

# การจำแนกคุณภาพการเจียรไนของเพชรทรงกลม รูปทรง Hearth และ Arrow

วีรินทร์ วรศักดิ์อึ้ง<sup>1</sup> และ ศุภวิชญ์ ศุภเสถียร<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Emails: 62070272@kmitl.ac.th, 62070274@kmitl.ac.th

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบจำลองที่ใช้การทำนายคุณภาพการเจียรไนของเพชรทรงกลมรูปทรง Heart และ Arrow การใช้เทคนิคจัดการรูปภาพและข้อมูล เพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการจำแนกคุณภาพการเจียรไนของเพชร

ทางคณะผู้จัดได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลรูปภาพเดิมจากผู้จัดทำโครงการ “การพัฒนาและ ประยุกต์ ใช้เทคนิคการจำแนก รูปภาพเพื่อวิเคราะห์คุณภาพและคุณลักษณะของเพชร” โดยแบ่งเป็นรูปเพชร Heart 450 รูป และ รูปเพชร Arrow 369 รูป ในงานวิจัย ผู้จัดทำได้นำโครงการ “การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคนิคการจำแนกรูปภาพเพื่อวิเคราะห์คุณภาพและคุณลักษณะของเพชร” มาใช้ ปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น โดยการทำการศึกษาเทคนิคจัดการรูปภาพเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการจัดเตรียมข้อมูลในการสร้างแบบจำลองซึ่งประกอบไปด้วยการหาค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างระหว่างพื้นที่ของรูปภาพเพชรแต่ละส่วน การหาค่าความคล้ายกันของรูปภาพเพชรด้วยวิธีการ ORB Feature Matching รวมกับเทคนิคเดิมคือ การหาระยะห่างระหว่างส่วนบนและส่วนล่างของรูปภาพเพชรด้วยวิธีการ Euclidean Distance การหาพื้นที่รูปภาพเพชร และการหาองค์ประกอบของรูปภาพเพชร ซึ่งจะข้อมูลไปสร้างแบบจำลองในการจำแนกคุณภาพการเจียรไนของเพชรทรงกลมรูปทรง Hearth และ Arrow โดยใช้อัลกอริทึม Random forest ,อัลกอริทึม Decision tree ,อัลกอริทึม Support Vector Machines และ อัลกอริทึม K-nearest neighbors ไปวัดประสิทธิภาพ โดยใช้ Cross Validation และจากการทดลองจะพบว่าอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพที่สุด คือ อัลกอริทึม Random forest หลังจากนั้นนำอัลกอริทึม Random forest ไปปรับค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมและทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลอง ผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Heart มีความแม่นยำของการทำนาย Heart อยู่ที่ย้อยละ และ 90.37 ผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Arrow มีความแม่นยำของการทำนายอยู่ที่ย้อยละ 91.89

**คำสำคัญ** – เพชรทรงกลม รูปทรง Hearth และ Arrow; ORB ; Feature Detection and Matching ; Random forest Classifier

## 1. บทนำ

เพชร เป็นอัญมณีรูปแบบหนึ่ง และเป็นอัญมณีที่เป็นที่นิยมนำมาเจียรไนในรูปทรงต่างๆ โดยราคาจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของเพชร คุณภาพการเจียรไนก็มีผลต่อความสวยงาม จึงมีผู้คิดค้นรูปแบบการเจียรไนแบบต่าง ๆ เพื่อให้ได้เพชรที่มีประกายแวววาวสวยงามที่สุด โดยเฉพาะเพชร Heart and Arrow ที่ขึ้นชื่อว่า เป็นเพชรที่ได้รับการเจียรไนสมบูรณ์แบบมากที่สุด โดยรูปทรงหัวใจและลูกศรทั้ง 8 ใน

เพชร Heart and Arrow จะต้องมีความรูปทรงที่เท่ากัน และสามารถมองเห็นได้ชัดเจนหัวใจสมบูรณ์ไม่ขาดแหวนหายไป ตัวลูกศรต้องมองเห็นทั้งส่วนด้านครและหัวศร และจะต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน หัวลูกศรทั้ง 8 จะต้องสัมผัสกับ Girdle (ส่วนขอบเพชร) ถึงจะถือว่าสมบูรณ์

โดยปัจจุบันการจำแนกคุณภาพการเจียรไนของเพชรยังจำเป็นต้องใช้มนุษย์ในการจำแนก ซึ่งผู้ที่จะเป็นคนจำแนกจำเป็นจะต้องมีความรู้และความเชี่ยวชาญเพื่อ

ป้องกันไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด อีกทั้งยังต้องใช้เวลานานและทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นตามไปด้วย

โดยคณะผู้จัดทำได้สนใจในการนำแบบจำลองมาใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพการเจียระไนของเพชรเพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการจำแนกคุณภาพการเจียระไนของเพชร

## 2. การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 เพชร Heart & Arrow

การเจียระไน เป็นศาสตร์ที่ต้องอาศัยความชำนาญและความละเอียดอ่อน ทำให้เพชรมีรูปร่างที่สมมาตรและสวยงาม ซึ่งแพตเทิร์นความสมบูรณ์ของเพชรเกิดขึ้นโดยนักเจียระไนได้ค้นพบลักษณะการเจียระไนเพชรที่สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งเมื่อนำมาส่องด้วยเครื่อง Firescope (เครื่องตรวจสอบคุณภาพเพชร) จะใช้การสะท้อนแสง เพื่อให้สามารถแสดงทิศทางและความเข้มข้นของแสงที่เปล่งออกมา ซึ่งจะเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน โดยลักษณะของเพชรที่เจียระไนได้สมบูรณ์แบบที่สุดมีชื่อเรียกว่า เพชร Heart & Arrow

### 2.2 หลักเกณฑ์ในการดูเพชร Heart and Arrow

ความสมบูรณ์ของ Heart and Arrow ในเพชรแต่ละเม็ดมีความแตกต่างกัน บางเม็ดมีความคมชัดและมีความสมมาตร มีหัวใจ และลูกศร ครบทั้ง 8 ส่วน แต่ในบางเม็ดอาจจะมี หัวใจ และลูกศรที่รูปร่างบิดเบี้ยว ขนาดของ หัวใจ และลูกศร แต่ละส่วนไม่เท่ากัน โดยการจัดกลุ่มของ Heart and Arrow มีดังนี้

ลักษณะของ Heart ประกอบด้วย 4 ลักษณะ ดังนี้

1. Perfectly Symmetrical Hearts คือ กลุ่มหัวใจที่มีความสมบูรณ์ และมีความสมมาตรอยู่ในระดับสูง ขนาดของหัวใจเท่ากันทุกดวงไม่มีดวงไหนบิดเบี้ยว และไม่มีรอย

2. Asymmetrical Hearts คือ กลุ่มหัวใจที่มีความสมบูรณ์ และมีความสมมาตรอยู่ในระดับปานกลาง

3. Irregular Hearts คือ กลุ่มหัวใจที่มีความสมบูรณ์ และมีความสมมาตรอยู่ในระดับต่ำ

4. Broken Hearts คือ กลุ่มหัวใจที่ไม่มีความสมบูรณ์ และไม่มี ความสมมาตร หัวใจมีรอยแตก และขาดหาย ลักษณะของ Arrow ประกอบด้วย 4 ลักษณะ ดังนี้

1. Completely Uniform Arrow คือ กลุ่มลูกศรที่มีความสมบูรณ์ และมีความสมมาตรอยู่ในระดับสูง

2. Incomplete Arrows คือ กลุ่มลูกศรที่มีความสมบูรณ์ มีลูกศรบางดอกบิดเบี้ยว

3. Broken Arrows คือ กลุ่มลูกศรที่มีความสมบูรณ์ และมีความสมมาตรอยู่ในระดับต่ำ ลูกศรบางส่วนขาดหาย

4. Unrecognizable Arrows คือ กลุ่มลูกศรที่ไม่มีความสมบูรณ์ และไม่มี ความสมมาตร ลูกศรหลายส่วนขาดหาย

## 2.3 ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 Shi-Tomasi Corner Detector & Good Features to Track การหามุมของภาพด้วยวิธีแฮร์ริส (The Harris Corner Detector)

Shi-Tomasi Corner Detector คือ ทฤษฎี ที่มีต้นแบบมาจาก Harris Corner Detector แต่จะแตกต่างกันที่ Shi-Tomasi จะมีการ selection criteria ซึ่งจะทำให้การตรวจจับมุมมีประสิทธิภาพดีขึ้น

Harris Corner Detector จะทำการกำหนดเกณฑ์สำหรับการระบุ Interest-points หรือ ตำแหน่งที่อาจจะเป็นขอบ มุม หรือวัตถุที่น่าสนใจ และจะทำการคำนวณองศาสำหรับพิกเซลทั้งหมดจากนั้นจะทำการเปรียบเทียบกับค่าหนึ่ง หากมีค่าองศาสูงกว่าค่า นั้น จุดนั้นจะถูกกำหนดให้เป็นขอบ

2.3.2 Euclidean distance

Euclidean distance คือระยะทางระหว่างจุดสองจุดในแนวเส้นตรงที่มีที่มาจากทฤษฎีบทพีทาโกรัสซึ่งการหาระยะทางระหว่างจุดสามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2} \quad (1)$$

p,q คือตำแหน่งจุดใดๆ n คือจำนวนมิติของข้อมูลโดยที่ถ้าค่า Euclidean distance ที่คำนวณออกมามีค่าเข้าใกล้ศูนย์แสดงว่าตัวแปรทั้ง 2 จุดอยู่ใกล้กัน

2.3.3 Percentage Difference

Percentage Difference คือการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวเลขสองจำนวนด้วยวิธีการคำนวณความแตกต่างระหว่างสองค่าในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ โดยจะใช้ได้ต่อเมื่อเป็นข้อมูลประเภทเดียวกัน โดยสามารถคำนวณ ดังสมการ

$$\text{Percentage Difference} = \frac{|V_1 - V_2|}{(V_1 + V_2) \div 2} \times 100 \quad (2)$$

ซึ่งจะคำนวณโดยการหารค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างตัวเลขสองตัวด้วยค่าเฉลี่ยของตัวเลขสองตัวนั้น

#### 2.3.4 การทำ Feature Detection And Feature Matching

1. Feature Detection เป็นส่วนหนึ่งในด้านคอมพิวเตอร์วิชัน (computer vision) โดยจะทำหน้าที่ในการตรวจจับคุณลักษณะของรูปภาพซึ่งระบบจะทำการตรวจจับจุดที่สนใจ (Interest Point) และจะคำนวณหา Feature Description ซึ่งจะทำการบอกลักษณะเฉพาะของจุดนั้น

2. Feature Matching เป็นส่วนหนึ่งในด้านคอมพิวเตอร์วิชัน (computer vision) โดยจะทำหน้าที่ในการตรวจจับและหาความสอดคล้องกันระหว่างสองรูปภาพโดยหลักการทั่วไปในการหาความสอดคล้องกันของรูปภาพ ระบบจะทำการตรวจจับที่จุดสนใจ (Interest Point) และค่า Feature Description ของรูปภาพแต่ละรูป ขั้นตอนต่อไปคือการสร้างคุณสมบัติเบื้องต้นที่ตรงกันระหว่างรูปภาพเหล่านี้

#### 2.3.5 ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF)

ORB เป็นไลบรารีที่อยู่ใน OPEN CV ซึ่งเป็นการใช้งานร่วมกันระหว่าง FAST keypoint detector และ BRIEF descriptor โดย ORB คืออัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับคุณลักษณะของรูปภาพ โดย ORB จะมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

1. Fast (Features from Accelerated and Segments Test)

Fast คือการตรวจจับจุดที่สนใจ (Key Point) ของรูปภาพ โดยระบบจะทำการกำหนดขึ้นมาโดยจะแทนค่าเป็นจุด P และทำการหา ค่าความเข้ม(intensity) ของจุด P Fast ถ้าหากพิกเซลรอบจุด P มีจำนวน 8 พิกเซลที่มีค่าเป็น อ่อนกว่าจุด P, เข้มกว่าจุด P จุด P จะถูกกำหนดให้เป็นจุดสนใจ (Key Point)

2. Brief (Binary robust independent elementary feature)

หลังจากทำการหาจุดสนใจด้วยวิธีการ Fast แล้ว Brief จะทำการนำจุดสนใจ (Key Point) ที่ได้มาแปลงค่าเพื่อให้สามารถแสดงค่าของคุณลักษณะแต่ละจุดได้ โดยจำทำการแปลงข้อมูลเป็น เวกเตอร์คุณลักษณะไบนารี (Binary features vector แต่ค่า Brief จะไม่แปรผันตามการหมุนของข้อมูล ORB จึงใช้ rBRIEF(Rotation-aware BRIEF) ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพมีมากกว่ากับข้อมูลที่มีการหมุน

#### 2.3.6 แบบจำลอง Random Forest

แบบจำลอง Random Forest เป็นแบบจำลองที่สร้างโมเดลด้วยวิธีการ Decision Tree ขึ้นมาหลายๆโมเดล โดยวิธีการสุ่มตัวแปร แล้วนำผลที่ได้แต่ละโมเดลมารวมกัน พร้อมนับจำนวนผลที่มีจำนวนซ้ำกันมากที่สุดก็ได้ออกมาเป็นผลลัพธ์ ซึ่งข้อดีของวิธีการนี้คือให้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำ และเกิดปัญหา overfitting น้อย

### 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.4.1 งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคนิคการจำแนกรูปภาพเพื่อวิเคราะห์คุณภาพและคุณลักษณะของเพชร

งานวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การจำแนกคุณภาพและคุณลักษณะของเพชร Heart และ Arrow โดยนำวิธีการจัดการภาพ โดยเทคนิคการจัดการรูปภาพเพชรที่ผู้จัดทำงานวิจัยทำ จะประกอบไปด้วย ปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพเพชร การหมุนภาพ การแบ่งส่วนภาพ การหาขอบภาพในวัตถุ และการหามุมของภาพด้วยวิธีการซิโอมิ และนำข้อมูลที่ได้จากการจัดการภาพไปสร้างแบบจำลองในการจำแนกคุณภาพเพชร โดยใช้อัลกอริทึม Decision Tree,

จากการศึกษาและทดลองผู้จัดทำงานวิจัยจะพบว่า แบบจำลองมีค่าความแม่นยำการทำนายลักษณะของรูปเพชร Heart ของแบบจำลองอยู่ที่ ร้อยละ 71.43 ค่า และ ค่าความแม่นยำการทำนายลักษณะของรูปเพชร Arrow ของแบบจำลองอยู่ที่ ร้อยละ 87.21

## 3. บทนำ

### 3.1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูล

1.1 ศึกษาข้อมูลลักษณะของเพชรและการวัดคุณภาพของเพชร

ในขั้นตอนนี้คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ เพชรรูปทรงต่างๆ การประเมินคุณภาพของเพชร รวมไปถึงการศึกษาโครงการ “ การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคนิคการจำแนกรูปภาพเพื่อวิเคราะห์คุณภาพและคุณลักษณะของเพชร”เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น

1.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายผล

ในขั้นตอนนี้คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ แบบจำลองต่างๆ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการทำนายของข้อมูลให้ดียิ่งขึ้น

### 3.2. รวบรวมข้อมูล

รูปภาพเพชรบางส่วนได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจากผู้จัดทำโครงการ “ การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคนิคการจำแนกรูปภาพเพื่อวิเคราะห์คุณภาพและคุณลักษณะของเพชร ” โดยแบ่งเป็นรูปเพชร Heart 450 รูป และ รูปเพชร Arrow 369 รูป

### 3.3. วิเคราะห์และจัดเตรียมข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ผู้จัดทำได้ทำใช้วิธีการจัดการรูปภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการทำแบบจำลองเพื่อจำแนกคุณภาพการเจียระไนของเพชร Heart และ Arrow โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การแบ่งภาพ
2. การหาพื้นที่รูปภาพเพชร Heart และ Arrow
3. การหาพิกัดมุมของรูปภาพเพชรด้วยวิธีการ Shi-Tomasi Corner Detector & Good Features to Track
4. การหาองค์ประกอบของรูปภาพเพชร
5. การหาระยะห่างระหว่างส่วนบนและส่วนล่างของรูปภาพเพชรด้วยวิธีการ Euclidean Distance
6. การหาค่าความคล้ายกันของรูปภาพเพชรด้วยวิธีการ ORB Feature Matching
7. การหาค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างระหว่างพื้นที่ของรูปภาพเพชรแต่ละส่วน

### 3.4. สร้างแบบจำลองสำหรับจำแนกเพชร

ในขั้นตอนนี้ คณะผู้จัดทำจะนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์และนำไปสร้างแบบจำลอง โดยเลือกใช้วิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบ Classification ตัวอัลกอริทึม Random forest ,อัลกอริทึม Decision tree ,อัลกอริทึม Support Vector Machines และ อัลกอริทึม K-nearest neighbors

### 3.5. ประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองและผลลัพธ์

ในขั้นตอนนี้จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองไปวัดประสิทธิภาพ โดยใช้ Cross Validation เปรียบเทียบแบบจำลอง โดยเลือกแบบจำลองที่ได้ประสิทธิภาพดีที่สุด

## 4. ผลการดำเนินงานเบื้องต้น

### 4.1 รวบรวมข้อมูล

รวบรวมรูปภาพโดยใช้รูปภาพจากโครงการ “การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคนิคการจำแนกรูปภาพเพื่อวิเคราะห์คุณภาพและคุณลักษณะของเพชร ” จำนวน Heart และ

Arrow จำนวน 819 รูป โดยแต่ละแบบสามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

เพชร Heart จำนวนทั้งหมด 450 รูป ประกอบด้วย

- รูปภาพ Heart ที่มีลักษณะแบบ Perfectly Symmetrical จำนวน 150 รูป
- รูปภาพ Heart ที่มีลักษณะแบบ Asymmetrical จำนวน 100 รูป
- รูปภาพ Heart ที่มีลักษณะแบบ Irregular จำนวน 100 รูป
- รูปภาพ Heart ที่มีลักษณะแบบ Broken จำนวน 100 รูป

เพชร Arrow จำนวนทั้งหมด 369 รูป ประกอบด้วย

- รูปภาพ Arrow ที่มีลักษณะแบบ Complete จำนวน 200 รูป
- รูปภาพ Arrow ที่มีลักษณะแบบ Incomplete จำนวน 60 รูป
- รูปภาพ Arrow ที่มีลักษณะแบบ Broken จำนวน 57 รูป
- รูปภาพ Arrow ที่มีลักษณะแบบ Unrecognizable จำนวน 52 รูป

### 4.2 วิเคราะห์และจัดเตรียมข้อมูล

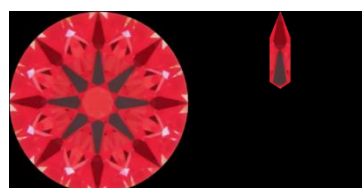
ในขั้นตอนนี้ผู้จัดทำได้ทำใช้วิธีการจัดการรูปภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการทำแบบจำลองเพื่อจำแนกคุณภาพการเจียระไนของเพชร Heart และ Arrow

#### 4.2.1 การแบ่งภาพ

ในขั้นตอนนี้จะนำรูปภาพเพชร Heart และ Arrow มาแบ่งส่วน ซึ่งจะแบ่งตามจำนวนของรูปหัวใจ หรือ รูปลูกศร ที่อยู่ในเพชรโดยจะทำการตัดภาพเพชรออกเป็น 8 รูป



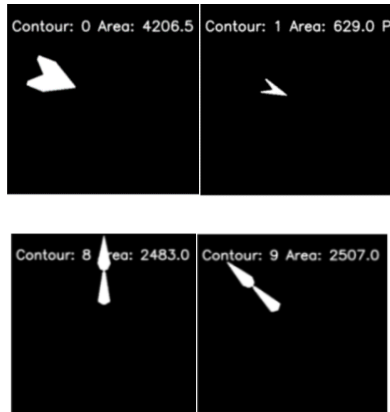
รูปที่ 1 ตัวอย่างการแบ่งส่วนรูปภาพเพชร Heart



รูปที่ 2 ตัวอย่างการแบ่งส่วนรูปภาพเพชร Arrow

#### 4.2.2 การหาพื้นที่ของรูปภาพเพชร Heart และ Arrow

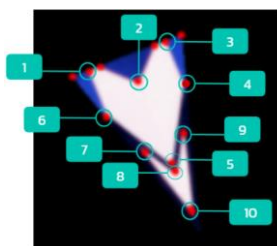
นำรูปภาพเพชรที่ได้จากการแบ่งภาพมาตรวจจับรูปทรง Heart และ Arrow ที่อยู่ในรูปภาพเพชร โดยจะนำไปใช้หาพื้นที่ของเพชรแต่ละส่วน



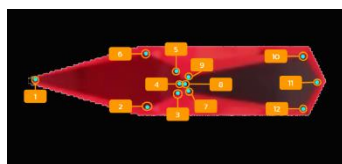
รูปที่ 3 ตัวอย่างการหาพื้นที่ของรูปภาพเพชร Heart และ Arrow

#### 4.2.3 การหาพิกัดมุมของรูปภาพเพชรด้วยวิธีการ Shi-Tomasi Corner Detector & Good Features to Track

นำรูปภาพเพชรที่ได้จากการแบ่งภาพมาหาพิกัดมุมของวัตถุในรูปภาพโดยนำ Shi-Tomasi Corner Detector & Good Features to Track มาใช้ในการหาพิกัดมุมของวัตถุในรูปภาพเพชร โดยรูปภาพเพชร Heart จะเก็บข้อมูลพิกัดของมุมในรูปภาพจำนวน 10 พิกัดจาก ดังรูปที่ 4 และ รูปภาพเพชร Arrow จะเก็บข้อมูลพิกัดของมุมในรูปภาพจำนวน 12 พิกัด ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 ตัวอย่างในการกำหนดตำแหน่งของพิกัดในแต่ละมุมของภาพ Heart



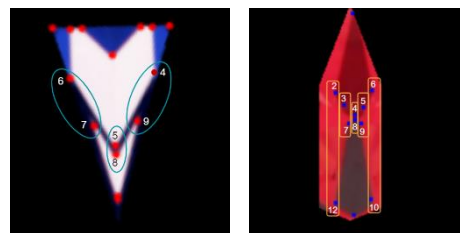
รูปที่ 5 ตัวอย่างในการกำหนดตำแหน่งของพิกัดในแต่ละมุมของภาพ Arrow

#### 4.2.4 การหาองศาของรูปภาพเพชร

นำพิกัดมุมของรูปภาพเพชรแต่ละส่วนของเพชรโดยรูปภาพเพชร Heart จะใช้พิกัดตำแหน่งที่ 2 และพิกัดกึ่งกลางของรูปภาพ ดังรูปที่ 5 รูปภาพเพชร Arrow จะใช้พิกัดตำแหน่งที่ 1 และพิกัดกึ่งกลางของรูปภาพ ดังรูปที่ 6 เพื่อนำไปใช้หาองศาของเพชร

#### 4.2.5 การหาระยะห่างระหว่างส่วนบนและส่วนล่างของรูปภาพเพชรด้วยวิธีการ Euclidean Distance

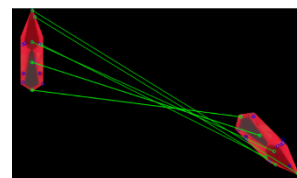
นำพิกัดมุมของรูปภาพเพชรแต่ละส่วนของเพชร ไปใช้หาระยะห่างระหว่างส่วนบนและส่วนล่างของรูปภาพเพชรด้วยวิธีการ Euclidean Distance โดยรูปภาพเพชร Heart จะหาระยะห่างระหว่างพิกัดตำแหน่งที่ 6 กับ 7 ตำแหน่งที่ 5 กับ 8 และตำแหน่งที่ 4 กับ 9 รูปภาพเพชร Arrow จะหาระยะห่างระหว่างพิกัดตำแหน่งที่ 2 กับ 12 ตำแหน่งที่ 3 กับ 7 ตำแหน่งที่ 4 กับ 8 ตำแหน่งที่ 5 กับ 9 และตำแหน่งที่ 6 กับ 10 ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตำแหน่งที่ใช้หาระยะห่างระหว่างส่วนบนและส่วนล่างของรูป Heart และ Arrow

#### 4.2.6 การหาค่าความคล้ายกันของรูปภาพเพชรด้วยวิธีการ ORB Feature Matching

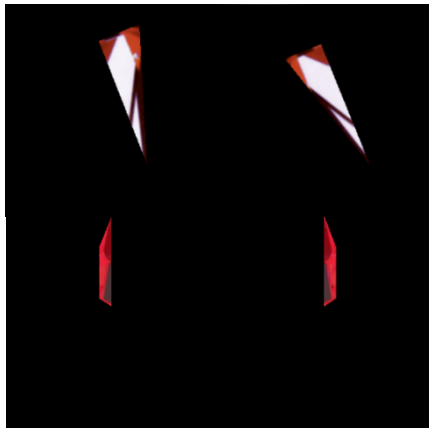
นำรูปภาพเพชรที่ได้จากการแบ่งภาพมาเปรียบเทียบกับวิธีการ ORB Feature Matching เพื่อนำไปหาค่าความคล้ายกันของรูปภาพเพชรแต่ละส่วน ดังรูปที่ 7 โดยจะทำการเปรียบเทียบกับรูปภาพเพชรแต่ละส่วนจำนวน 8 รูป ซึ่งจะได้ค่าความคล้ายกันของรูปภาพเพชร 1 รูปจะคิดโดยการนำค่าความคล้ายกันของรูปภาพเพชรทุกส่วนมาหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 7 ตัวอย่างการเปรียบเทียบรูปภาพเพชรเพื่อหาค่าความคล้ายกันของรูปภาพเพชร

#### 4.2.7 การหาค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างระหว่างพื้นที่ของรูปภาพเพชรแต่ละส่วน

นำรูปภาพเพชรแต่ละส่วนมาทำการตัดแบ่งครึ่งรูปภาพเพชร ดังรูปที่ 8 เพื่อทำการหาค่าพื้นที่ของเพชรแต่ละครึ่ง จากนั้นนำค่าพื้นที่ที่ได้ไปคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนต่าง (Percentage Difference) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความต่างกันของรูปภาพเพชรแต่ละส่วนซึ่งจะคิดจากการนำค่าเปอร์เซ็นต์ความต่างของรูปภาพเพชรทุกส่วนมาหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 8 ตัวอย่างรูปภาพเพชร Heart และ Arrow หลังทำการตัดแบ่งครึ่ง

#### 4.3 การสร้างแบบจำลอง

##### 1. รวบรวมข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และจัดเตรียมข้อมูลมาสร้างแบบจำลอง

สำหรับแบบจำลองของรูปเพชร Heart กำหนด Features (X) และ Target (y) โดย Features ประกอบด้วย area1, area2, area3, area4, area5, area6, area7, area8, angle1, angle2, angle3, angle4, angle5, angle6, angle7, angle8, avg\_dist1, avg\_dist2, avg\_dist3, similarity, Percent\_Difference และมี Target คือ class ที่ใช้บอกลักษณะของรูปภาพเพชร ได้แก่ Symmetrical, Asymmetrical, Irregular และ Broken

สำหรับแบบจำลองของรูปเพชร Arrow กำหนด Features (X) และ Target (y) โดย Features ประกอบด้วย area1, area2, area3, area4, area5, area6, area7, area8, angle1, angle2, angle3, angle4, angle5, angle6, angle7, angle8, avg\_dist1, avg\_dist2, avg\_dist3, avg\_dist4, avg\_dist5, similarity, Percent\_Difference และมี Target คือ class

ที่ใช้บอกลักษณะของรูปภาพเพชร ได้แก่ Complete, Incomplete, Broken และ Unrecognizable

##### 2. สร้างแบบจำลอง

ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นชุดเรียนรู้ (Train) 80% และชุดทดสอบ (Test) 20% โดยกำหนด random\_state = 11 ทำการแบ่งข้อมูลด้วยวิธี K-Fold Cross Validation โดยกำหนดจำนวนทั้งหมด 20 ส่วน (n\_splits=20) หลังจากนั้นสร้างแบบจำลองที่ใช้ทำนายทั้งหมด 2 แบบจำลอง ประกอบด้วย แบบจำลองที่ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Heart และแบบจำลองที่ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Arrow โดยจะใช้ใช้อัลกอริทึมทั้งหมด 4 อัลกอริทึม ประกอบด้วยอัลกอริทึม Random forest นำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์กับอัลกอริทึม Decision tree อัลกอริทึม Support Vector Machines และ อัลกอริทึม K-nearest neighbors โดยการใช้วิธี Cross Validation เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลอง

##### 3. ประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

แบบจำลองในการจำแนกคุณภาพการเจียระไนของเพชรทรงกลมรูปทรง Heart และ Arrow โดยใช้ อัลกอริทึม Random forest ,อัลกอริทึม Decision tree , อัลกอริทึม Support Vector Machines และ อัลกอริทึม K-nearest neighbors ไปวัดประสิทธิภาพ โดยใช้ Cross Validation และจะพบว่าอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพที่สุด คือ อัลกอริทึม Random forest หลังจากนั้นนำอัลกอริทึม Random forest ไปปรับค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสม ผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Heart มีความแม่นยำของการทำนาย Heart อยู่ที่ร้อยละ และ 90.37

ผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Arrow มีความแม่นยำของการทำนายอยู่ที่ร้อยละ 91.89

**ตารางที่ 1** เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Heart และ รูปเพชร Arrow

| ค่าประสิทธิภาพแบบจำลอง | เพชรรูปทรง Heart | เพชรรูปทรง Arrow |
|------------------------|------------------|------------------|
| Accuracy               | 90.37            | 91.89            |
| precision              | 88               | 87               |
| recall                 | 88               | 86               |
| f1-score               | 88               | 86               |

และจะทำการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของแบบจำลอง ก่อนนำมาพัฒนาและปรับปรุงจากโครงงาน“ การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคนิคการจำแนกรูปภาพเพื่อวิเคราะห์คุณภาพ และคุณลักษณะของเพชร” ที่ซึ่งใช้เทคนิคการจัดการรูปภาพ เดิม ประกอบด้วย ด้วย การหมุนภาพ การแบ่งส่วนภาพ การหาขอบภาพในวัตถุ และ การหามุมของภาพด้วยวิธีการซิโหมิ กับค่าประสิทธิภาพแบบจำลองที่นำมาพัฒนาและปรับปรุง โดยการเพิ่มเทคนิคการจัดการรูปภาพและข้อมูล คือการหาค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างระหว่างพื้นที่ของรูปภาพเพชรแต่ละส่วน และการหาค่าความคล้ายกันของรูปภาพเพชรด้วยวิธีการ ORB Feature Matching แบบจำลองก่อนนำมาปรับปรุงและพัฒนาจะใช้อัลกอริทึม Decision Tree ในการสร้างแบบจำลอง โดยมีค่าความแม่นยำการทำนายลักษณะของรูปเพชร Heart ของแบบจำลองอยู่ที่ ร้อยละ 71.43 ค่า Precision อยู่ที่ร้อยละ 69 ค่า Recall อยู่ที่ร้อยละ 69 และค่า F-1 Score อยู่ที่ร้อยละ 69 และ ค่าความแม่นยำการทำนายลักษณะของรูปเพชร Arrow ของแบบจำลองอยู่ที่ ร้อยละ 87.21 ค่า Precision อยู่ที่ร้อยละ 82 ค่า Recall อยู่ที่ร้อยละ 81 และค่า F-1 Score อยู่ที่ร้อยละ 81

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Heart

| ค่าประสิทธิภาพ<br>แบบจำลอง | ก่อนทำการ<br>พัฒนาและ<br>ปรับปรุง | หลังทำการ<br>พัฒนาและ<br>ปรับปรุง |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Accuracy                   | 71.43                             | 90.37                             |
| precision                  | 69                                | 88                                |
| recall                     | 69                                | 88                                |
| f1-score                   | 69                                | 88                                |

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Heart

| ค่าประสิทธิภาพ<br>แบบจำลอง | ก่อนทำการ<br>พัฒนาและ<br>ปรับปรุง | หลังทำการ<br>พัฒนาและ<br>ปรับปรุง |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Accuracy                   | 87.21                             | 91.89                             |
| precision                  | 82                                | 87                                |
| recall                     | 81                                | 86                                |
| f1-score                   | 71                                | 86                                |

จากตารางที่ 2 และ 3 จะพบว่าแบบจำลอง ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Heart ที่ผู้จัดทำนำมาปรับปรุงและพัฒนาโดยการเพิ่มเทคนิคการจัดการรูปภาพและข้อมูลมีค่าความแม่นยำร้อยละ 90.37 และแบบจำลอง ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Arrow มีค่าความแม่นยำร้อยละ 91.89 ซึ่งมีความสูงกว่าแบบจำลองเดิม ซึ่งแสดงว่าแบบจำลองที่ได้ทำการพัฒนาและปรับปรุงนั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบจำลองเดิม

5. สรุปผลการดำเนินงาน

ผู้จัดทำได้ทำการศึกษางานวิจัยเรื่องการนำข้อมูลจากโครงงาน “ การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคนิคการจำแนกรูปภาพเพื่อวิเคราะห์คุณภาพและคุณลักษณะของเพชร” มาปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงแบบจำลองเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น โดยผู้จัดทำได้ทำการรวบรวมข้อมูลรูปภาพเพชรทรงกลมทั้งหมด 819 โดยแบ่งเป็นรูปเพชร Heart 450 รูป ได้รูปเพชรที่มีลักษณะเป็น Arrow ทั้งหมด 369 รูป และทำการศึกษาเทคนิคจัดการรูปภาพเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการจัดเตรียมข้อมูลในการสร้างแบบจำลองซึ่งประกอบไปด้วย การหาค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างระหว่างพื้นที่ของรูปภาพเพชรแต่ละส่วน การหาค่าความคล้ายกันของรูปภาพเพชรด้วยวิธีการ ORB Feature Matching รวมกับเทคนิคเดิมคือ การหาระยะทางระหว่างส่วนบนและส่วนล่างของรูปภาพเพชรด้วยวิธีการ Euclidean Distance การหาพื้นที่รูปภาพเพชร และการหาองศาของรูปภาพเพชร ซึ่งจะนำข้อมูลไปสร้างแบบจำลองในการจำแนกคุณภาพการเจียรไนของเพชรทรงกลมรูปทรง Hearth และ Arrow โดยใช้อัลกอริทึม Random

forest ,อัลกอริทึม Decision tree ,อัลกอริทึม Support Vector Machines และ อัลกอริทึม K-nearest neighbors ไปวัดประสิทธิภาพ โดยใช้ Cross Validation และจะพบว่า อัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพที่สุด คือ อัลกอริทึม Random forest หลังจากนั้นนำอัลกอริทึม Random forest ไปปรับค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมและทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองกับแบบจำลองเดิม พบว่าแบบจำลองที่ทำการพัฒนาและปรับปรุงมีค่ามากกว่า ซึ่งแสดงว่าแบบจำลองที่ได้ทำการพัฒนาและปรับปรุงนั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบจำลองเดิม โดยผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Heart มีความแม่นยำของการทำนาย Heart อยู่ที่ย่อยละ และ 90.37 ผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ใช้ทำนายลักษณะของรูปเพชร Arrow มีความแม่นยำของการทำนายอยู่ที่ย่อยละ 91.89

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Caeli Jewelry. “Hearts & Arrows คืออะไรกันแน่ แล้วเราจะมองเห็นมันได้อย่างไร?”[Online]  
Available :<https://caelijewelry.com/deep-knowledge/diamond/heart-and-arrow-ha/>.  
(วันที่สืบค้น: 8 มีนาคม 2565)
- [2] whiteflash. “How Are Hearts And Arrows Diamonds Graded??”[Online]  
Available:<https://www.whiteflash.com/diamond-education/how-are-hearts-arrows>  
(วันที่สืบค้น: 8 มีนาคม 2565)
- [3] wikipedia “Euclidean distance”[Online]  
Available:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean\\_distance](https://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_distance) (วันที่สืบค้น: 6 เมษายน 2565)
- [4] Haydar Abdulameer Kadhim, Waleed Abdullah Araheemah. “A method to improve corner detectors (Harris, Shi-Tomasi & FAST)”
- [5] cuemath “Percent Difference”[Online]  
Available :  
<https://www.cuemath.com/commercial-math/percent-difference/>  
(วันที่สืบค้น: 6 เมษายน 2565)
- [6] medium. “Introduction To Feature Detection And Matching”[Online]  
Available :<https://medium.com/introduction-to-feature-detection-and-matching>  
(วันที่สืบค้น: 6 เมษายน 2565)
- [7] sanook. “ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF)”[Online]  
Available :<https://medium.com/data-breach/introduction-to-orb>  
(วันที่สืบค้น: 6 เมษายน 2565)
- [8] รัชชยา ตาปะสี, สิดาพร น้ำจันทร์ “การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคนิคการจำแนกรูปภาพเพื่อวิเคราะห์คุณภาพและคุณลักษณะของเพชร”  
สาขาวิชาวิทยาการข้อมูลและการวิเคราะห์เชิงธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2564