

บทที่ 8

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะของการจัดภาพสามมิติให้ตรงกัน และการซ้อนทับภาพ

งานวิจัยนี้ เริ่มศึกษาจากการถ่ายภาพด้วยเทคนิคการถ่ายภาพแบบสเตอริโอ โดยการใช้กล้องสองตัว ถ่ายภาพใบหน้าบุคคล ด้วยกล้องวิดีโอที่ติดตั้งขนานกัน ขณะที่ฉายภาพจุดแสงที่เข้ารหัสไว้ด้วยเครื่องแอลซีดีโปรเจคเตอร์ แล้วนำภาพที่ได้มาถอดรหัสจนได้ภาพใบหน้าสามมิติ ใช้เวลาในการถ่ายภาพประมาณ 20 วินาที และใช้เวลาในการคำนวณเพื่อสร้างภาพสามมิติน้อยกว่า 3 วินาที เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องฉายภาพแอลซีดีที่ใช้ มีรายละเอียดในการแสดงภาพเพียง 800x600 พิกเซล ทำให้เมื่อฉายจุดแสงออกไปที่วัตถุที่ระยะทาง 50 เซนติเมตร ขนาดของจุดแสงหนึ่งจุดจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็น ประมาณ 6x6 พิกเซล ของกล้องวิดีโอและการ์ดรับภาพ ซึ่งมีรายละเอียดอยู่ที่ 768x576 พิกเซล ทำให้ได้รายละเอียดของภาพในระนาบ X และ Y อยู่ที่ 7x5 มิลลิเมตร แนวทางในการพัฒนาการถ่ายภาพ ควรเพิ่มรายละเอียดของแอลซีดีโปรเจคเตอร์ให้มากขึ้น

การศึกษาความคงสภาพของความโค้งงอเส้นเมอริเดียนเมื่อนำใบหน้าสามมิติที่ได้จากเครื่องสแกนภาพสามมิติแบบเลเซอร์มาแปลงแบบระดับแอฟไพนั่น พบว่าความโค้งงอเส้นเมอริเดียนมีความคงสภาพต่อการแปลงมาก โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์กับภาพต้นฉบับมากกว่า 0.9 จึงเป็นเหตุผลให้เกิดการทดลองต่อมาคือ การศึกษาเกี่ยวกับความคงสภาพของเส้นโค้งเชิงพาราโบลาและจุดแรงบิดเป็นศูนย์ เพื่อการทดสอบความคงสภาพ ของจุดที่แรงบิดเป็นศูนย์บนเส้นโค้งเชิงพาราโบลา ภายใต้การแปลงแบบแอฟไพน์เช่นเดียวกัน พบว่าเส้นโค้งเชิงพาราโบลาและจุดแรงบิดเป็นศูนย์ ก็มีความคงทนต่อการแปลงเรขาคณิตระดับแอฟไพน์เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากเส้นโค้งเชิงพาราโบลานั้นคำนวณมาจากความโค้งงอเส้นเมอริเดียนที่คงสภาพอยู่แล้ว จากการทดลองเชิงปริมาณพบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างภาพต้นฉบับกับภาพที่ผ่านการแปลงแบบคงที่ (rigid transformation) ขยายขนาดตามแกน X และ Y (Scale X , Scale Y) และ เงื่อนตามแกน X และ Y (Shear X , Shear Y) ไม่เกิน 1.75 มิลลิเมตร และสูงขึ้นไม่เกิน 2.75 มิลลิเมตร เมื่อขยายขนาดตามแกน Z (Scale Z และเงื่อนตามแกน Z (Shear Z) ที่ระดับการแปลงถึง 10% ซึ่งมีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อยมากในชีวิตจริง เพราะการเปลี่ยนอารมณ์สีหน้าของบุคคลมักเป็นการแปลงในระนาบ X, Y เช่นการยิ้ม อ้าปาก หรือหัวเราะ เป็นต้น ส่วนการแปลงขยายขนาดหรือเงื่อนจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลนั้นทำปากยื่นออกมา เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่เราสามารถนำเส้นโค้งเชิงพาราโบลาและจุดแรงบิดบนเส้นโค้งพาราโบลาเป็นศูนย์ มาใช้ในการซ้อนทับภาพและจัดภาพให้ตรงกัน หรืออาจนำไปสู่การรู้จำบุคคลได้

เพื่อเป็นการทดสอบว่าเส้นโค้งเชิงพาราโบลาและจุดแรงบิดบนเส้นโค้งพาราโบล่าจะสามารถนำมาใช้ในการลงทะเบียนภาพสามมิติของใบหน้าได้ จึงได้ทำการทดลองเพื่อดูว่าในกรณีที่ข้อมูลภาพขาดหายไปบางส่วนแล้ว เรายังสามารถลงทะเบียนภาพได้หรือไม่ และอาจจะทำให้เราตัดพื้นที่ที่มีโอกาสเปลี่ยนแปลงรูปร่างสูงออกไปจากพื้นที่ที่สนใจได้ จากการทดลองสแกนใบหน้าหุ่นจำลองสองครั้งที่มุมมองแตกต่างกัน แล้วนำมาลงทะเบียนภาพสามมิติและจัดให้ภาพทั้งสองตรงกัน พบว่าสามารถทำได้ถ้าใบหน้าทั้งสองนั้นยังคงมีพื้นที่ร่วมกันที่สามารถคำนวณความโค้งเกาส์เซียน เส้นโค้งเชิงพาราโบลาและจุดแรงบิดเป็นศูนย์ได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้พิสูจน์อีกว่าเส้นโค้งเชิงพาราโบลาเพียงเส้นเดียวนั้น สามารถนำมาใช้ในการลงทะเบียนภาพได้หรือไม่ ในการทดลองต่อมา จากผลการทดลองก็พบว่าสามารถทำได้ อย่างไรก็ตาม การนำเส้นโค้งเชิงพาราโบลาลายเส้นและหลากหลายบริเวณ ให้ผลการจัดภาพให้ตรงกันที่ดีกว่า

ต่อมาผู้วิจัยได้ทดลองลงทะเบียนภาพใบหน้าสามมิติที่มีอารมณ์สีหน้าแตกต่างกัน ระหว่างใบหน้าปกติกับใบหน้าที่อ้าปากค้าง เพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าวิธีการที่นำเสนอ นั้นสามารถนำมาใช้กับใบหน้าบุคคลได้จริง เนื่องจากใบหน้าที่อ้าปากค้างนั้นเมื่อแสดงอารมณ์สีหน้าที่แตกต่างกัน จะทำให้เกิดการแปลงระดับแอฟเฟกต์ขึ้น ในกรณีที่อ้าปากนี้ จะเกิดแรงเฉือนตามแนวแกน Y ถ้าทำปากเบี้ยวด้วยก็จะเกิดแรงเฉือนตามแกน X ส่วนการทำปากยื่นออกมานั้นจะเป็นการเฉือนตามแนวแกน Z ดังนั้นในการทดลองนี้เป็นการทดสอบการแปลงแบบแอฟเฟกต์ที่เกิดการเฉือนตามแกน Y จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า สามารถทำได้ โอกาสต่อไปน่าจะได้มีการทดสอบการลงทะเบียนภาพใบหน้าสามมิติ สำหรับอารมณ์สีหน้าอื่นๆต่อไป

เพื่อเป็นการทดสอบว่าเราสามารถนำวิธีการของการหาจุดที่แรงบิดบนเส้นโค้งเชิงพาราโบลามาใช้กับใบหน้ามนุษย์ที่หลากหลายอารมณ์ได้นั้น ผู้วิจัยได้นำฐานข้อมูลภาพใบหน้าสามมิติขนาดใหญ่ที่เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางมาทดสอบ เพื่อดูความเป็นไปได้ในการนำวิธีการที่เสนอนี้ไปใช้ในการรู้จำบุคคล พบว่าวิธีการ ICP และ CPD นั้น น่าจะเหมาะกับการซ้อนทับภาพและจัดภาพให้ตรงกันมากกว่า ในขณะที่วิธีการ Zero-torsion ที่นำเสนอ นั้นสมควรนำไปใช้ในงานการรู้จำบุคคลได้เนื่องจาก ICP และ CPD ให้ผลการจัดภาพให้ตรงที่ดี แม้ว่าใบหน้านั้นจะเป็นของต่างบุคคลก็ตาม จึงเหมาะกับการจัดภาพให้ตรงกันในกรณีที่รู้ว่าเป็นภาพของบุคคลคนเดียวกันอยู่แล้ว หรือใช้ในกรณีที่ต้องการรวมข้อมูลภาพจากการสแกนบุคคลหรือวัตถุเดิมจากหลากหลายมุมมองเพื่อการรวบรวมภาพข้อมูลสามมิติที่สมบูรณ์ ในขณะที่วิธีการที่เสนอนั้นให้ผลดีพอสมควรสำหรับใบหน้าของบุคคลคนเดียวกันแต่ให้ผลที่แย่มากในกรณีที่ใบหน้านั้นเป็นของคนละคนกัน ทำให้โอกาสที่จะตัดสินว่าสองใบหน้าที่เข้าสูการทดสอบนั้นเป็นคนเดียวกันได้ถูกต้องมากกว่า

นอกจากนี้วิธีการ Zero-torsion ที่นำเสนอโน้มนั้นยังเหมาะกับการนำไปเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ระบุตัวบุคคลได้ดี เนื่องจากเราสามารถเก็บข้อมูลเฉพาะ อัตราส่วนปริมาตรที่ประจำอยู่บนเส้นโค้งเชิงพาราโบลาที่เพียงพอต่อการยืนยันตัวบุคคลได้ ทำให้ฐานข้อมูลมีขนาดเล็กมากเนื่องจากไม่ต้องเก็บข้อมูลภาพทั้งใบหน้า ซึ่งจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทำงานอีกด้วย

กระบวนการทำงานที่เด่นประการหนึ่งของวิธีที่เสนอนี้คือ การที่สามารถคำนวณหาเมตริกซ์การแปลงได้ภายในรอบเดียวของการทำงาน ในขณะที่ ICP และ CPD จำเป็นต้องทำงานซ้ำกับข้อมูลภาพขนาดใหญ่ทั้งหมด ในขณะที่การคำนวณซ้ำของวิธีที่เสนอนั้นเกิดขึ้นในช่วงของการค้นหาคู่สอดคล้องของเส้นโค้งเชิงพาราโบลา ซึ่งเป็นข้อมูลขนาดเล็กมากและมีจำนวนครั้งที่จำกัดเพียงหมดจำนวนเส้นของเส้นโค้งพาราโบลาเท่านั้น ซึ่งจากการทดลองที่ผ่านมาทั้งใบหน้านั้นมีเส้นโค้งพาราโบลาไม่เกิน 20 เส้น

สำหรับคำแนะนำ มีความเป็นไปได้ที่เราสามารถนำวิธีการนี้ไปใช้ร่วมกับวิธีอื่นๆ เพื่อการรู้จำบุคคลก็ได้ อาจเป็น ICP เนื่องจาก ICP นั้นจำเป็นต้องมีการจัดให้ตรงกันแบบหยาบเป็นการเริ่มต้นก่อน ส่วน CPD นั้นเหมาะกับการทำงานที่ไม่สนใจเวลาว่าจะมากน้อย