

บทที่ 1

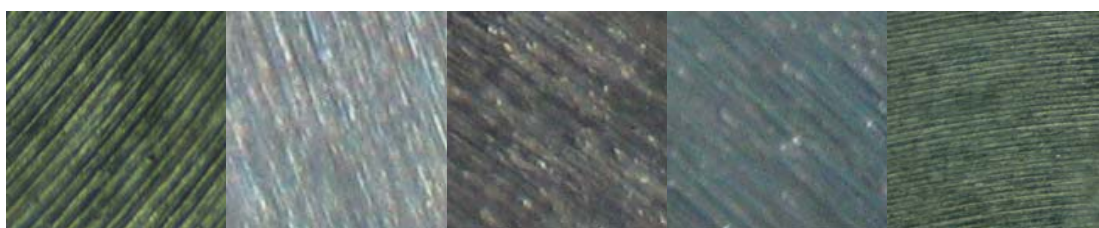
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การตรวจสอบข้อบกพร่อง (defect inspection) เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการผลิตเพราะเปรียบเสมือนเป็นการรับประกันว่าผลิตภัณฑ์หรือสินค้านั้นมีคุณภาพภายนอกเหมาะสมเพียงพอที่จะส่งไปถึงลูกค้าได้หรือไม่ ในอดีตการตรวจสอบข้อบกพร่องของชิ้นงานในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมนั้นได้ใช้สายตาของมนุษย์เพื่อหาข้อบกพร่องของชิ้นงาน ปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้น คือ ความล่าช้าและความผิดพลาดของมนุษย์ (Human error) เช่น ความเหนื่อยล้าของสายตาอันเนื่องมาจากการทำงานเป็นเวลานาน ความไม่รอบคอบของคนที่ทำกรตรวจสอบ เป็นต้น อีกทั้งปัญหาในการตรวจสอบข้อบกพร่องที่เกิดจากความผิดพลาดของมนุษย์เป็นปัญหาที่ไม่สามารถควบคุมประสิทธิภาพได้ จึงเกิดมีงานวิจัยจำนวนมากเกี่ยวกับการตรวจสอบข้อบกพร่องด้วยการประมวลผลสัญญาณภาพ เพื่อช่วยในการตรวจสอบข้อบกพร่องแทนการใช้สายตาตามมนุษย์ ปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญและน่าสนใจก็คือปัญหาในการตรวจสอบข้อบกพร่องของพื้นผิวผลิตภัณฑ์ที่มีลวดลายไม่เป็นลักษณะเดียวกัน เช่น พื้นผิวไม้ พื้นผิวกระดาษ พื้นผิวผ้า พื้นผิวโลหะ [1]-[5] เพราะการตรวจสอบข้อบกพร่องบนพื้นผิวที่มีลวดลายจะมีโอกาสผิดพลาดสูงกว่าพื้นผิวที่ไม่มีลวดลาย

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการตรวจสอบข้อบกพร่องบนพื้นผิวที่มีลวดลายโดยใช้การประมวลผลภาพแบบดิจิทัลและแบบจำลองทางสถิติแบบตัวแปรเดียวและแบบหลายตัวแปร การตรวจสอบข้อบกพร่องนี้จะทำการประมวลผลภาพบนภาพสีเทา (gray level) และทำการจำลองพิกเซลในภาพถ่ายที่มีลวดลายด้วยแบบจำลองทางสถิติแบบตัวแปรเดียวและแบบหลายตัวแปร และค่าระยะความแตกต่างระหว่างแบบจำลองทางสถิติของภาพอ้างอิง (ภาพที่ไม่มีข้อบกพร่อง) กับภาพทดสอบ (ภาพที่มีข้อบกพร่องและไม่มีข้อบกพร่อง) ด้วย Kullback-Leibler divergence (KLD) และการตั้งค่าเพื่อระบุตำแหน่งของตำหนิในภาพทดสอบ สำหรับการจำลองลวดลายของภาพถ่ายด้วยแบบจำลองทางสถิตินั้น งานวิจัยนี้จะศึกษาแบบจำลองทางสถิติสามแบบจำลอง ได้แก่ multivariate Gaussian distribution (MGD), multivariate generalized Gaussian distribution (MGGD) และ multivariate α -stable distribution (MS α S) เพื่อหาแบบจำลองที่

เหมาะสมที่สุดสำหรับการตรวจสอบข้อบกพร่องบนภาพถ่ายที่มีลวดลาย โดยงานวิจัยนี้จะตรวจสอบภาพถ่ายสองกลุ่มคือ ภาพถ่ายพื้นผิวโลหะ (ฐานฮาร์ดไดฟ์) และภาพถ่ายพื้นผิวผ้า วิธีการนี้ใช้วิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างภาพอ้างอิงและภาพทดสอบ โดยมีภาพอ้างอิงพื้นผิวโลหะและพื้นผิวผ้าที่ใช้ในการทดลองดังรูปที่ 1.1 และตัวอย่างภาพทดสอบที่มีข้อบกพร่องบนภาพถ่ายของพื้นผิวโลหะและพื้นผิวผ้า ดังรูปที่ 1.2



(ก)

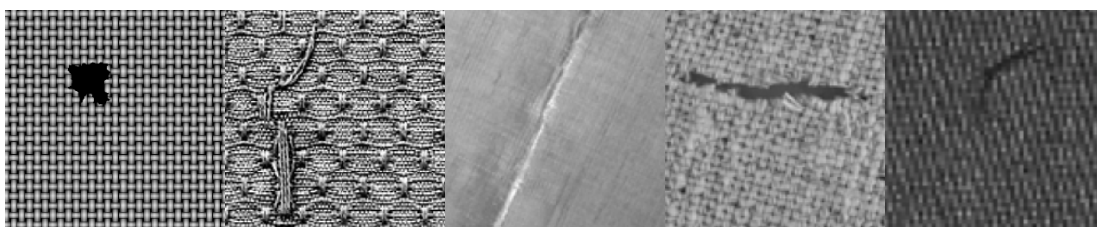


(ข)

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างภาพอ้างอิง (ไม่มีข้อบกพร่อง) (ก) ภาพถ่ายของพื้นผิวโลหะ
(ข) ภาพถ่ายพื้นผิวผ้า



(ก)



(ข)

รูปที่ 1.2 ตัวอย่างภาพทดสอบ (มีข้อบกพร่อง) (ก) ภาพถ่ายของพื้นผิวโลหะ
(ข) ภาพถ่ายพื้นผิวผ้า

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยทางด้านการตรวจสอบข้อบกพร่องโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิทัลได้มีการนำเสนอวิธีการตรวจสอบหลายวิธี โดยงานวิจัยนี้ศึกษาจากวิธีการที่ใช้งานอย่างแพร่หลายได้แก่ การตรวจสอบข้อบกพร่องโดยใช้ตัวกรองแบบกาบอร์ (Gabor filter) [5], [6] โดยตัวกรองแบบกาบอร์ คือ ตัวกรองเชิงเส้นสำหรับเน้นขอบและรีร้อยโดยระบุมุมได้ D.M. Tsai และ S.K. Wu [7] ทำการตรวจสอบข้อบกพร่องบนพื้นผิวต่างๆ ที่มีลักษณะลวดลายเฉพาะ (texture) ได้แก่ พื้นผิวพลาสติก เครื่องจักร ไม้ และกระดาษทราย โดยมีการหาค่าพารามิเตอร์ของตัวกรองกาบอร์ที่ดีที่สุดสำหรับพื้นผิวที่มีลวดลายนั้น ๆ โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ของตัวกรองกาบอร์ที่ทำให้พลังงานของพื้นผิวบริเวณที่เป็นคุณลักษณะเฉพาะมีค่าน้อยที่สุด โดยค่าพารามิเตอร์ที่มีผลคือ Gabor mask (ขนาดของ mask $W \times W$), standard deviation (σ) ของฟังก์ชันเกาส์เซียน, ความถี่ของสัญญาณไซน์ (ϕ), มุมของสัญญาณไซน์ (θ) ของฟังก์ชันเกาส์เซียน, และการตั้งค่า (thresholding) ถ้าพิจารณาขนาด และความถี่ที่ละเอียดขึ้น ชุดพารามิเตอร์นี้จะมีจำนวนชุดพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณเพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งมีความซับซ้อนและใช้เวลาในการประมวลผลมากขึ้น ตัวอย่าง ถ้าพิจารณาทิศทางแปดทิศทางและความถี่หนึ่งความถี่ จะต้องคำนวณชุดพารามิเตอร์ เท่ากับ แปดคูณหนึ่งเท่ากับแปดชุดต่อขนาดของ mask หนึ่ง mask แล้วนำไปคอนโวลูชันกับภาพที่ต้องการทดสอบเพื่อแปลงเป็นภาพขาวดำแบบไบนารี (Binary Image) ทำการวิเคราะห์ภาพที่มุมต่าง ๆ ถ้าภาพไหนมีลายในทิศทางปกติของพื้นผิวจะไม่นำภาพของมุมนั้นและมุมใกล้เคียงสองข้างมารวม (รวม 3 ภาพ) หลังจากนั้นนำภาพที่เหลือจำนวนห้าภาพ มาทำการรวมกันด้วยการกระทำแบบ OR (OR Operation) ทำให้เหลือภาพสุดท้าย 1 ภาพซึ่งเป็นภาพขาวดำไบนารีที่มีดำหนา ถ้าเพิ่มความถี่เป็นสองความถี่ ชุดพารามิเตอร์ที่ต้องคำนวณที่จะเพิ่มเป็นสิบหกชุดนั่นเอง [5]-[6]

งานวิจัยนี้จึงค้นคว้าหาวิธีการอื่น ๆ ที่จะนำมาประยุกต์กับงานทางด้านการตรวจสอบบนพื้นผิวที่มีลวดลาย โดยมีงานวิจัยหนึ่งที่มีลักษณะที่คล้ายกันก็คือ งานทางด้านการค้นหาภาพในระบบฐานข้อมูลรูปภาพ (Image retrieval) ซึ่งเป็นวิธีการที่น่าสนใจเพราะได้ผลถูกต้องสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาถึงวิธีการและข้อจำกัดต่าง ๆ ในปี ค.ศ 1999-2002 มีนักวิจัยหลายท่าน [8]-[10] ได้นำเสนอการแปลงเวฟเล็ตในการถอดลักษณะเด่นและจำลองสัมประสิทธิ์เวฟเล็ตด้วย generalized Gaussian density (GGD) และใช้ Kullback-Leibler distance (KLD) ในการวัดค่าความแตกต่างระหว่างสอง GGDs ในการค้นหาภาพในระบบฐานข้อมูลรูปภาพ

ในปี ค.ศ 2004 มีนักวิจัยได้คิดค้นวิธีการใหม่ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาภาพในระบบฐานข้อมูลรูปภาพ ด้วยการจำลองสัมประสิทธิ์เวฟเล็ตด้วย symmetric α -stable distribution ($S\alpha S$) [11]-[12] โดยแบบจำลอง $S\alpha S$ นั้นเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมกับชุดข้อมูลที่มีข้อมูลบางตัวมีการเปลี่ยนแปลงฉับพลัน (Impulsive data) โดยงานวิจัยนี้จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำลองสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ตระหว่าง GGD กับ $S\alpha S$ ผลการทดลองใช้ฐานข้อมูลรูปภาพของ VisTex database [11] พบว่าการจำลองสัมประสิทธิ์เวฟเล็ตด้วย $S\alpha S$ ให้ผลการหาภาพที่ถูกต้องถึง 82.06% ซึ่งถูกต้องมากกว่าแบบจำลอง GGD ที่มีผลความถูกต้องอยู่ที่ 71.65%

วิธีการสำหรับงานทางด้านการค้นหาภาพในระบบฐานข้อมูลรูปภาพ (Image retrieval) ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการค้นหาภาพที่มีลักษณะพื้นผิวเฉพาะที่คล้ายกันและยังเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน เนื่องจากมีจำนวนพารามิเตอร์ที่ใช้และเวลาในการประมวลผลน้อยกว่าวิธีการการตรวจสอบข้อบกพร่องโดยใช้ตัวกรองแบบกabor เป็นอย่างมาก ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นแรงจูงใจให้ทำให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้น โดยงานวิจัยนี้ประยุกต์วิธีการของงานทางด้านการค้นหาภาพในระบบฐานข้อมูลรูปภาพเพื่อตรวจสอบรูปแบบที่ผิดปกติจากพื้นผิวของภาพโดยวิธีการตรวจสอบข้อบกพร่องด้วยแบบจำลองทางสถิติจะอยู่ในบทที่ 3

1.3 วัตถุประสงค์วิทยานิพนธ์

- 1.3.1 เพื่อศึกษาแบบจำลองทางสถิติแบบตัวแปรเดียวและแบบหลายตัวแปรสามแบบจำลองสำหรับพื้นผิวที่มีลวดลาย
- 1.3.2 เพื่อหาสมการ Kullback-Leibler distance ของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสามแบบจำลอง
- 1.3.3 เพื่อหาแบบจำลองทางสถิติที่เหมาะสมที่สุด ในการนำมาประยุกต์กับการตรวจสอบข้อบกพร่องบนพื้นผิวที่มีลวดลาย

1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

- 1.4.1 พัฒนาการจำลองลดลายของภาพถ่ายด้วยแบบจำลองทางสถิติแบบตัวแปรเดียวและแบบหลายตัวแปร
- 1.4.2 พัฒนาวิธีการตรวจสอบข้อบกพร่องบนภาพถ่ายที่มีลดลายถ่ายสองกลุ่มคือ ภาพถ่ายของพื้นผิวโลหะ และภาพถ่ายของพื้นผิวผ้า
- 1.4.3 เปรียบเทียบวิธีการตรวจสอบข้อบกพร่องบนภาพถ่ายที่มีลดลายด้วยแบบจำลองทางสถิติกับวิธีการตรวจสอบข้อบกพร่องด้วยตัวกรองแบบกานอร์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

- 1.5.1 ประโยชน์เชิงวิชาการ คือ การศึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งเป็นแนวทางในการนำวิธีการตรวจสอบข้อบกพร่องในการพัฒนาต่อยอด หรือนำวิธีการเหล่านี้ไปใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงได้
- 1.5.2 ประโยชน์ต่อการพัฒนาทางด้านการประมวลผลภาพดิจิทัลคือวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอวิธีการและแนวความคิดที่ในการตรวจสอบข้อบกพร่องบนภาพถ่ายของพื้นผิวที่มีลดลายซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยอื่น ๆ ในลักษณะการตรวจสอบพื้นผิวที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกันได้
- 1.5.3 ประโยชน์ต่อกระบวนการผลิต คือ สามารถนำไปสร้างเครื่องมือในรูปแบบการมองเห็นทางกล (Machine Vision) สำหรับใช้ตรวจสอบข้อบกพร่องบนพื้นผิวฮาร์ดไดรฟ์และพื้นผิวผ้าแทนการตรวจสอบด้วยคน ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบมีความน่าเชื่อถือ มีประสิทธิภาพรวมทั้งควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตได้