

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คุณสมบัติความไม่แปรผันต่อการแปลงเรขาคณิตของข้อมูล 2 มิติและ 3 มิติได้ถูกนำมาใช้ในการซ้อนทับภาพและจัดเรียงภาพให้ตรงกัน จากนั้นคำนวณความแตกต่างหรือความเหมือนกันระหว่างข้อมูลทั้งสองที่นำมาซ้อนกัน เพื่อใช้ในการระบุตัวบุคคล (Identification) การนำภาพสองหรือสามมิติของวัตถุชิ้นหนึ่งมาซ้อนทับกับภาพของวัตถุอีกชิ้นหนึ่ง และต้องซ้อนทับได้สนิทพอดี โดยที่ภาพวัตถุทั้งสองต้องอยู่ในระบบพิกัดเดียวกัน ซึ่งทำได้ด้วยการจับคู่ข้อมูลที่สอดคล้องกันของภาพทั้งสอง โดยที่ข้อมูลนั้นอาจเป็น จุด ส่วนโค้ง รูปร่าง หรือ ความเข้มของภาพ การซ้อนทับภาพและการจัดเรียงภาพให้ตรงกัน เป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่งในการนำภาพมาประยุกต์ใช้งาน เช่น การผสมภาพ (Image fusion) ระหว่างภาพที่ได้จากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์กับภาพที่ได้จากเครื่องโพสตรอนมิสชันโทโมกราฟี (PET-CT fusion image) การวางแผนการรักษาด้วยการฉายรังสี (Radiotherapy treatment planning) การทำให้คอมพิวเตอร์เข้าใจทัศนียภาพ (Computer vision) การรู้จำใบหน้ารูปทรง (Recognition) เพื่อการระบุตัวตน (Identification) เป็นต้น

ในการซ้อนทับภาพและการจัดเรียงภาพให้ตรงกันนั้น เป็นเรื่องที่ยากยิ่งเนื่องจากภาพของข้อมูลที่จะนำมาซ้อนกันไม่ว่าจะเป็นภาพ 3 มิติหรือ 2 มิติจะไม่คงที่ แปรเปลี่ยนไปตามกาลเวลา กรณีของข้อมูล 3 มิติ เช่น ใบหน้า จะพบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแสดงสีหน้า การเปลี่ยนแปลงของโครงร่างใบหน้าที่มากขึ้น ส่วนในกรณีของข้อมูล 2 มิติ เช่น ภาพลายนิ้วมือ จะพบปัญหาเกี่ยวกับการบิดเบือน (Distort) ของข้อมูลจากการแรงกดที่ไม่สม่ำเสมอ งานวิจัยนี้จึงเกี่ยวข้องกับการใช้คุณสมบัติที่ไม่ผันตามการแปลงเรขาคณิต (Affine Invariance) เพื่อนำมาใช้ในการซ้อนทับภาพและการจัดเรียงภาพสำหรับข้อมูลใบหน้าซึ่งเป็นข้อมูล 3 มิติ และข้อมูลลายนิ้วมือซึ่งเป็นข้อมูล 2 มิติ ซึ่งนำไปสู่การประยุกต์ใช้งานในด้านการระบุตัวบุคคล

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติที่ไม่แปรผันตามการแปลงเรขาคณิตทั้งข้อมูล 2 มิติ และ 3 มิติ
2. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้งานคุณสมบัติที่ไม่แปรผันตามการแปลงเรขาคณิต เพื่อใช้ในการซ้อนทับภาพสามมิติ และการจัดเรียงให้ตรงกันของภาพใบหน้าสามมิติ
3. สร้างอัลกอริทึมที่ใช้สำหรับจับคู่ภาพลายพิมพ์นิ้วมือ โดยอาศัยคุณลักษณะที่ไม่แปรผันต่อการแปลงทางเรขาคณิตแบบต่างๆ
4. การจัดวางภาพลายพิมพ์นิ้วมือให้ตรงกัน
5. ประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่นำเสนอ โดยนำไปใช้ในการยืนยันภาพลายพิมพ์นิ้วมือ

1.3 สมมติฐานในการทำวิจัย

1. คุณสมบัติที่ไม่แปรผันตามการแปลงเรขาคณิตน่าจะเป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลที่สามารถนำมาใช้ ในการซ้อนทับภาพ จัดเรียงภาพให้ตรงกัน หรือระบุตัวบุคคลได้
2. เรขาคณิตเชิงอนุพันธ์ น่าจะนำมาใช้ในการค้นหาเอกลักษณ์ของบุคคลได้
3. การใช้ข้อมูลสามมิติของลักษณะพื้นผิวเฉพาะที่บนใบหน้า น่าจะนำมาใช้ในการจัดเรียงให้ตรงกันและการซ้อนทับกันของใบหน้าสามมิติได้
4. การลดขนาดของข้อมูลลงจะทำให้ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยลง
5. เพื่อจับคู่ภาพลายพิมพ์นิ้วมือและจัดวางภาพลายพิมพ์นิ้วมือให้ตรงกัน ในกรณีที่ภาพที่ต้องการตรวจสอบมีการแปลงเรขาคณิต สัญญาณรบกวน หรือภาพลายนิ้วบางส่วนขาดหายไป โดยอาศัยคุณลักษณะที่มีความไม่แปรผันทางเรขาคณิตสมบูรณ์
6. เพื่อกำหนดค่าฟังก์ชันความผิดพลาดที่ใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการยืนยันหรือระบุบุคคลด้วยภาพลายพิมพ์นิ้วมือ
7. เพื่อนำวิธีการจับคู่ภาพลายพิมพ์นิ้วมือที่น่าเสนอ มาประยุกต์ใช้ในการยืนยันหรือระบุบุคคลด้วยภาพลายพิมพ์นิ้วมือ

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการทำวิจัย

ทฤษฎีหลักที่ใช้ในการทำวิจัยคือ ความไม่แปรผันของคุณสมบัติทางเรขาคณิตของข้อมูล 3 มิติ (Surface) และทฤษฎีทางเรขาคณิตเชิงอนุพันธ์ (Differential Geometry) ที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นผิว ณ จุดนั้นๆ เปรียบเทียบกับพื้นผิวรอบข้างใกล้เคียง ทำให้ทราบรูปร่างว่าเป็นส่วนเว้า ส่วนนูนของพื้นผิว จากข้อมูลนี้ทำให้สามารถคำนวณหาเส้นโค้งเชิงพาราโบลาได้ (Parabolic contour curve) และนำไปสู่การคำนวณหาการบิดงอ (Torsion) ของเส้นจนได้จุดที่เกิดการเปลี่ยนนูน ทิศทาง หรือระนาบ (Inflection point) ในการเคลื่อนที่บนเส้นโค้งนี้ ซึ่งเป็นจุดที่เราเรียกว่าจุดแรงบิดเป็นศูนย์ (Zero torsion) ซึ่งยืนยงหรือคงสภาพอยู่ได้ สำหรับความไม่แปรผันของคุณสมบัติทางเรขาคณิตของข้อมูล 2 มิติ เช่น พื้นที่ อัตราส่วนของพื้นที่ คอนเว็กซ์ฮอลล์ เป็นทฤษฎีหลักที่นำมาใช้ในการจับคู่ภาพลายพิมพ์นิ้วมือ และจัดวางภาพลายพิมพ์นิ้วมือให้ตรงกัน

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1. สร้างอุปกรณ์ถ่ายภาพใบหน้าสามมิติ
2. คุณลักษณะที่ไม่แปรผันต่อการแปลงทางเรขาคณิตสามมิติแบบต่างๆ
3. จับคู่ใบหน้าสามมิติที่เป็นของบุคคลคนเดียวกัน
4. ซ้อนภาพใบหน้าสามมิติและจัดเรียงให้ตรงกัน
5. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการซ้อนภาพใบหน้าสามมิติและจัดเรียงให้ตรงกันกับวิธีการ Iterative Closet Point (ICP) และ Coherent Point Drift (CPD)

6. หาคุนลักษณะที่ไม่แปรผันต่อการแปลงทางเรขาคณิตสองมิติแบบต่างๆ
7. สร้างอัลกอริทึมที่ใช้สำหรับจับคู่ภาพถ่ายพิมพ์นิ้วมือ
8. การจัดวางภาพถ่ายพิมพ์นิ้วมือให้ตรงกัน
9. ใช้ความผิดพลาดรวมที่น่าเสนอเป็นหลักเกณฑ์ในการยืนยัน หรือระบุตัวบุคคลด้วยภาพถ่ายพิมพ์นิ้วมือ
10. ประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึมโดยนำไปใช้ในการยืนยัน หรือระบุตัวบุคคลด้วยภาพถ่ายพิมพ์นิ้วมือ

1.6 โครงร่างของงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 12 บท โดยมีรายละเอียดดังนี้

- บทที่ 1** บทนำ กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ตลอดจนสมมติฐานที่ใช้และขอบเขตของการวิจัย
- บทที่ 2** การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยด้านการซ้อนทับภาพสามมิติ
- บทที่ 3** อธิบายถึงทฤษฎีพื้นฐานที่นำมาใช้ในการวิจัย เช่น พื้นฐานเรขาคณิตเชิงอนุพันธ์ (Differential geometry) เส้นโค้ง (Curve) พื้นผิว (Surface) รูปแบบมูลฐานอันดับแรก (First fundamental form) รูปแบบมูลฐานที่สอง (Second Fundamental Forms) ความโค้งเกาส์เซียน (Gaussian curvature) ความโค้งเฉลี่ย (Mean Curvature) เป็นต้น
- บทที่ 4** อธิบายทฤษฎีใหม่ที่นำมาใช้ในการซ้อนทับภาพใบหน้าสามมิติ เป็นการหาจุดเด่นเอกลักษณ์ของพื้นผิว จากเส้นโค้งเชิงพาราโบลา เวกเตอร์สัมผัส เวกเตอร์ปกติ การหาปริมาตรสามเวกเตอร์ จุดที่ปริมาตรสามเวกเตอร์เป็นศูนย์บนเส้นโค้งเชิงพาราโบลา (Zero-Volume) จุดแรงบิดเป็นศูนย์ (Zero-Torsion) บนเส้นโค้งเชิงพาราโบลา
- บทที่ 5** เป็นการอธิบายถึงขั้นตอนการจัดเรียงพื้นผิวใบหน้าสามมิติให้ตรงกัน
- บทที่ 6** การสร้างอุปกรณ์เพื่อถ่ายภาพใบหน้าแบบสามมิติ การสร้างพื้นผิว ขั้นตอนการคำนวณตัวแปรและภาพตัวอย่างของผลการคำนวณ
- บทที่ 7** ขั้นตอนกระบวนการทดลองและผลการทดลองการซ้อนทับภาพใบหน้าสามมิติ
- บทที่ 8** สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ
- บทที่ 9** บทนำการจับคู่ภาพถ่ายพิมพ์นิ้วมือ
- บทที่ 10** การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจับคู่ภาพถ่ายพิมพ์นิ้วมือและการยืนยันหรือระบุตัวบุคคลด้วยภาพถ่ายพิมพ์นิ้วมือ
- บทที่ 11** แนวคิดและทฤษฎีของการจับคู่ภาพถ่ายพิมพ์นิ้วมือโดยอาศัยความไม่แปรผันทางเรขาคณิต
- บทที่ 12** คุนลักษณะที่ได้จากการใช้ฟิลเตอร์แบบหลายทิศทางที่นำมาใช้ในการยืนยันหรือระบุตัว

บุคคลด้วยภาพถ่ายพิมพ์นิ้วมือ

บทที่ 13 วิธีการดำเนินการวิจัย และผลการวิจัยการยืนยันหรือระบุตัวบุคคลด้วยภาพถ่ายพิมพ์นิ้วมือ

บทที่ 14 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะการยืนยันหรือระบุตัวบุคคลด้วยภาพถ่ายพิมพ์นิ้วมือ

บทที่ 15 สรุปผลงานวิจัยในภาพรวม