

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ค้นคว้าหาวิธีการตรวจสอบข้อบกพร่องบนภาพถ่ายของพื้นผิวที่มีลวดลายด้วยแบบจำลองทางสถิติตัวแปรเดียวและหลายตัวแปรเพื่อช่วยในการตรวจสอบแทนการตรวจสอบด้วยสายตามนุษย์ โดยการตรวจสอบพื้นผิวที่มีลวดลายสองกลุ่ม กลุ่มแรกเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายเป็นโลหะ (พื้นผิวฮาร์ดไดพ์) และส่วนที่สองเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายเป็นผ้า โดยใช้แบบจำลองทางสถิติแบบหลายตัวแปร เพื่อจำลองพิกเซลของภาพถ่าย โดยแบบจำลองที่ใช้คือการแจกแจงแบบเกาส์เซียนหลายตัวแปร (multivariate Gaussian distribution) การแจกแจงแบบเกาส์เซียนทั่วไปหลายตัวแปร (multivariate generalized Gaussian distribution) และการแจกแจงแบบแอลฟาเสเบิลที่สมมาตร (multivariate symmetric alpha stable distribution) เพื่อเปรียบเทียบวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการตรวจสอบภาพถ่ายของพื้นผิวที่มีลวดลาย และวัดค่าความแตกต่างระหว่างแบบจำลองทางสถิติด้วย Kullback-Leibler Divergence (KLD) โดย KLD จะมีสมการที่แตกต่างกันไปตามแบบจำลองที่ใช้ในการจำลองภาพถ่าย และใช้การตั้งค่า (threshold) ที่ได้จากค่าความแตกต่างสูงสุดของภาพถ่ายอ้างอิง เพื่อใช้เป็นตัวแยกพื้นผิวที่เป็นข้อบกพร่องและพื้นผิวปกติ

5.1 บทสรุป

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการตรวจจับข้อบกพร่องบนภาพถ่ายพื้นผิวที่มีลวดลายด้วยแบบจำลองทางสถิติแบบหลายตัวแปรมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบจำลองทางสถิติแบบตัวแปรเดียวมาก เพราะว่าการจำลองทางสถิติแบบตัวแปรเดียวจำลองเฉพาะพิกเซลหนึ่งตัวแปรซึ่งโอกาสที่จะผิดพลาดก็มีสูง ถ้าภาพที่สนใจมีพิกเซลต่างกันแต่มีการแจกแจงทางสถิติเหมือนกันก็จะถือว่าภาพนั้นไม่มีตำหนิซึ่งไม่ถูกต้อง แต่การจำลองแบบหลายตัวแปรจำลองพิกเซลรอบข้างทั้งแปดพิกเซลที่ติดกับตัวที่สนใจด้วย ทำให้การแจกแจงทางสถิติมีความเฉพาะมากขึ้นและจำลองการแจกแจงทางสถิติที่เปลี่ยนไปตามข้อมูลได้ดีกว่าจึงทำให้สามารถตรวจสอบภาพถ่ายที่มีตำหนิได้ถูกต้องร้อยละ 96.67 จากภาพที่ใช้ในการตรวจสอบทั้งหมด 60 ภาพ ดังตารางที่ 4.17

ผลจากการทดลองในตารางที่ 4.7 ถึง 4.16 เป็นการเปรียบเทียบการตรวจจับข้อบกพร่องบนภาพถ่ายของพื้นผิวที่มีลวดลายด้วยแบบจำลองทางสถิติแบบหลายตัวแปรทั้งสามแบบจำลอง

MGD, MGGD และ $MS\alpha S$ จากตารางที่ 4.17 สรุปได้ว่าแบบจำลอง MGD และ MGGD สามารถตรวจสอบภาพที่มีข้อบกพร่องได้ถูกต้องเท่ากันคือร้อยละ 96.67 และสำหรับ $MS\alpha S$ ให้ความถูกต้องร้อยละ 93.33 จากตารางที่ 4.18 แบบจำลอง MGGD ให้ผลในเรื่องอัตราส่วนค่าความแตกต่างระหว่างตำหนิส่วนพื้นผิวปกติ (D/F) ที่สูงกว่า MGD และ $MS\alpha S$ 1.65 เท่าสำหรับภาพถ่ายลายโลหะ 2.11 เท่าสำหรับภาพถ่ายลายผ้ากลุ่มที่หนึ่ง และ 2.27 เท่าสำหรับภาพถ่ายลายผ้ากลุ่มที่สอง ถ้าอัตราส่วนค่าความแตกต่างยิ่งมากก็สามารถแยกตำหนิได้ง่ายกว่าอัตราส่วนค่าความแตกต่างมีค่าต่ำ ดังนั้นแบบจำลอง MGGD มีความเหมาะสมในการตรวจสอบตำหนิได้ดีกว่าแบบจำลอง MGD และ $MS\alpha S$

จากผลการตรวจสอบบนภาพถ่ายของพื้นผิวที่มีลวดลายด้วยการรวมขนาดหน้าต่าง 9x9 พิกเซล กับ 15x15 พิกเซล ของภาพถ่ายกลุ่มที่หนึ่งและกลุ่มที่สอง และการรวมขนาดหน้าต่างขนาด 12x12 พิกเซล กับ 21x21 พิกเซล ของภาพถ่ายกลุ่มที่สาม ดังตารางที่ 4.20-4.22 สามารถสรุปได้ว่าการใช้ขนาดหน้าต่างของพื้นผิวลวดลายที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับสาม สำหรับขนาดหน้าต่างของภาพถ่ายกลุ่มที่หนึ่งเท่ากับ 15x15 พิกเซล ขนาดหน้าต่างของภาพถ่ายกลุ่มที่สองเท่ากับ 15x15 พิกเซล และขนาดหน้าต่างของภาพถ่ายกลุ่มที่สามเท่ากับ 21x21 พิกเซล มีความเหมาะสมที่สุด

5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

5.2.1 ระบบการตรวจสอบภาพถ่ายของพื้นผิวที่มีลวดลายด้วยแบบจำลองทางสถิติแบบหลายตัวแปร เหมาะกับภาพที่มีลวดลายที่มีรูปแบบซ้ำ ๆ เดิม เพราะถ้ามีบริเวณที่มีลวดลายเปลี่ยนไปจะทำให้การแจกแจงทางสถิติเปลี่ยนไปถึงแม้จะไม่มีตำหนิก็ตาม ซึ่งระบบจะตรวจสอบว่าบริเวณนั้นมีตำหนิก็จะทำให้เป็นส่วนที่ผิดพลาดได้

5.2.2 ถ้าบริเวณที่ตรวจสอบมีข้อบกพร่องแต่ข้อบกพร่องนั้นมีการแจกแจงทางสถิติที่เหมือนกับพื้นผิวปกติ ระบบก็จะไม่สามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้

5.2.3 ระบบการตรวจสอบภาพถ่ายจะพิจารณาภาพแบบสีเทา (Gray-scale) เท่านั้น

5.2.4 ระบบการตรวจสอบภาพถ่ายใช้ threshold แบบคงที่ เมื่อมีแสงเปลี่ยนหรือหรือความเข้มของพิกเซลเปลี่ยนจะทำให้ภาพตรวจสอบผิดพลาดได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ระบบการตรวจสอบภาพถ่ายของพื้นผิวที่มีลวดลายด้วยแบบจำลองทางสถิติแบบหลายตัวแปรยังถือว่ามีย่อจำกัดตามที่ได้กล่าวในหัวข้อ 5.2 จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในที่จะทำการพัฒนาและแก้ปัญหาในข้อจำกัดนี้ โดยเปลี่ยนจากภาพสีเทาเป็นภาพสี รวมถึงการเปลี่ยนการตั้งค่าเป็นแบบคงที่ให้เป็น การตั้งค่าแบบปรับตัวได้ และวัดประสิทธิภาพโดยการนำไปทดสอบกับภาพถ่ายลวดลายอื่น ๆ และการรวมขนาดหน้าต่างของลวดลายด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น การรวมแบบ AND การรวมแบบ XOR เป็นต้น

อีกทั้งยังสามารถพัฒนาเพิ่มเติมในการนำตำหนิบริเวณนั้นมาพิจารณาว่าเป็นตำหนิแบบใดในระบบฐานข้อมูลภาพถ่ายตำหนิ เพื่อวิเคราะห์ตำหนินั้นว่ามาจากสาเหตุอะไร จะได้นำไปพัฒนาต่อให้เป็นระบบตรวจสอบข้อบกพร่องบนพื้นผิวชิ้นงานและแก้ไขอัตโนมัติได้