

ระบบตรวจสอบคุณภาพอัตโนมัติสำหรับงานพิมพ์ฉลากบรรจุภัณฑ์

Automatic Quality Inspection System for Label Printing

นายพิเชษฐ์ กาญจนภาพักษ์¹⁾ และ ดร. สุภาวดี อร่ามวิทย์^{*2)}

1),*2) ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*Email: Supavadee.A@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ในอุตสาหกรรมการพิมพ์ฉลากบรรจุภัณฑ์ เป็นอุตสาหกรรมที่ต้องการผลผลิตที่มีคุณภาพสูง ความผิดพลาดที่เกิดจากการพิมพ์เพียงเล็กน้อย ถือเป็นปัญหาที่สำคัญ ซึ่งอาจส่งผลเสียอย่างใหญ่หลวงในภายหลังได้ จึงจำเป็นต้องอาศัยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี มาออกแบบระบบตรวจสอบคุณภาพสิ่งพิมพ์ที่มีประสิทธิภาพสูงและรวดเร็ว เพื่อมาทดแทนการตรวจสอบคุณภาพแบบดั้งเดิมที่ใช้แรงงานมนุษย์ ซึ่งมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า และมีโอกาสเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ง่าย เนื่องจากความแตกต่างในความสามารถแยกแยะภาพของแต่ละบุคคล และบางปัญหาอาจจะเกินขีดจำกัดของสายตามนุษย์ที่จะแยกแยะได้

ในโครงการระบบตรวจสอบคุณภาพอัตโนมัติสำหรับงานพิมพ์ฉลากบรรจุภัณฑ์นี้ มีวัตถุประสงค์ในการสร้างและพัฒนาองค์ความรู้ทางการประมวลผลและวิเคราะห์ภาพดิจิทัล สำหรับการตรวจสอบคุณภาพงานพิมพ์ ด้วยการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับระบบกล้องตรวจสอบคุณภาพงานพิมพ์อัตโนมัติที่ใช้ต้นทุนต่ำ โดยใช้ภาษา Visual C++ ในการออกแบบ ซึ่งจะเน้นในเรื่องการออกแบบระบบให้มีความซับซ้อนต่ำ เพื่อให้สามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว

คำสำคัญ : ระบบตรวจสอบคุณภาพ อัตโนมัติ งานพิมพ์ ฉลากบรรจุภัณฑ์

1. บทนำ

ในอุตสาหกรรมการพิมพ์ฉลากบรรจุภัณฑ์ในปัจจุบันนี้ ปัญหาที่พบบ่อยที่สุด คือ ความผิดพลาดในกระบวนการพิมพ์ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ส่วนสาเหตุที่เกิดก็มีมากมายหลายประการ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน และเมื่อผลิตภัณฑ์เหล่านี้ถูกส่งไปถึงลูกค้า ก็สร้างความไม่พอใจ และ อาจจะต้องให้ทางโรงพิมพ์ทำการพิมพ์ใหม่อีกครั้ง ดังนั้น ในกระบวนการพิมพ์จึงต้องมีกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของสิ่งพิมพ์ที่มีประสิทธิภาพ แต่ในปัจจุบันกระบวนการตรวจสอบคุณภาพยังคงใช้แรงงานคนในการตรวจสอบโดยใช้สายตาพิจารณา ซึ่งมีข้อเสีย คือ ระดับความสามารถในการพิจารณาของแต่ละคนยังไม่เท่าเทียมกัน บางครั้งทำ

ให้ยังมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้อยู่ และการใช้แรงงานคนในบางครั้งอาจเกิดความล่าช้าขึ้นได้ทำให้กระบวนการผลิตจะต้องหยุดชะงัก จากตัวอย่างฉลากบรรจุภัณฑ์ที่มีความผิดพลาดที่ได้รับมาจาก ห้างหุ้นส่วน จำกัด เหยี่ยงทองการพิมพ์ พบว่า ปัญหาความผิดพลาดในการพิมพ์ฉลากบรรจุภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ บางกรณี มีความผิดพลาดมาก สามารถตรวจสอบได้ด้วยตาเปล่าอย่างรวดเร็ว แต่บางกรณี มีความผิดพลาดน้อยมาก ต้องใช้เวลานานในการสังเกตด้วยตาเปล่า หรืออาจจะต้องใช้แว่นขยายช่วยจึงจะเห็นได้ และในบางกรณีสายตาของมนุษย์ก็ไม่สามารถตัดสินได้อย่างชัดเจน เช่น ปัญหาสีเพี้ยน ดังนั้นจึงต้องมีระบบตรวจสอบคุณภาพที่สามารถ

ตรวจสอบความผิดปกติในแต่ละกรณีที่สามารถเกิดขึ้นได้
อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว

ในโครงการนี้จะทำการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดย
การออกแบบระบบตรวจสอบคุณภาพผลากบรรจุภัณฑ์
อัตโนมัติ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพดิจิทัลมาใช้
ร่วมกับกล้องวีดีทัศน์ และการประมวลผลผ่านเครื่อง
คอมพิวเตอร์ มาใช้ทดแทนแรงงานคน หรือการนำเข้า
เครื่องจากต่างประเทศที่มีราคาแพง ระบบที่ออกแบบจะ
เน้นความแม่นยำ ความสามารถในการแยกแยะผลาก
บรรจุภัณฑ์ที่มีความผิดปกติ ตามกรณีที่กำหนด และ
มีความซับซ้อนต่ำเพื่อสามารถประมวลผลการตัดสินใจได้
อย่างรวดเร็ว

2. การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบตรวจสอบคุณภาพ อัตโนมัติสำหรับงานพิมพ์ผลากบรรจุภัณฑ์

2.1 ส่วนการเก็บข้อมูลทางสถิติของภาพลงฐาน

ข้อมูล

กำหนดให้ภาพต้นแบบที่มีความกว้าง n
จุดภาพ และความสูง m จุดภาพ จำนวนจุดภาพ
ทั้งหมด (p) สามารถแสดงได้ในสมการ (1)

$$p = m \times n \quad (1)$$

ในการเก็บภาพสถิติของภาพต้นแบบ จะเก็บ
ในระดับของบล็อก โดยจำนวนบล็อกในการเก็บค่าสถิติ
มีการกำหนดให้สอดคล้องกับ ขนาดของภาพต้นแบบ
ดังแสดงในตารางที่ 1

โดยจำนวนจุดภาพทั้งหมดของแต่ละบล็อก
สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2)

$$pb = m_b \times n_b \quad (2)$$

โดย $m_b = i_T - i_F$ และ $n_b = j_T - j_F$
(i_T, j_T) คือ จุดพิกัด (x, y) ที่อยู่ตำแหน่งบน
ซ้ายของบล็อก
(i_F, j_F) คือ จุดพิกัด (x, y) ที่อยู่ตำแหน่งล่าง
ขวาของบล็อก

ซึ่ง ตัวแปรทั้ง 4 ตัวดังกล่าว สามารถหาได้
จากสมการที่ (3) – (6)

โดย (i, j) คือ จุดพิกัด (x, y) ในบล็อกใด ๆ

$$i_T = \frac{(i-1) \times m}{b} \quad (3)$$

$$i_F = \left(\frac{i \times m}{b} \right) - 1 \quad (4)$$

$$j_T = \frac{(j-1) \times n}{b} \quad (5)$$

$$j_F = \left(\frac{j \times n}{b} \right) - 1 \quad (6)$$

ตารางที่ 1 การกำหนดจำนวนบล็อกในการเก็บค่าสถิติ

ขนาดของภาพ (p)	จำนวน บล็อก
$0 < p \leq 100$	16
$100 < p \leq 1000$	64
$1000 < p \leq 10000$	256
$10000 < p \leq 100000$	1024
$p > 100000$	4096

ในแต่ละบล็อก ระบบจะทำการหาค่าเฉลี่ย และ
ค่าความแปรปรวนของบล็อกที่ k ในแต่ละแบนด์ของสี
R, G, B แยกกัน ดังในสมการที่ (7) - (12)

$$Mean_{k-r} = \frac{1}{m_b n_b} \sum_{i=1}^{m_b} \sum_{j=1}^{n_b} f_{k-r}(x=i, y=j) \quad (7)$$

$$Mean_{k-g} = \frac{1}{m_b n_b} \sum_{i=1}^{m_b} \sum_{j=1}^{n_b} f_{k-g}(x=i, y=j) \quad (8)$$

$$Mean_{k-b} = \frac{1}{m_b n_b} \sum_{i=1}^{m_b} \sum_{j=1}^{n_b} f_{k-b}(x=i, y=j) \quad (9)$$

โดย $f_r(x, y)$, $f_g(x, y)$ และ $f_b(x, y)$ เป็นค่าสีของจุดภาพที่ (x, y) ในแบนด์ R, G และ B ตามลำดับในบล็อกที่ k ของภาพต้นแบบ

$Mean_{k-r}$, $Mean_{k-g}$ และ $Mean_{k-b}$ เป็นค่าเฉลี่ยของบล็อกที่ k ในแบนด์ R, G และ B ตามลำดับ ของภาพต้นแบบ

$$Var_{k-r} = \left[\sum_{i=1}^{m_b} \sum_{j=1}^{n_b} f_{k-r}(x=i, y=j) - Mean_{k-r} \right]^2 \quad (10)$$

$$Var_{k-g} = \left[\sum_{i=1}^{m_b} \sum_{j=1}^{n_b} f_{k-g}(x=i, y=j) - Mean_{k-g} \right]^2 \quad (11)$$

$$Var_{k-b} = \left[\sum_{i=1}^{m_b} \sum_{j=1}^{n_b} f_{k-b}(x=i, y=j) - Mean_{k-b} \right]^2 \quad (12)$$

โดย Var_{k-r} , Var_{k-g} และ Var_{k-b} เป็นค่าความแปรปรวนของบล็อกที่ k ในแบนด์ R, G และ B ตามลำดับของภาพต้นแบบ

ทั้งนี้ ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของแต่ละบล็อก ในภาพต้นแบบจะถูกเก็บไว้ใน Text File โดยจะมีการเก็บข้อมูลจำนวนบล็อก และจุดกำเนิดของแต่ละบล็อก โดยในการเก็บค่าเฉลี่ย จะมีการเก็บใน 6 ระดับความละเอียด โดย ระดับความละเอียดที่ 1 จะประกอบด้วย 4 บล็อกย่อย (บล็อกที่ 1 - 4) ระดับความละเอียดที่ 2 จะประกอบด้วย 16 บล็อกย่อย (บล็อกที่ 5 - 20) โดยการนำ 4 บล็อกย่อยในระดับที่ 1 มาแบ่งเป็น 4 ส่วนย่อยลงไปอีก ระดับความละเอียดที่ 3 จะประกอบด้วย 64 บล็อกย่อย (บล็อกที่ 21 - 84) โดยการนำ 16 บล็อกย่อยในระดับที่ 2 มาแบ่งเป็น 4 ส่วนย่อยลงไปอีก ระดับความละเอียดที่ 4 จะประกอบด้วย 256 บล็อกย่อย (บล็อกที่ 85 - 340) โดยการนำ 64 บล็อกย่อยในระดับที่ 3 มาแบ่งเป็น 4

ส่วนย่อยลงไปอีก ระดับความละเอียดที่ 5 จะประกอบด้วย 1024 บล็อกย่อย (บล็อกที่ 341 - 1364) โดยการนำ 256 บล็อกย่อยในระดับที่ 4 มาแบ่งเป็น 4 ส่วนย่อยลงไปอีก ระดับความละเอียดที่ 6 จะประกอบด้วย 4096 บล็อกย่อย (บล็อกที่ 1365 - 5460) โดยการนำ 1024 บล็อกย่อยในระดับที่ 5 มาแบ่งเป็น 4 ส่วนย่อยลงไปอีก

2.2 การตรวจสอบความผิดปกติของภาพ

ระบบที่ทำการออกแบบสามารถตรวจสอบความผิดปกติของภาพทั้งภาพ และเฉพาะบริเวณภาพได้ โดยมีหลักการในการทำงานเหมือนกัน

ในการตรวจสอบความผิดปกติ ระบบจะทำการอ่านไฟล์ข้อมูลที่เก็บค่าทางสถิติ และรายละเอียดของจำนวนบล็อก และจุดพิกัดที่เกี่ยวข้องขึ้นมา และจะทำการอ่านไฟล์ภาพผลจากบรรทัดที่ นำมาทำการทดสอบขึ้นมาเช่นกัน จากนั้นจะทำการเก็บค่าทางสถิติของภาพที่นำมาทำการทดสอบ โดยกระบวนการจะเหมือนกับการเก็บค่าทางสถิติของภาพต้นแบบ ที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 1.1 เมื่อได้ค่าทางสถิติของทั้ง 2 ภาพแล้ว ระบบจะทำการตรวจสอบความผิดปกติโดยเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนสัมบูรณ์ ของบล็อกที่ k ของทั้ง 2 ภาพ ดังแสดงในสมการที่ (13) - (18)

$$D_Mean_{k-r} = |Mean_{k-r} - Mean_{k-rt}| \quad (13)$$

$$D_Mean_{k-g} = |Mean_{k-g} - Mean_{k-gt}| \quad (14)$$

$$D_Mean_{k-b} = |Mean_{k-b} - Mean_{k-bt}| \quad (15)$$

โดย $Mean_{k-r}$, $Mean_{k-gt}$ และ $Mean_{k-bt}$ เป็นค่าเฉลี่ยของบล็อกที่ k ในแบนด์ R, G และ B ตามลำดับ ของภาพทดสอบ

$$D_Mean_{k-r}, D_Mean_{k-g} \text{ และ } D_Mean_{k-b}$$

เป็นความแตกต่างสัมบูรณ์ของค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ภาพ ในแบนด์ R, G และ B ตามลำดับ

$$D_Var_{k-r} = |Var_{k-r} - Var_{k-rt}| \quad (16)$$

$$D_Var_{k-g} = |Var_{k-g} - Var_{k-gt}| \quad (17)$$

$$D_Var_{k-b} = |Var_{k-b} - Var_{k-bt}| \quad (18)$$

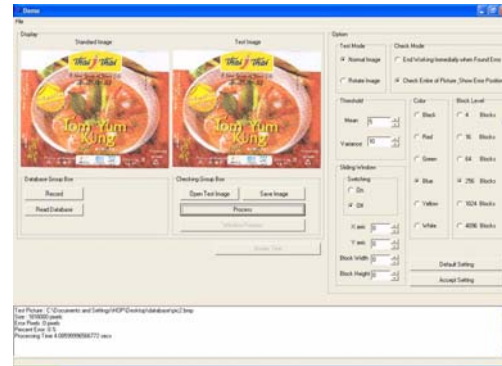
โดย Var_{k-rt} , Var_{k-gt} และ Var_{k-bt} เป็นค่าความแปรปรวนของบล็อกที่ k ในแบนด์ R, G และ B ตามลำดับของภาพทดสอบ

D_Var_{k-r} , D_Var_{k-g} และ D_Var_{k-b} เป็นความแตกต่างสัมบูรณ์ของค่าความแปรปรวนทั้ง 2 ภาพ ในแบนด์ R, G และ B ตามลำดับ

ระบบจะทำการตัดสินใจว่า บล็อกที่ k มีความผิดปกติ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างสัมบูรณ์ของค่าเฉลี่ยภาพแต่ละแบนด์สี กับค่า Threshold (T_m) หากค่าความแตกต่างสัมบูรณ์ของแบนด์สีใดมีค่ามากกว่าค่า T_m ระบบก็จะเปรียบเทียบความแตกต่างสัมบูรณ์ของความแปรปรวนของภาพแต่ละแบนด์สี กับค่า Threshold (T_v) หากค่าความแตกต่างสัมบูรณ์ของแบนด์สีใดมีค่ามากกว่า T_v ระบบก็จะตัดสินใจว่าบล็อกนั้นมีความผิดปกติ ดังแสดงในสมการที่ (19)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if}(D_Mean_{k-r} > T_m) \text{or}(D_Mean_{k-g} > T_m) \text{or}(D_Mean_{k-b} > T_m) \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{if}(D_Var_{k-r} > T_v) \text{or}(D_Var_{k-g} > T_v) \text{or}(D_Var_{k-b} > T_v) \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{ระบบจะตรวจสอบว่าบล็อกที่ } k \text{ ที่ทำงานนี้} \\ \text{เป็นบล็อกที่อยู่ในระดับความละเอียดที่ผู้ใช้} \\ \text{เลือกรับ ถ้าใช่ให้ทำงานต่อไป ถ้าไม่ใช่} \\ \text{โปรแกรมจะทำการแบ่งบล็อกย่อยลงไปอีก} \\ \text{แล้วอาศัยการตัดสินใจตรวจในสมการที่} \\ \text{สมการที่ (27) อีกครั้ง} \\ \\ \text{เมื่อการทำงานอยู่ในบล็อกระดับความละเอียด} \\ \text{มากที่สุดที่ผู้ใช้ได้ทำการเลือก ระบบจะทำการ} \\ \text{เก็บตำแหน่งพิกัดของภาพที่มีความผิดปกติ} \\ \text{เพื่อแสดงผลต่อไป} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \quad (19)$$

2.3 การพัฒนาส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้ GUI



รูปที่ 1 ส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้ที่ได้พัฒนาขึ้น

ส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้ ประกอบด้วย 3 ส่วน หลัก ๆ ดังรูปที่ 1 คือ

1. ส่วนแสดงผลภาพ จะแบ่งออกเป็น 2 หน้าจอ โดย หน้าจอแรก (Standard Image) จะแสดงภาพต้นแบบที่มีความถูกต้อง และหน้าจอที่สอง (Test Image) จะแสดงภาพที่ผู้ใช้ต้องการตรวจสอบความผิดปกติและภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจสอบแล้ว โดยการแสดงผล 2 จอภาพพร้อม ๆ กัน ก็เพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจง่าย และสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของภาพทั้ง 2 ได้อย่างชัดเจน

2. ส่วนการควบคุมการทำงาน จะแยกเป็น 2 ส่วนการควบคุม คือ ส่วน Database Group Box และส่วน Checking Group Box เพื่อทำให้เกิด ความสับสนแก่ผู้ใช้ โดย ภายในส่วน Database Group Box จะประกอบด้วยปุ่มรับคำสั่งที่ทำงานในส่วนการเก็บข้อมูลภาพต้นแบบลงฐานข้อมูลเท่านั้น และในส่วน Checking Group Box ประกอบด้วยปุ่มรับคำสั่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความผิดปกติของภาพทดสอบเท่านั้น

ในการใช้งานโปรแกรม โปรแกรมจะบังคับให้ผู้ใช้ต้องคลิกปุ่มเป็นลำดับ ๆ ไป และจะไม่อนุญาตให้ผู้ใช้คลิกปุ่มที่ผิดลำดับขั้นตอนการทำงาน ดังนั้นผู้ใช้จะสามารถใช้งานโปรแกรมได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอนในการตรวจสอบ

3. ส่วนการเลือกปรับค่า Option ต่าง ๆ ของผู้ใช้ โดยในส่วนนี้จะถูกจัดรวมกลุ่มไว้ในด้านซ้ายของตัวโปรแกรม ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับค่าต่าง ๆ เพื่อเลือกรูปแบบการตรวจสอบ หรือการแสดงผลการตรวจสอบได้

และในส่วนนี้ยังมีการเพิ่มเติม ในส่วนการตรวจสอบภาพเฉพาะบริเวณ เพื่อใช้ตรวจสอบภาพในบริเวณที่ต้องการเท่านั้น โดยการควบคุมการใช้งานในส่วนนี้จะอยู่ในส่วน Sliding Window ทั้งหมด

3. ผลการทดลอง

3.1 เงื่อนไขในการทดลอง

ในขั้นแรกของการทดสอบโปรแกรมที่ออกแบบเพื่อสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพอัตโนมัติสำหรับงานพิมพ์ฉลากบรรจุภัณฑ์นั้น ได้มีการกำหนดเงื่อนไขของการทดสอบในด้านต่าง ๆ ไว้ดังนี้

- ภาพตัวอย่างฉลากบรรจุภัณฑ์ต้นแบบมีทั้งหมด 7 ภาพ ที่จะใช้ในการทดสอบโปรแกรม เพื่อทำการเก็บข้อมูล โดยใช้สแกนเนอร์ทำการการสแกนเก็บภาพไว้ในคอมพิวเตอร์ แทนการรับภาพจากกล้องวิดีโอ เพื่อป้องกันปัญหาในเรื่อง การควบคุมแสง เพราะถ้าให้แสงที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้สีภาพมีความผิดเพี้ยนได้ และในการสแกนนั้นจะได้ภาพที่มีความละเอียดของสูงมาก ซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปใช้ตรวจสอบหาความผิดเพี้ยนของโปรแกรมที่สร้างขึ้นมา

- ภาพที่ได้จากการสแกนจะเก็บอยู่ใน File Format ประเภท Bitmap (BMP) เท่านั้น เนื่องจากการเก็บภาพใน File Format นี้ไม่มีการลดรายละเอียดของภาพที่ได้จากการสแกน ดังนั้น ภาพที่ได้จากการสแกนจึงเหมือนกับภาพจริงทุกประการ และ ความผิดเพี้ยนบางกรณี มีขนาดเล็กมาก ๆ ดังนั้น ถ้าเก็บภาพที่ได้จากการสแกนใน File Format อื่น ๆ ที่มีการลดรายละเอียดของภาพ อาจจะทำให้ความผิดเพี้ยนนั้นหายไปจากภาพที่สแกนแล้วได้

- ภาพตัวอย่างฉลากบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมมีทั้งหมด 7 ภาพ โดยจะทำการสร้าง

ภาพทั้ง 7 ภาพให้มีความผิดเพี้ยนใกล้เคียงกับภาพที่มีความผิดเพี้ยนจริงที่ได้จากเหรียญทองการพิมพ์ โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop

3.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองเมื่อ ใช้โปรแกรมตรวจสอบความผิดเพี้ยน กับภาพทดสอบที่สร้างขึ้นมาให้ความผิดเพี้ยน ตามตัวอย่างที่ได้รับมาจากเหรียญทองการพิมพ์ โดยใช้รูปแบบการตรวจสอบทั้งภาพ แล้วแสดงผลให้ผู้ผู้ทราบว่ามี ความผิดเพี้ยนที่ใดบ้าง ได้ผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองใส่ค่า Option ต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้อง 100%

ปัญหา	Threshold		ตำแหน่งที่ผิดเพี้ยน	ตำแหน่งตรวจพบ	% ความถูกต้อง
	Mean	Variance			
กระดาษตั้งเครื่อง	10	10	ทั้งภาพ	ทั้งภาพ	100
น้ำแห้ง	10	10	ทั้งภาพ	ทั้งภาพ	100
ผ้ายางแตก	5	10	2	2	100
ฉลากไม่ตรง	5	10	3	3	100
สีน้ำแห้ง	1	10	48	48	100
ซีพริกสีเหลืองและซีบหลัง	1	10	8	8	100
ซีพริก	1	10	1	1	100

ตัวอย่าง ภาพผลการทดลองตรวจสอบปัญหาซีพริกสีเหลืองและซีบ หลัง ดังแสดงในรูปที่ 2 - 3

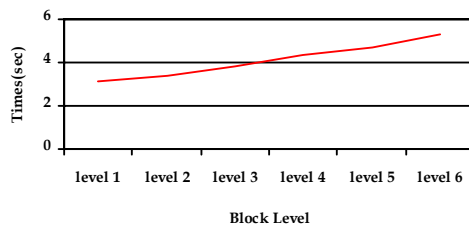


รูปที่ 2 ภาพต้นแบบ



รูปที่ 3 ภาพที่ตรวจสอบแล้ว

จากการทดสอบโปรแกรมที่สร้างขึ้น พบว่าเวลาประมวลผลจะขึ้นอยู่กับ ระดับ Block Level ที่ผู้ใช้เลือก ดังแสดงใน แผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Block Level กับเวลา

จากการทดลองเราสามารถสรุปหลักการเซตค่าของผู้ใช้ในการตรวจสอบความผิดเพี้ยนของภาพในกรณีต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลการทดสอบถูกต้องที่สุด และใช้เวลาน้อยที่สุด ดังนี้

- ภาพที่มีความผิดเพี้ยนทั้งภาพ

Block Level	ระดับ 1
Mean	1 - 10
Variance	1 - 100

- ภาพที่ผิดเพี้ยนเฉพาะบริเวณ

Block Level	ระดับ 2 - 4
Mean	1
Variance	≤ 50

- ภาพที่ผิดเพี้ยนเฉพาะบริเวณที่มีขนาดเล็กมาก

Block Level	ระดับ 1 - 6
Mean	1
Variance	≤ 10

4. สรุปผลการทดสอบ

4.1 สรุปผลการทดลอง

จากการออกแบบและพัฒนาในส่วนของการซอฟต์แวร์เพื่อใช้ตรวจสอบความผิดเพี้ยนของฉลากบรรจุภัณฑ์ สามารถสรุปผลของการสร้างโปรแกรมได้ดังนี้

1. สามารถเก็บข้อมูลภาพต้นแบบเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการตรวจสอบในขั้นถัดไป
2. สามารถตรวจหาความผิดเพี้ยนจากภาพที่วางตัวในแนวระดับเดียวกับภาพต้นแบบได้
3. สามารถตรวจหาความผิดเพี้ยนจากภาพที่ไม่วางตัวในแนวระดับเดียวกับภาพต้นแบบได้
4. สามารถทำการตรวจสอบเฉพาะบริเวณที่ต้องการในภาพได้
5. สามารถแสดงตำแหน่งที่มีความผิดเพี้ยนในภาพให้ผู้ใช้ทราบได้
6. สามารถเลือกรูปแบบการตรวจสอบได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ในกรณีต่าง ๆ

7. สามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับโปรแกรมได้

4.2 ข้อจำกัดของโปรแกรมที่สร้างขึ้น

1. ภาพที่ต้องการจะใช้ตรวจหาความผิดปกติจะต้องมีขนาดเท่ากับภาพที่ใช้เป็นภาพต้นแบบเพื่อทำการเปรียบเทียบ

2. ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบมาก ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการ การตรวจสอบแบบละเอียด เช่น การตรวจสอบที่ใช้ค่า Blocks Level สูง ๆ หรือ กรณีที่ภาพที่ต้องการตรวจสอบมีขนาดใหญ่มาก

3. เมื่อกล่าวถึงในส่วนของการพัฒนาซอฟต์แวร์ พบว่า จากการออกแบบระบบและได้ดำเนินการทดลองประสิทธิภาพของโปรแกรมที่สร้างขึ้นพบว่าสามารถตรวจพบความผิดปกติในกรณีต่าง ๆ จากตัวอย่างฉลากบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับจากทางห้างหุ้นส่วนเหริญทองการพิมพ์ ซึ่งถือว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง

เมื่อกล่าวถึงในส่วนของระบบตรวจสอบคุณภาพอัตโนมัติ พบว่าในตอนนี้นี้เราได้พัฒนาในส่วนซอฟต์แวร์จนสำเร็จแล้ว แต่ยังคงต้องรับภาพจากการสแกนภาพอยู่ ดังนั้น จึงยังจำเป็นต้องอาศัยการพัฒนาในส่วนการรับข้อมูลจากกล้องวิดิทัศน์เข้ามาประกอบด้วยในอนาคต

4.3 ข้อเสนอแนะสำหรับอนาคต

1. ระบบตรวจสอบคุณภาพอัตโนมัติสำหรับงานพิมพ์ฉลากบรรจุภัณฑ์ จะเสร็จสมบูรณ์ได้ จำเป็นต้องอาศัยการพัฒนาต่อในส่วนการรับภาพจากกล้องวิดิทัศน์

2. กล้องวิดิทัศน์ที่จะใช้ในการรับภาพจากฉลากบรรจุภัณฑ์ ที่วิ่งอยู่บนสายพาน จะต้องเป็นกล้องที่มีความสามารถสูง โดยต้องมีความเร็วของชัตเตอร์สูงมาก จึงจะสามารถจับภาพฉลากบรรจุภัณฑ์ที่วางอยู่บนสายพานที่วิ่งด้วยความเร็วสูงให้เป็นภาพนิ่งได้ และกล้องต้องให้ภาพที่มีความละเอียดสูงด้วย จึงจะสามารถนำภาพไปทำงานในส่วนของการตรวจหาความผิดปกติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ถ้าต้องการนำระบบนี้ไปใช้งานในรูปแบบ Online ควรที่จะเลือกใช้คอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงมาทำการประมวลผล เพื่อให้ได้ผลการตรวจสอบที่รวดเร็ว

4. สามารถนำหลักการจากโครงงานนี้ไปประยุกต์ สร้างระบบตรวจสอบคุณภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นอกจากสิ่งพิมพ์ได้ เช่น ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ ใน line การผลิต, ใช้ตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ หรือ เครื่องจักรต่าง ๆ เป็นต้น

5. ระบบนี้ถ้าทำสำเร็จจนครบวงจร จะสามารถช่วยในการพัฒนาอุตสาหกรรมการพิมพ์ของไทย โดยช่วยให้มีผลผลิตที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ช่วยลดปริมาณของเสียจากการผลิต และยังช่วยให้ประหยัดเงินทุนจากการสั่งซื้อระบบตรวจสอบคุณภาพจากต่างประเทศที่มีราคาสูงได้

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการกองทุนอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2546 และ ห้างหุ้นส่วนจำกัดเหริญทองการพิมพ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] "X-Press Robotic Proof-Reader," Global Vision Inc., www.globalvisioninc.com, Canada.
- [2] "I-PIX," Global Vision Inc., www.globalvision.com, Canada.
- [3] "PCD-B System," Futech Inc., www.futech.co.jp, Japan.
- [4] "Image Checker," Newlong., www.newlong.com, Japan.
- [5] T. Masuda, K. Mikami, and T. Shimada, "Printing Quality Monitoring System", Bulletin of Japanese Social of Printing Science and Technology, Vol. 24, No. 2 (1987), pp. 81-88.
- [6] K. Oka, S. Susuki, K. Yoshida, and H. Nakamura, "A New Inspection Method of Prints,"

Research Bulletin of the Printing Bureau, Ministry of Finance, No. 60, pp. 1-9

[7] K. Tanimisu, S. Meguro, and A. Ishii, "High-speed Defect Detection Method for Color printed Matter," IEEE, 1990

[8] Y. Xiao, C. Sodergard, J. Jaaski, "On-Line Control of the Color Printing Quality by Image Processing," Proceedings of IEEE Tencon, 1993

[9] S. E. Umbaugh, Computer Vision and Image Processing, International Edition, Prentice-Hall International, 1998

[10] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing". Second Edition, Prentice Hall, 2002