

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการใส่ลายน้ำเพื่อป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์รูปภาพที่สามารถฝังบิตข้อมูลได้เป็นจำนวนมากและในขณะเดียวกันก็ปลอดภัยต่อการแอบอ้างสิทธิ์ในรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้วิธีการใส่ลายน้ำสองแบบร่วมกัน คือ การใส่ลายน้ำแบบไม่บอดหรือแบบที่ต้องใช้รูปต้นฉบับในการตรวจจับเพื่อฝังข้อมูลลิขสิทธิ์ความยาวมาก ๆ และการใส่ลายน้ำแบบบอดหรือแบบที่ไม่ใช้รูปต้นฉบับในการตรวจจับซึ่งถูกนำเข้ามาใช้เพื่อป้องกันการแอบอ้างรูปต้นฉบับปลอม ทั้งนี้ได้อาศัยแนวคิดของ hash function ร่วมด้วย โดยได้ศึกษาในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. หาวิธีการใช้เทคนิคการใส่ลายน้ำแบบบอดและแบบไม่บอดร่วมกันเพื่อป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์รูปภาพ
2. หาช่วงสัมประสิทธิ์และความเข้มของลายน้ำของวิธีการใส่ลายน้ำทั้งสองแบบสำหรับแต่ละรูปทดสอบ ได้แก่ Lena, Boat, Baboon และ Cameraman
3. ทดสอบความทนทานต่อการประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ เพื่อหาว่าสามารถฝังลายน้ำได้สูงสุดกี่บิตโดยกำหนดให้มี BER ไม่เกิน 1×10^{-3} ดังต่อไปนี้

การทดสอบความทนทาน	ภาพที่ทดสอบ
JPEG ที่ Quality Factor 80	Lena, Baboon, Cameraman, Boat
Median Filtering	Lena
ใส่สัญญาณรบกวนแบบเกาส์	Lena
Histogram Equalization	Lena
ตัดรูปออกบางส่วน	Lena
JPEG ที่ Quality Factor 80 แล้วตัดรูปออกบางส่วน	Lena

หากเปรียบเทียบจำนวนบิตข้อมูลที่ฝังลงไปในการได้ระหว่างการใส่เทคนิคการใส่ลายน้ำสองแบบร่วมกันนี้กับวิธีการใส่ลายน้ำแบบบอดเมื่อรูปทดสอบถูกนำไปบีบอัดแบบ JPEG ที่ Quality Factor 80 จะพบว่า สามารถใส่ข้อมูลได้ในปริมาณที่สูงกว่ามากในระดับของอัตราความผิดพลาดในการตรวจจับ (BER) และระดับการมองเห็นเดียวกัน เนื่องจากวิธีการใส่

ลายน้ำแบบบอดจะใช้การประมาณรูปต้นฉบับซึ่งอาจกำจัดข้อมูลสำคัญของภาพซึ่งมีลายน้ำฝังอยู่ไปทำให้รูปต้นฉบับที่ประมาณได้มีความผิดพลาดจึงทำให้ตรวจจับลายน้ำได้ผิดพลาดมากขึ้น

เมื่อพิจารณาการทดสอบความทนทานแบบอื่น ๆ โดยกำหนดให้ฝังลายน้ำในภาพ Lena จากผลการทดสอบเมื่อพิจารณาจากภาพที่ผ่านการทดสอบความทนทานและภาพขยายจะเห็นแนวโน้มว่าเมื่อภาพที่ใส่ลายน้ำได้ถูกเปลี่ยนแปลงให้ต่างจากภาพเดิมมากขึ้นก็จะทำให้บิตของข้อมูลที่ใส่ได้นั้นมีจำนวนน้อยลง เช่น กรณีการใส่สัญญาณรบกวนแบบเกาส์ หรือการทำ Median Filtering ที่ดูจากภาพขยายจะเห็นว่าจุดภาพนั้นเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างมากจนสังเกตได้ โดยเฉพาะในกรณีของ Median Filtering นั้นวิธีการใส่ลายน้ำที่เสนอสามารถฝังบิตข้อมูลได้น้อยกว่าวิธีการใส่ลายน้ำแบบบอด ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการใช้รูปต้นฉบับในการตรวจจับลายน้ำทำให้การแก้ไขความผิดพลาดโดยเทคนิคการเข้ารหัสที่ใช้ไม่มีประสิทธิภาพเท่ากับการใช้การประมาณรูปต้นฉบับจากรูปที่นำไปผ่าน Median filter แล้ว และนอกจากนี้วิธีการใส่ลายน้ำในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบโดยหาช่วงสัมประสิทธิ์ในการใส่ลายน้ำที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการบีบอัดภาพแบบ JPEG จึงอาจทำให้ใส่ลายน้ำได้น้อยอย่างชัดเจนในการประมวลผลภาพแบบอื่น

งานวิจัยนี้ได้พยายามหาวิธีการใส่ลายน้ำซึ่งมีความปลอดภัยและผู้ที่ฝังลายน้ำอยู่ในรูปภาพสามารถอ้างสิทธิ์ความเป็นเจ้าของในรูปนั้นได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนปริมาณบิตข้อมูลที่ใส่ได้ในภาพเมื่อทำการทดสอบความทนทานแบบต่าง ๆ จะมีค่ามากได้เท่าไรเป็นเรื่องที่สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นกว่านี้ได้อีก ปัญหาที่เกิดจากการทำงานคือการหาระดับการมองเห็นที่ใช้ในการบอกว่าควรจะมีลายน้ำลงไปได้แรงมากที่สุดเท่าไรจึงจะเหมาะสม ซึ่งปัญหานี้ยังเป็นปัญหาที่พบในงานวิจัยเรื่องการใส่ลายน้ำในขณะนี้ โดยในงานวิจัยได้พยายามกำหนดให้ระดับการมองเห็นของลายน้ำที่ฝังเท่ากันในแต่ละรูปโดยใช้โปรแกรมของ Girod ซึ่งจะบอกจุดที่เสียของภาพที่ฝังลายน้ำทำให้สามารถใช้จำนวนจุดเหล่านี้มากำหนดระดับการมองเห็นได้

เทคนิคการใส่ลายน้ำโดยใช้สองวิธีร่วมกันนี้ สามารถป้องกันการแอบอ้างสิทธิ์ในรูปที่ใส่ลายน้ำได้และสามารถใส่ข้อมูลได้เป็นจำนวนมากเมื่อรูปนั้นถูกนำไปผ่านการประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะ JPEG ที่ Quality Factor 80 แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากช่วงสัมประสิทธิ์หาไว้สำหรับการทดสอบความทนทานกับ JPEG เท่านั้นจึงให้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจเท่าใดนักในการประมวลผลภาพบางวิธี เช่น Median Filtering และใช้เวลานานเนื่องจากใช้การใส่ลายน้ำร่วมกันสองวิธีรวมทั้งใช้การเข้ารหัสเพื่อแก้ไขความผิดพลาดด้วยซึ่งเป็นเรื่องที่จะต้องปรับปรุงต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยในขั้นต่อไปคือ

1. งานวิจัยที่ใช้ประโยชน์จากการมีอยู่ของต้นฉบับเพื่อให้ลายน้ำทนทานต่อความเปลี่ยนแปลงเรขาคณิต (Geometric distortion) เช่น Rotation, Translation, Resizing
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาวิธีใส่ลายน้ำในภาพสี, ข้อมูลเสียง หรือข้อมูลภาพเคลื่อนไหว
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดระดับการมองเห็นของภาพที่ใส่ลายน้ำลงไปว่าแตกต่างจากภาพต้นฉบับมากเพียงใด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย