บทที่ 1
บทนำ

1.1 **ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา**

ปัจจุบันระบบเครือข่ายของมัลติมีเดียได้รับความนิยมอย่างสูงเนื่องจากความสามารถในการเก็บข้อมูลจำนวนมากแบบดิจิทัล และมีแนวโน้มที่จะเจริญเติบโตด้วยอัตราที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ พร้อมกับการแพร่หลายของอินเตอร์เนต การแลกเปลี่ยนหรือเข้าถึงข้อมูลสามารถทำได้โดยง่ายผ่านทางเว็บเพจ นำมาซึ่งปัญหาหนึ่งซึ่งกล่าวได้ว่าจำกัดการพัฒนานี้เอาไว้ นั่นคือ ปัญหาการละเมิดลิขสิทธิ์ เจ้าของหรือผู้ผลิตข้อมูลมัลติมีเดียไม่กล้าที่จะเผยแพร่ข้อมูลของตนในระบบเครือข่ายเพราะการทำสำเนาหรือผลิตข้อมูลดิจิทัลเหล่านั้นขึ้นใหม่ทำได้ง่ายมาก ดังนั้นการพัฒนาของระบบเครือข่ายมัลติมีเดียในอนาคตจึงขึ้นอยู่กับวิธีป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์ (copyright protection) ที่มีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันการทำสำเนาหรือแจกจ่ายข้อมูลในระบบเครือข่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

วิธีการแก้ปัญหาการละเมิดลิขสิทธิ์วิธีหนึ่งคือ Digital Watermarking [1-4] ซึ่งเป็นกระบวนการใส่หรือฝัง (embed) สัญญาณหนึ่ง เรียกว่า ลายน้ำแบบดิจิทัล (Digital Watermark) เข้าไปในอีกสัญญาณหนึ่ง คือ ข้อมูลต้นฉบับ (host data, original) ลายน้ำแบบดิจิทัลมักจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับเจ้าของ, ผู้ผลิต, ลูกค้า หรือรายละเอียดใดใดก็ตามเกี่ยวกับลิขสิทธิ์ของข้อมูลต้นฉบับนั้น โดยข้อมูลที่ฝังเข้าไปนี้ไม่สามารถสังเกตเห็นได้เว้นแต่จะนำไปผ่านกระบวนการตรวจจับ (Watermark Detection) ด้วยวิธีที่เหมาะสม วิธีการใส่ลายน้ำมีข้อดีเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์วิธีอื่น เช่น วิธีที่ใช้เทคนิคการเข้ารหัสลับ (Encryption) คือสามารถนำข้อมูลไปประมวลผลได้โดยที่ลายน้ำยังคงอยู่ ในขณะที่ถ้าใช้การเข้ารหัสลับจะไม่สามารถกระทำการใดใดกับข้อมูลได้ เช่น ในวิธีลายเซ็นดิจิทัล (Digital signature) เมื่อต้องการตรวจสอบว่าข่าวสารนั้นมีลายเซ็นของเจ้าของข่าวสารหรือไม่ ถ้าข่าวสารนั้นถูกเปลี่ยนแปลงโดยการนำไปประมวลผลอย่างใดอย่างหนึ่งก่อนการตรวจสอบ ก็จะให้ผลเป็นว่าข่าวสารไม่มีลายเซ็นนั้นอยู่ วิธีการใส่ลายน้ำสามารถทำได้กับข้อมูลภาพ, เสียง และภาพเคลื่อนไหว วิทยานิพนธ์นี้จะศึกษาเฉพาะการใส่ลายน้ำในรูปภาพ (Image Watermarking)

ลายน้ำจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ [3]

1. ความปลอดภัยและกุญแจ (Watermark Security and Keys)

สำหรับระบบที่ต้องการความปลอดภัยอาจมีการใช้กุญแจ (key) ในการฝังหรือการดึงลายน้ำ เช่น กรณีที่ใช้เลขสุ่มเทียม (pseudorandom number) เป็นลายน้ำอาจใช้ค่า seed ของตัวกำเนิดเลขสุ่มเทียม (pseudorandom number generator) เป็นกุญแจได้

2. ความทนทาน (Robustness)

เป็นลักษณะสำคัญที่จำเป็นต้องมีในทุกระบบ ลายน้ำจะต้องถูกฝังแบบเอาออกยากหรือไม่สามารถเอาออกได้ถ้าไม่รู้ตำแหน่งที่มีลายน้ำอยู่หรือถ้าพยายามจะเอาออกก็จะทำให้รูปถูกทำลายอย่างมากก่อนที่จะเอาลายน้ำออกได้หมด โดยทั่วไปลายน้ำควรจะมีความทนทานต่อ

- การประมวลผลสัญญาณทั่วไป เช่น JPEG compression, Low pass filtering, Median filtering, Histogram equalization, Dithering

- ความเพี้ยนเชิงเรขาคณิต เช่น Rotation, Translation, Cropping, Resizing

3. การมองไม่เห็น (Imperceptibility)

ลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือลายน้ำที่ฝังลงไปจะต้องมองไม่เห็น ซึ่งความต้องการนี้จะเป็นไปในทางตรงข้ามกับความต้องการในข้อ 2 คือความทนทาน ดังนั้นในการออกแบบระบบจึงต้องมีการชดเชยข้อดีข้อเสีย (Tradeoff) ระหว่างความต้องการทั้งสองให้เหมาะสม

การแบ่งประเภทของลายน้ำ แบ่งได้โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งต่าง ๆ กัน ดังนี้

1. แบ่งตาม domain ที่ใส่ลายน้ำ

1.1 Spatial domain watermarking [7-13] ใส่ลายน้ำโดยการเปลี่ยนแปลงค่าจุดภาพ (pixel value) สามารถเอาลายน้ำออกจากรูปภาพได้ง่าย จึงไม่เหมาะหากต้องการความปลอดภัยสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 Frequency domain watermarking [5, 6, 13-14] ใส่ลายน้ำโดยการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ในโดเมนความถี่ (frequency domain) ซึ่งอาจใช้การแปลงแบบต่าง ๆ เช่น DFT (Discrete Fourier Transform), DCT (Discrete Cosine Transform), DWT (Discrete Wavelet Transform) มีความทนทานมากกว่าวิธีในข้อ 1.1

2. แบ่งตามการใช้รูปต้นฉบับในการตรวจจับ

2.1 วิธีการใส่ลายน้ำแบบไม่บอด (Non-Blind / Non-Oblivious watermarking) นำรูปต้นฉบับไปลบออกจากรูปทดสอบในขั้นตอนการตรวจจับลายน้ำ ทำให้วิธีนี้มีความทนทานมาก สามารถฝังข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นยังทำให้ที่ภาครับแก้ไขการรบกวนที่เกิดจากความเพี้ยนเชิงเรขาคณิตได้ แต่ก็มีข้อเสียที่สำคัญคือ เรื่องที่มาของรูปต้นฉบับเนื่องจากอาจมีการนำรูปต้นฉบับปลอมมาแอบอ้างได้

2.2 วิธีการใส่ลายน้ำแบบบอด (Blind / Oblivious watermarking) เป็นวิธีที่ไม่ใช้รูปต้นฉบับในการตรวจจับลายน้ำ ทำให้ไม่เกิดปัญหาการแอบอ้างต้นฉบับปลอม แต่ก็จะทำให้ฝังข้อมูลได้น้อยกว่า และมีความทนทานน้อยกว่าวิธีการใส่ลายน้ำแบบไม่บอด

3. แบ่งตามวิธีการตรวจจับ

3.1 Private watermarking จะต้องใช้รูปต้นฉบับในการตรวจสอบลายน้ำ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- Type I เป็นการฝังบิตข้อมูลจริง ที่ภาครับสามารถดึงข้อมูลนั้นออกมาได้ (Watermark Extraction)
- Type II เป็นการตอบคำถามเพียงว่า รูปที่นำมาตรวจสอบมีหรือไม่มีลายน้ำ (Watermark Verification) เช่น งานของ Cox [5]

3.2 Semi-private watermarking ไม่ต้องใช้รูปต้นฉบับในการตรวจสอบลายน้ำ และเป็นการตอบคำถามเพียงว่ารูปที่นำมาทดสอบมีหรือไม่มีลายน้ำ ซึ่งงานวิจัยส่วนมากจะอยู่ในจำพวกนี้ เช่น งานของ Piva [6], Pitas [7]

3.3 Public watermarking เป็นแบบที่ยากที่สุดเพราะไม่ต้องมีรูปต้นฉบับในการตรวจจับลายน้ำและเป็นการฝังบิตข้อมูลจริงลงไป ซึ่งประเภทนี้จะมีความทนทานน้อยกว่า 2 แบบแรก เช่น งานของ Girod [8], Lisa [9]

วิธีการใส่ลายน้ำในแต่ละวิธี ล้วนมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ความต้องการโดยทั่วไปมักต้องการใส่ข้อมูลลงในรูปภาพจำนวนมากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยไม่ทำให้เกิดการมองเห็นและมีความทนทานสูง ทั้งนี้อาจมีการใช้เทคนิคการเข้ารหัสเพื่อแก้ไขความผิดพลาดที่ภาครับด้วย เช่น งานของวิทิต พงศ์พิโรดม [14] ได้ใช้รหัสเทอร์โบกับวิธีการใส่ลายน้ำแบบบอด ในการตรวจจับลายน้ำนั้นใช้การประมาณรูปต้นฉบับแล้วนำไปลบจากรูปทดสอบ หรือกล่าวได้ว่าจะสามารถตรวจจับลายน้ำได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใดขึ้นกับวิธีการประมาณต้นฉบับ อย่างไรก็ตามหากใช้รูปต้น

ฉบับจริงแทนที่จะใช้การประมาณย่อมจะทำให้ความผิดพลาดในการตรวจจับน้อยลงหรือสามารถใส่ข้อมูลลงในรูปภาพได้มากยิ่งขึ้น แต่ความต้องการใช้รูปต้นฉบับในการตรวจจับลายน้ำนั้นก็ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการทุจริตเพื่อแอบอ้างสิทธิ์ในรูปภาพได้ เช่น อาจมีการทำกลับการใส่ลายน้ำแล้วนำรูปต้นฉบับปลอมมาแอบอ้าง วิทยานิพนธ์นี้จึงมีแนวคิดที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวโดยใช้วิธีการใส่ลายน้ำแบบบอดร่วมกับวิธีการใส่ลายน้ำแบบไม่บอด รวมทั้งใช้เทคนิคการเข้ารหัสในขั้นตอนการตรวจจับลายน้ำเพื่อช่วยแก้ไขความผิดพลาดให้สามารถใส่ข้อมูลได้เป็นจำนวนมากด้วย

1.2 **วัตถุประสงค์**

1. เพื่อศึกษาวิธีใส่ลายน้ำแบบบอดที่สามารถเพิ่มจำนวนบิตที่จะฝังลงในรูปภาพ และลดความซับซ้อนในการคำนวณลง
2. เพื่อศึกษาวิธีใส่ลายน้ำแบบบอดร่วมกับวิธีใส่ลายน้ำแบบไม่บอด ที่สามารถป้องกันการแอบอ้างต้นฉบับ ทนทานต่อการประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ และความพยายามในการเอาลายน้ำออกจากรูปภาพได้

1.3 **เป้าหมายและขอบเขตของวิทยานิพนธ์**

พัฒนาโปรแกรมเพื่อป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์รูปภาพที่มีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถฝังข้อมูลเกี่ยวกับลิขสิทธิ์ลงในรูปภาพโดยไม่ทำให้รูปเสียหาย
2. สามารถดึงข้อมูลเกี่ยวกับลิขสิทธิ์ในรูปภาพออกมาได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถป้องกันการแอบอ้างรูปต้นฉบับได้โดยไม่ต้องใช้วิธีลงทะเบียนรูปต้นฉบับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

1.4 **ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ศึกษาลักษณะพื้นฐาน, วิธีการ, ข้อดีและข้อเสียของวิธีใส่ลายน้ำในรูปภาพแบบต่าง ๆ ในงานวิจัยที่ผ่านมา
2. ปรับปรุงวิธีใส่ลายน้ำแบบบอดในเรื่องจำนวนบิตข้อมูลที่ฝังลงไปในรูปภาพได้ และลดความซับซ้อนในการคำนวณลง
3. ปรับปรุงการใช้วิธีใส่ลายน้ำแบบบอดกับวิธีใส่ลายน้ำแบบไม่บอดร่วมกันเพื่อลดการรบกวนกัน

4. พัฒนาโปรแกรมเพื่อป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์รูปภาพ
5. ทดสอบและปรับปรุงวิธีใส่ลายน้ำในรูปภาพที่ใช้ โดยทดสอบความทนทานต่อการประมวลผลภาพต่างๆ
6. สรุปผลการทดสอบและเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์ข้อมูลรูปภาพได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย