

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย เทคโนโลยีการสื่อสารโทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีความเจริญรุดหน้าไปมาก เทคโนโลยีดังกล่าวเหล่านี้ทำให้เนื้อหาของสื่อผสมในรูปแบบดิจิทัล (Digital multimedia contents) สามารถทำการส่งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้อย่างสะดวก รวดเร็วและมีประสิทธิภาพทำให้ข้อมูลดังกล่าวเกิดการแพร่กระจายไปทั่วโลกได้อย่างรวดเร็ว ประกอบกับข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลสามารถทำการประมวลผลได้ง่ายด้วยซอฟต์แวร์ที่มีอยู่มากมาย สามารถทำการคัดลอกโดยไม่มีการลดทอนหรือสูญเสียคุณภาพของสัญญาณ รวมทั้งยังสามารถทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขในตัวเนื้อหาข้อมูลได้ง่ายอีกด้วย จึงส่งผลให้มีการใช้งานข้อมูลดิจิทัลมีเดียทั้งภาพและเสียงกันอย่างกว้างขวาง

ปัญหาหนึ่งที่ตามมาก็คือ การละเมิดลิขสิทธิ์และทรัพย์สินทางปัญญาของเจ้าของข้อมูลดิจิทัลมีเดีย เช่น การปลอมแปลง การดัดแปลง การทำซ้ำ การนำเสนอ การเผยแพร่หรือแจกจ่ายโดยปราศจากความยินยอมจากเจ้าของข้อมูล ซึ่งอาจจะทำให้เจ้าของข้อมูลต้องเสียชื่อเสียงหรือสูญเสียรายได้ที่พึงได้รับ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการคิดค้นและพัฒนาวิธีการป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์และทรัพย์สินทางปัญญา วิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้คือการเข้ารหัสลับ (Encryption) แต่ก็ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทั้งหมด เนื่องจากการเข้ารหัสลับเป็นการป้องกันการเข้าถึงตัวข้อมูลในระหว่างการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายสื่อสาร โดยมีการใช้กุญแจลับในการเข้ารหัสเพื่อสร้างข้อความไซเฟอร์ (Cipher text) ที่มีรูปแบบซึ่งต่างไปจากข้อมูลต้นฉบับโดยสิ้นเชิงก่อนที่จะส่งผ่านเครือข่ายการสื่อสาร อย่างไรก็ตาม การเข้ารหัสลับนี้มิได้เปลี่ยนแปลงเนื้อหาในตัวข้อมูลแต่อย่างใด ดังนั้นเมื่อข้อความไซเฟอร์ถึงปลายทางและถูกทำการถอดรหัสลับ (Decryption) ด้วยกุญแจลับที่ถูกต้อง ก็จะได้ข้อมูลที่เหมือนข้อมูลต้นฉบับทุกประการ และเมื่อทำการถอดรหัสลับแล้วการป้องกันข้อมูลชุดนั้นก็สิ้นสุดลง แนวทางหนึ่งที่จะสามารถป้องกันข้อมูลดิจิทัลมีเดียจากปัญหาดังกล่าวนี้ได้คือ “การทำลายน้ำดิจิทัล (Digital watermarking)”

การทำลายน้ำดิจิทัล เป็นวิธีการป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์และทรัพย์สินทางปัญญาของข้อมูลดิจิทัลมีเดีย โดยทำการใส่เครื่องหมายหรือรหัสเฉพาะซึ่งใช้แสดงความเป็นเจ้าของ

ลงในข้อมูลดิจิทัลก่อนที่จะทำการเผยแพร่สู่สาธารณชน เครื่องหมายหรือรหัสเฉพาะนี้เรียกว่า “ลายน้ำดิจิทัล (Digital watermark)” ข้อมูลข่าวสารที่ใช้ในการออกแบบลายน้ำดิจิทัลอาจเป็น ตัวเลข ตัวอักษร รูปภาพ สัญลักษณ์ หรือข้อมูลทางชีวภาพ (Biometric) ที่ใช้ในการยืนยันตัวตนบุคคล เช่น ลายนิ้วมือแบบดิจิทัล (Digital fingerprint) ภาพม่านตา (Iris image) เป็นต้น ลายน้ำดิจิทัลที่ฝังลงไปนั้นจะอยู่ในลักษณะที่ฝังติดแน่นเป็นเนื้อเดียวกับข้อมูลดิจิทัลซึ่งทำให้ยากต่อการลบออกหรือทำลาย อย่างไรก็ตามลายน้ำดิจิทัลที่ฝังลงไปนั้นต้องไม่ทำให้คุณภาพของข้อมูลดิจิทัลมัลติมีเดียลดต่ำลงจนเกินไป

ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัล คือ ความทนทานของสัญญาณลายน้ำต่อการโจมตีเชิงเรขาคณิต (Geometrical attacks) Cox *et al.* [1] ยกตัวอย่างเช่น การหมุนภาพ (Rotation) การย่อขยายภาพ (Scaling) การเคลื่อนของภาพ (Translation) การตัดภาพ (Cropping) เป็นต้น ซึ่งการโจมตีดังกล่าวทำให้การเข้าจังหวะกัน (Synchronization) ของสัญญาณลายน้ำกับตัวตรวจจับสัญญาณลายน้ำสูญเสียไปจึงส่งผลให้การคัดแยกสัญญาณลายน้ำเกิดความผิดพลาดไปด้วย ดังนั้นการคิดค้นอัลกอริทึมที่มีความทนทานต่อการโจมตีเชิงเรขาคณิตจึงเป็นสิ่งที่ท้าทายมากสำหรับนักวิจัยในปัจจุบัน

การทำลายน้ำดิจิทัลสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลดิจิทัลมัลติมีเดียได้ทุกประเภท เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงเพลง เสียงดนตรี เป็นต้น สำหรับในโครงการวิจัยนี้จะสนใจเฉพาะการทำลายน้ำดิจิทัลสำหรับภาพนิ่งแบบดิจิทัลที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron microscope , EM) ซึ่งเป็นภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์รายละเอียดของโครงสร้างระดับไมโครบนพื้นวัตถุทำให้ภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เป็นภาพที่มีรายละเอียดสูง สามารถให้รายละเอียดเกี่ยวกับการกระจายของอนุภาค ขนาดของเกรน (Grain) ความพรุน ความหนาแน่น หรือร่องรอยอันเกิดจากความผิดปกติของวัสดุ ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนบางภาพเป็นภาพที่ได้การทดสอบชิ้นวัสดุจากการคันคว่ำและวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น เกสรดอกไม้ เมล็ดพันธุ์ เส้นใย เนื้อเยื่อ คอนกรีต โลหะ เซรามิก เป็นต้น ภาพเหล่านั้นอาจนำไปสู่การค้นพบสายพันธุ์พืชหรือสัตว์ สิ่งประดิษฐ์ หรือการค้นพบแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาที่มีความสำคัญ ดังนั้นลิขสิทธิ์ของภาพจึงเป็นเรื่องที่สำคัญที่ไม่ควรมองข้าม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อทำการคิดค้นและพัฒนาอัลกอริทึมการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัล เพื่อใช้ในการป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์ (Copyright protection) สำหรับภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนในโดเมนของการแปลงสัญญาณ

1.2.2 เพื่อทำการศึกษาความทนทานของสัญญาณลายน้ำดิจิทัล ภายใต้สภาวะการโจมตีสัญญาณลายน้ำด้วยการโจมตีเชิงเรขาคณิตและการบีบอัดสัญญาณภาพแบบมีการสูญเสีย (Lossy compression)

1.2.3 เพื่อแสวงหาแนวทางในการนำการวิธีการสกัดลักษณะเด่น (Feature extraction) ภาพดิจิทัล เช่น ตัวกรองกาบอร์ (Gabor filter) หรือ โมเมนต์ภาพ (Image moment) มาใช้ในการสกัดลักษณะเด่นภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในการออกแบบอัลกอริทึมการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัลให้มีความทนทานต่อการโจมตีเชิงเรขาคณิตและการบีบอัดสัญญาณภาพแบบมีการสูญเสีย

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 งานวิจัยนี้จะใช้โปรแกรม MATLAB และโปรแกรมภาษา C/C++ ในการจำลองอัลกอริทึมที่ได้ทำการคิดค้นและพัฒนาขึ้น

1.3.2 ภาพตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะใช้เป็นภาพดิจิทัล จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จากศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.4 วิธีดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล

1.4.1 สำนักรวบรวมกรรมวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการวิจัยในฐานข้อมูลต่าง ๆ

1.4.2 ทำการศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง เช่น การแปลงสัญญาณภาพ ทฤษฎีการตรวจจับสัญญาณดิจิทัล การเข้ารหัสสัญญาณดิจิทัลและการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัล

1.4.3 จัดเก็บรวบรวมข้อมูลภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเพื่อเป็นฐานข้อมูลการวิจัย

1.4.4 คิดค้นและออกแบบวิธีการสร้างสัญญาณลายน้ำและอัลกอริทึมการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัล

1.4.5 ทำการทดสอบความทนทานของสัญญาณลายน้ำดิจิทัล ภายใต้สภาวะของการโจมตีเชิงเรขาคณิตและการบีบอัดสัญญาณภาพแบบมีการสูญเสีย ทั้งนี้เพื่อที่จะนำผลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขอัลกอริทึมให้สัญญาณลายน้ำมีความทนทานมากขึ้น

1.4.6 ทำการทดสอบและเปรียบเทียบคุณภาพของภาพเอาต์พุต และความทนทานของสัญญาณลายน้ำก่อนและหลังการใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะมีการคำนวณค่า Peak signal to noise ratio (PSNR) และอัตราความผิดพลาดบิต (Bit Error Rate) จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลการวิจัยและสรุปผลการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้อัลกอริทึมการทำลายน้ำดิจิทัลสำหรับภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

1.5.2 ได้แนวทางในการพัฒนาการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัลที่มีความทนทานสูงต่อการโจมตีเชิงเรขาคณิต

1.5.3 งานวิจัยการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัลที่ใช้การแปลงเวฟเล็ตและการสกัดลักษณะเด่นของภาพด้วยตัวกรองกาบอร์หรือโมเมนต์ภาพมีปรากฏในวารสารการประชุมวิชาการและวารสารต่างประเทศน้อยมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จะเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญสำหรับการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัลต่อไป

1.5.4 เป็นการส่งเสริมให้นักศึกษาสนใจในการทำวิจัย รวมทั้งเป็นการสร้างและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ให้สามารถเริ่มการวิจัยและพัฒนาได้ และดำเนินการวิจัยต่อไปได้อย่างต่อเนื่องในระยะยาว