วิจัยจึงสนใจที่จะออกแบบ hidden

layer ใน Machine Learning ให้เหมาะสมกับการอ่านค่าตัวเลขหรือตัวอักษร และสามารถระบุค่าได้มีความถูกต้องแม่นยำสูง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดีด้วยความสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รวมไปถึงนักศึกษาและทีมงานวิจัยในห้องปฏิบัติการทุกท่าน

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ข่าวอาชญากรรม. [เว็บไซต์]. จาก https://www.khaosod.co.th/newspaper-column/live-from-the-Scene/news_2011806. (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2562).
- [2] Serial Number คืออะไร S/N. [เว็บไซต์]. จาก <https://www.modify.in.th/19218>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2561).
- [3] ความหมายของเลขทะเบียนปิ่น. [เว็บไซต์]. จาก <http://www.gun.in.th/2010/index.php?topic=42912.0;wap2>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2561).
- [4] Serial Number. [เว็บไซต์]. จาก <http://what-when-how.com/forensic-sciences/serial-number/>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2562).
- [5] Song, Q., 2015, Restoration of obliterated engraved marks on steel surfaces by chemical etching reagent. Forensic Science International 250 (1): 33-36.
- [6] โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลกระทบของระดับความลึกของการตอกเลขหมายทะเบียนบนผิวของโลหะด้วยน้ำยาเคมี. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <http://research.police.go.th/index.php/aboutus/info/infosection98/sec98part5-1/397-serialnumber2560-1/file>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2561).
- [7] ไฟฟ้าเคมี. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก http://www.science.mju.ac.th/chemistry/download/Teacher_training%202011/. (สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2561).
- [8] Serial Number. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <http://what-when-how.com/forensic-sciences/serial-number/>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2562).
- [9] Crystal Pattern Mapping: A New Technique for Restoring Obliterated Serial Numbers. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <https://writersforensicsblog.wordpress.com/2015/05/12/crystal-pattern-mapping-a-new-technique-for-restoring-obliteratedserialnumbers/?fbclid=IwAR25QsjAB2DLGfyk3L0m9vCAW8wfdS RRor4Phv F8aY1EiMebKAYKS4icTkg>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2562).
- [10] M.Paluszek., and S. Thomas., MATLAB Machine Learning, USA, Business Media New York, 2017, p.3-6.
- [11] Azlan, M., Zaili, M., Kuppuswamy, R., and Harun, H. Restoration of engraved marks on steel surface by etching technique. Forensic Science International 2007, 171 (1): 27-32
- [12] Yin, S.H. M., Kuppuswamy, R., and Harun, H., On the sensitivity of some common metallographic reagent to restoring obliterated marks on medium carbon (0.31% C) steel surfaces. Forensic Science International 2009, 183 (1-3): 50-53.
- [13] Kesharwani, R.L., Gupta, A.K., and Hisha, M.K., Development of new reagent for restoration of erased serial number on metal plates. Egyptian Journal of Forensic Science 2013, 3 (1): 26-34.

- [14] Faust, N. L. **Image Enhancement**. Volume 20, Supplement 5 of Encyclopedia of Computer Science and Technology. Ed. A. Kent and J. G. Williams. Marcel Dekker. Inc. New York, 1989.
- [15] Jensen, J. R. **Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective**. 3rd ed. Pearson Prentice Hall. USA, 2005.
- [16] **2D Moment Invariants to Translation, Rotation, and Scaling**. *2D and 3D Image Analysis by Moments*, 2016. 45–94.
- [17] M.K.Hu, **Visual pattern recognition by moment invariants**, IRETrans. Inform. Theory, 1962, vol. 8, pp. 179–187.
- [18] R. Mukundan and K. R. Ramakrishnan, **Moment Functions in Image Analysis: Theory and Application**, Singapore: World Scientific, 1998.
- [19] R. J. Prokop and A. P. Reeves, **A survey of moment-based techniques for unoccluded object Representation and recognition**, in Proc. Computer Vision, Graphics, ImageProcessing Conf., vol.54, Sept. 1992, pp. 438–460.
- [20] Chaumette, F. **Image Moments: A General and Useful Set of Features for Visual Servoing**. *IEEE Transactions on Robotics*, 2004, 20(4), 713–723.