บทที่ 7
สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการลงทะเบียนภาพระหว่างภาพสองมิติกับภาพสองมิติแบบอัตโนมัติ โดยใช้แลนมาร์คในการลงทะเบียนภาพ เนื่องจากมีข้อดีคือสามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจากเดิมแลนมาร์คที่ได้จากวิธีการกำหนดจุดจากมนุษย์นั้นอาจไม่ถูกต้องนัก ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้เลือกใช้คุณสมบัติเชิงเรขาคณิตของขอบภาพ คือใช้จุดที่มีค่าความโค้งสูงสุดเป็นจุดเริ่มต้นของคอนทัวร์ของขอบภาพ และลดระดับความละเอียดของคอนทัวร์ของขอบภาพลง ด้วยการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย ใช้จุดที่ระดับความละเอียดต่ำลงมาเป็นแลนมาร์ค ซึ่งมีข้อดีคือจุดแลนมาร์คที่หามาได้นั้น เป็นตัวแทนของคอนทัวร์ของขอบภาพนั้น และสามารถเลือกจำนวนจุดแลนมาร์คได้จากระดับความละเอียดของการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย

การทดลองถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วนตามวัตถุประสงค์ของงาน การทดลองที่ 1 การลงทะเบียนภาพจากคอนทัวร์ของขอบภาพ ประกอบด้วยการทดลองผลกระทบเนื่องจากการแปลงโดยการนำคอนทัวร์ของขอบภาพที่มีจุดเริ่มต้นของคอนทัวร์ของขอบภาพเป็นจุดเดียวกัน ทำการแปลงในรูปแบบต่างๆกันคือ การแปลงแบบริจิด การแปลงแบบสิมิลาริตี้ และการแปลงแบบแอฟไฟน์ จากผลการทดลองจะเห็นว่าข้อมูลที่ได้จากการลดระดับความละเอียดของคอนทัวร์ของขอบภาพ โดยการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย สามารถนำมาใช้เป็นจุดแลนมาร์คในการหาเมตริกซ์ของการแปลงที่ใช้ในการลงทะเบียนภาพได้

การทดลองผลกระทบเนื่องจากการเลื่อนจุดเริ่มต้นของคอนทัวร์ของขอบภาพ โดยการทดลองได้ทำการเลื่อนจุดเริ่มต้นของคอนทัวร์ของขอบภาพ ไปยังตำแหน่งต่างกันๆ จากผลการทดลองจะเห็นว่าจุดเริ่มต้นของคอนทัวร์ของขอบภาพ มีผลอย่างมากต่อค่าความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น ในการลดระดับความละเอียดของคอนทัวร์ของขอบภาพด้วยการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย ทำให้ข้อมูลที่ระดับความละเอียดที่ถูกลดลงไปของคอนทัวร์ของขอบภาพทั้งสองไม่สอดคล้องกัน เป็นผลให้การลงทะเบียนภาพมีความผิดพลาด จะเห็นว่าจุดเริ่มต้นของคอนทัวร์ของขอบภาพ จะต้องเป็นจุดที่สอดคล้องกัน เพื่อความถูกต้องในการลงทะเบียนภาพ

การทดลองผลกระทบเนื่องจากสัญญาณรบกวนที่ขอบภาพ โดยการเพิ่มสัญญาณรบกวนแบบเกาเซียนไวท์นอยส์ (Gaussian white noise) ให้กับคอนทัวร์ของขอบภาพที่ถูกแปลงแบบแอฟไฟน์ที่มีจุดเริ่มต้นของคอนทัวร์ของขอบภาพเป็นจุดเดียวกัน จากการทดลองจะพบว่าการใช้การแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย เพื่อลดระดับความละเอียดของคอนทัวร์ของขอบภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนนั้น จะสามารถแยกสัญญาณรบกวนหรือสัญญาณรายละเอียดกับสัญญาณโดยประมาณ เพื่อ

ใช้เป็นจุดแลนมาร์คได้ ดังนั้นสามารถใช้วิธีที่นำเสนอกับคอนทัวร์ของขอบภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนได้

การทดลองที่ 2 การหาจุดที่มีความโค้งสูงสุดจากภาพสองมิติ เป็นการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาของจุดเริ่มต้นของคอนทัวร์ของขอบภาพที่ได้จากวิธีคอนทัวร์โฟลโลเวอร์ ซึ่งวิธีคอนทัวร์โฟลโลเวอร์เป็นวิธีการหาขอบแบบอัตโนมัติ ทำให้จุดเริ่มต้นของคอนทัวร์ของขอบภาพที่หาได้นั้นเป็นจุดที่ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับลักษณะของภาพ ซึ่งจากการทดลองพบว่าจุดที่มีค่าความโค้งสูงสุดของภาพที่แปลงแบบแอฟไฟน์ ในการทดลองเป็นจุดที่สอดคล้องกัน ดังนั้นจึงใช้ค่าความโค้งสูงสุดเป็นจุดเริ่มต้นของคอนทัวร์ของขอบภาพ ก่อนการลดระดับความละเอียดของคอนทัวร์ของขอบภาพลง เพื่อใช้ในการลงทะเบียนภาพ

การทดลองที่ 3 การลงทะเบียนภาพของภาพถ่ายวัตถุจริง โดยเป็นวัตถุที่มีลักษณะแบน เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ศึกษาเฉพาะการลงทะเบียนภาพที่เป็นสองมิติเท่านั้น และถ่ายวัตถุในลักษณะต่างๆกันคือ ภาพอ้างอิง ภาพแบบสิมิลาริตี้ (ขยายขนาด) ภาพแบบแอฟไฟน์ (ย่อและหมุนประมาณ 30 องศา) และภาพแบบเพอร์สเปกทีฟ (ย่อ และมุมกล้องทำมุมกับระนาบภาพประมาณ 15 และ 30 องศา) จากผลการทดลองจะพบว่าวิธีที่นำเสนอสามารถลงทะเบียนภาพถ่ายวัตถุจริงได้ แต่สำหรับภาพแบบเพอร์สเปกทีฟที่มุมมากขึ้นจะให้ค่าผิดพลาดเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากภาพแบบเพอร์สเปกทีฟไม่เป็นการแปลงแบบเชิงเส้น จึงไม่สามารถใช้วิธีการหาเมตริกซ์ของการแปลงจากการแก้สมการ Normal Equation ได้ถูกต้องนัก แต่ถึงอย่างไรก็ตามค่าผิดพลาดนั้นยังอยู่ในระดับที่ใช้ได้สำหรับภาพถ่ายทั่วไป และเมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับการใช้ค่าความโค้งสูงสุดร่วมกับ Five-Point Coplanar นั่นปรากฏว่าวิธีที่นำเสนอให้ค่าความผิดพลาดน้อยกว่า โดยที่พบว่าการใช้เวฟเล็ตแม่แบบบีสไปลน์ให้ค่าความผิดพลาดน้อยกว่าการใช้เวฟเล็ตเวฟเล็ตแม่แบบ Haar

การทดลองที่ 4 นั้นเป็นการนำการลงทะเบียนภาพไปประยุกต์ใช้งาน โดยนำไปใช้ในการจำแนกภาพ โดยจะทำการลงทะเบียนภาพระหว่างภาพสองภาพใดๆให้มีค่าผิดพลาดน้อยที่สุด จากนั้นเปรียบเทียบค่าผิดพลาดที่ได้จากการลงทะเบียนภาพแต่ละคู่เพื่อหาคู่ที่ให้ค่าผิดพลาดน้อยที่สุดเป็นภาพที่เหมือนกันที่สุด จากตาราง 6.2 แสดงค่าผิดพลาดของการลงทะเบียนภาพปลา พบว่าภาพปลาตัวที่ 0 เหมือนกันกับปลาตัวที่ 1 มากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 6.21

จากผลการทดลองทั้งหมด พบว่าแลนมาร์คที่หาได้จากจุดที่มีค่าความโค้งสูงสุดและการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วยของภาพอ้างอิงและภาพที่ต้องการลงทะเบียน จะได้จุดซึ่งมีตำแหน่งสอดคล้องกันทั้งหมด และภาพที่ลงทะเบียนแล้วสามารถยอมรับได้เมื่อมีความผิดพลาดประมาณไม่เกิน 2 ต่อหนึ่งจุดบนขอบภาพ

อย่างไรก็ตาม การลงทะเบียนภาพที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ คือ

1. สามารถใช้กับภาพซึ่งมีลักษณะของขอบภาพที่ไม่ราบเรียบจนเกินไป โดยขอบของภาพนั้นต้องมีแลนมาร์คซึ่งเป็นจุดที่มีค่าความโค้งสูงสุด
2. ความถูกต้องในการลงทะเบียนภาพโดยใช้การแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งจุดเริ่มต้นของคอนทัวร์ของขอบภาพ ถ้าสามารถหาจุดเริ่มต้นที่สอดคล้องกันของทั้งสองภาพ จะทำให้มีความถูกต้องมากขึ้น
3. การหาเมตริกซ์การแปลงที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้เป็นวิธีแบบเชิงเส้น จึงทำให้ผลในการลงทะเบียนภาพที่ได้มีความถูกต้องในระดับหนึ่ง ถ้านำการหาเมตริกซ์การแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้นมาใช้จะทำให้สามารถเพิ่มความถูกต้องในการลงทะเบียนภาพได้