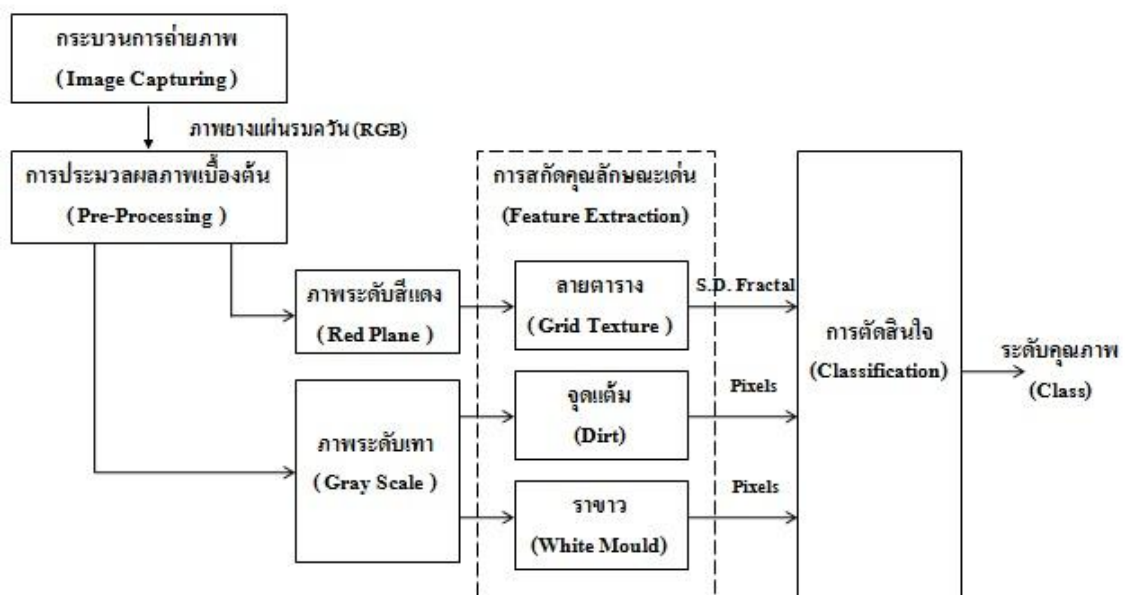


บทที่ 3 การตรวจวัดคุณภาพยางแผ่นรมควัน

3.1 โครงสร้างระบบที่นำเสนอ

เนื่องจากแสงสว่างและสิ่งรบกวนภายนอกอาจมีผลต่อรูปภาพที่จะใช้ทำงานทดลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่ของโทนสี ซึ่งอาจมีผลต่อการตัดสินใจระดับคุณภาพของแผ่นยางรมควันได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการเก็บภาพจากระบบปิดโดยผ่านกล้องซึ่งควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ โดยที่ทำการควบคุมแสงให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสมเพื่อให้ทุกภาพอยู่ในภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน จากการศึกษาแหล่งกำเนิดแสงที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดคุณภาพแผ่นยางรมควัน [10] โดยทำการเปรียบเทียบความชัดเจนของรอยดำหนิและลายบนพื้นผิวยาง โดยเปรียบเทียบระหว่างแหล่งกำเนิดแสงฟลูออเรสเซนต์ แหล่งกำเนิดแสงทั้งสแตนด์ แหล่งกำเนิดแสง LED สีต่างๆ ได้แก่ สีเขียว สีน้ำเงิน สีส้ม และสีแดง พบว่าแหล่งกำเนิดแสงฟลูออเรสเซนต์สามารถแสดงพื้นผิวยางและสิ่งแปลกปลอมในเนื้อยางได้ชัดเจนที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงชนิดอื่นหลังจากทำการเก็บภาพแล้วจะเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพเบื้องต้น และทำการแปลงภาพเป็นระดับสีแดง และระดับสีเทา จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการสกัดคุณลักษณะเด่น (Feature Extraction) เพื่อทำการตรวจหาฟองอากาศ รอยจุดดำ และรอยขาว ก่อนเข้าสู่กระบวนการตัดสินใจเพื่อคัดแยกระดับคุณภาพต่อไป แสดงไดอะแกรมดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ

3.2 การตรวจหาฟองอากาศด้วยมิติแฟร็กทัล

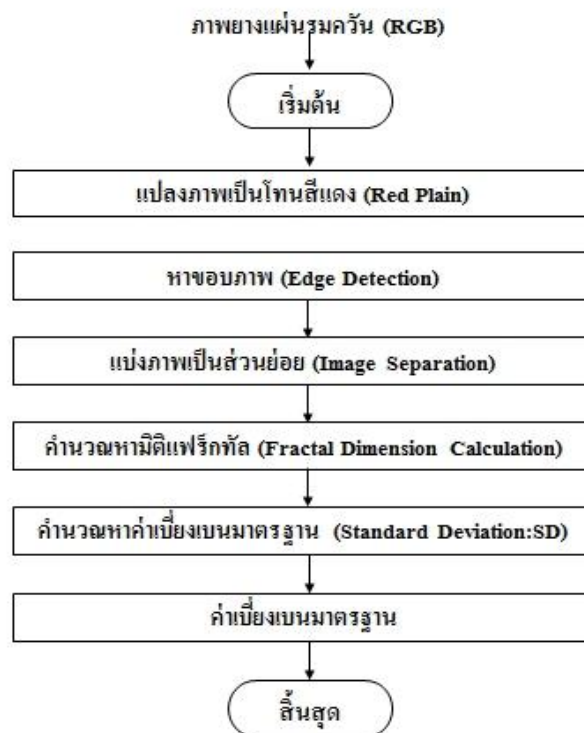
เนื่องจากฟองอากาศมีลักษณะที่ค่อนข้างกลม และมีสีที่ใกล้เคียงกับพื้นหลังมาก (Low Contrast) ทำให้ยากต่อการพิจารณา แต่พื้นผิวบริเวณปกติของแผ่นยางรมควันมีลักษณะเป็นรอยตารางที่สม่ำเสมอ (Similarity) ต่างจากบริเวณที่มีฟองอากาศที่ทำให้ลายตารางบนพื้นผิวถูกลบเลือน งานวิจัยนี้จึง

ประยุกต์ใช้มิติแฟร็กทัล (Fractal Dimension) โดยอาศัยคุณสมบัติความสม่ำเสมอของลายพื้นผิว และนำไปพิจารณาร่วมกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อตรวจหาบริเวณที่มีฟองอากาศ



รูปที่ 3.2 เปรียบเทียบลายพื้นผิวของ (ก)แผ่นยางรมควันคุณภาพ และ (ข)แผ่นยางที่มีฟองอากาศ

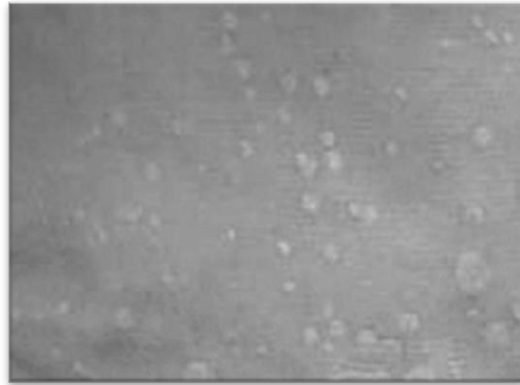
ขั้นตอนในการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.3 เริ่มจากทำการแปลงภาพสีที่เข้ามาให้เป็นระนาบสีแดงก่อนทำการหาขอบภาพเพื่อหาลายเส้นขอบของตาราง หลังจากกระบวนการนี้ภาพเส้นขอบจะถูกแบ่งเป็นส่วนย่อย 16 ส่วนเพื่อทำการหาค่ามิติแฟร็กทัล (Fractal Dimension) ของแต่ละส่วนเพื่อเปรียบเทียบกัน และใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงถึงการกระจายตัวของค่ามิติแฟร็กทัลของแต่ละบริเวณย่อย ซึ่งแสดงถึงคุณสมบัติของความเหมือนกันของแผ่นยางแต่ละแผ่น



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการตรวจหาฟองอากาศ

3.2.1 การแปลงภาพเป็นระดับสีแดง (Red Plane)

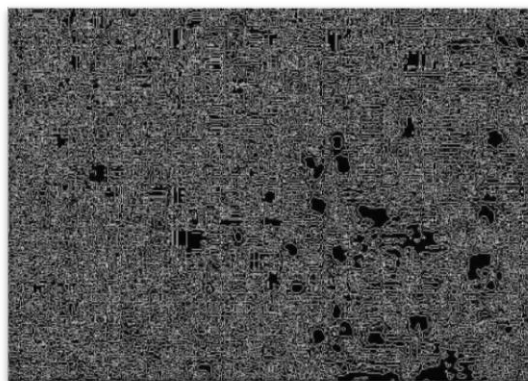
ในการทดลองนี้ทำการแปลงภาพต้นฉบับซึ่งเป็น RGB ให้เป็นระนาบสีต่างๆคือภาพระดับสีแดง ภาพระดับสีเขียว ภาพระดับสีน้ำเงิน และภาพระดับสีเทา ซึ่งจากการทดลองพบว่า ภาพระดับสีแดงมีความชัดเจนและเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากฟองอากาศและพื้นหลังมีสีที่ใกล้เคียงกันมาก และมีความเข้มระดับสีใกล้เคียงทางระนาบสีแดงมากที่สุด ในการตรวจหาฟองอากาศนี้จึงเลือกใช้ระนาบสีแดงในการพิจารณา



รูปที่ 3.4 ภาพระดับสีแดงของแผ่นยางที่มีฟองอากาศ

3.2.2 การหาขอบภาพ

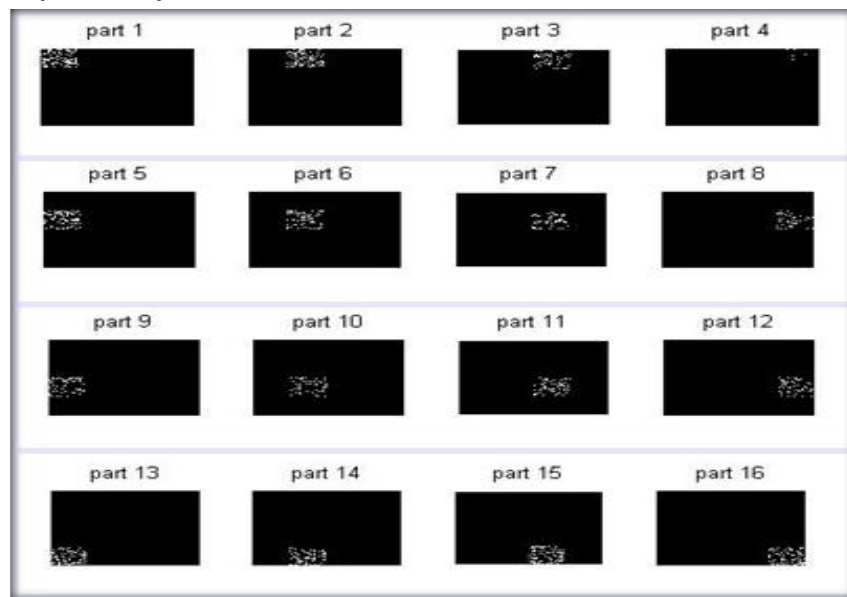
ในขั้นตอนนี้จะประยุกต์ใช้วิธีการหาขอบภาพของ Prewitt ซึ่งเป็นการหาขอบภาพอนุพันธ์อันดับ 1 เนื่องจากการไม่มีการเชื่อมต่อกันของขอบภาพบริเวณใกล้เคียง ทำให้เส้นขอบที่ได้จากการหาด้วยวิธี Prewitt เป็นเส้นที่เกิดขึ้นจริง และในส่วนของบริเวณที่ถูกกลบเลือนรอยตารางทำให้ไม่มีการเชื่อมต่อของเส้นจะถูกเว้นว่างไว้อย่างชัดเจน เพื่อที่จะทำการหาเส้นของลายตารางบนพื้นผิวยาง ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบการหาเส้นขอบพื้นผิวแผ่นยางรมควันด้วยวิธีอื่นๆ แสดงดังรูปที่ 2.6 และได้เลือกใช้วิธีของ Prewitt ช่วยในการหาขอบภาพ ซึ่งแสดงผลดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงขอบภาพที่หาได้ด้วยวิธีของ Prewitt

3.2.3 การแบ่งภาพเป็นส่วนย่อย (Image Separation)

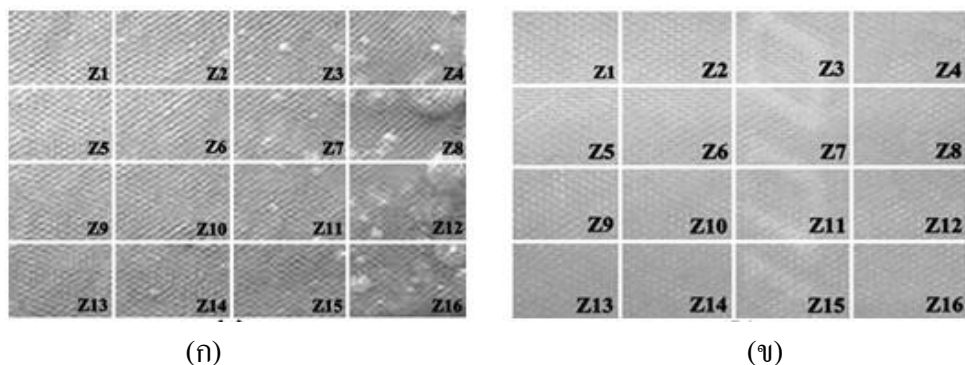
หลังจากที่ทำการหาขอบภาพของแผ่นยางรมควันแล้ว ในขั้นตอนนี้จะทำการแบ่งภาพเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อที่จะสามารถทำการเปรียบเทียบค่ามิติแฟร็กทัลของแต่ละบริเวณได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำนายบริเวณที่มีฟองอากาศซึ่งมีค่าที่ผิดปกติจากออกจากกลุ่มได้ ในการประยุกต์ใช้งานจริงจึงไม่จำเป็นที่จะต้องละทิ้งทั้งแผ่น แต่สามารถระบุบริเวณที่มีฟองอากาศที่ต้องการละทิ้ง ซึ่งจะประหยัดทรัพยากรได้มากกว่า ได้เพื่อเตรียมที่จะใช้ในการคำนวณในขั้นตอนต่อไป โดยที่ค่ามิติแฟร็กทัลจะถูกคำนวณจากภาพส่วนย่อยที่ถูกแบ่ง ดังรูป 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงขอบภาพของส่วนย่อยในแต่ละส่วนที่ถูกแบ่ง

3.2.4 การคำนวณหาค่ามิติแฟร็กทัล (Fractal Dimension Calculation)

ในขั้นตอนนี้จะทำการหาค่ามิติแฟร็กทัลของแต่ละบริเวณที่ถูกแบ่งซึ่งแสดงในรูปที่ 3.6 โดยจะใช้วิธีดิฟเฟอเรนเชียลบ็อกซ์เคาน์ติ้งที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 มาทำการหาค่ามิติแฟร็กทัลของแต่ละส่วน รูปที่ 3.7 และตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบระหว่างค่ามิติแฟร็กทัลในแต่ละส่วนของแผ่นยางคุณภาพและแผ่นยางที่มีตำหนิจากฟองอากาศ

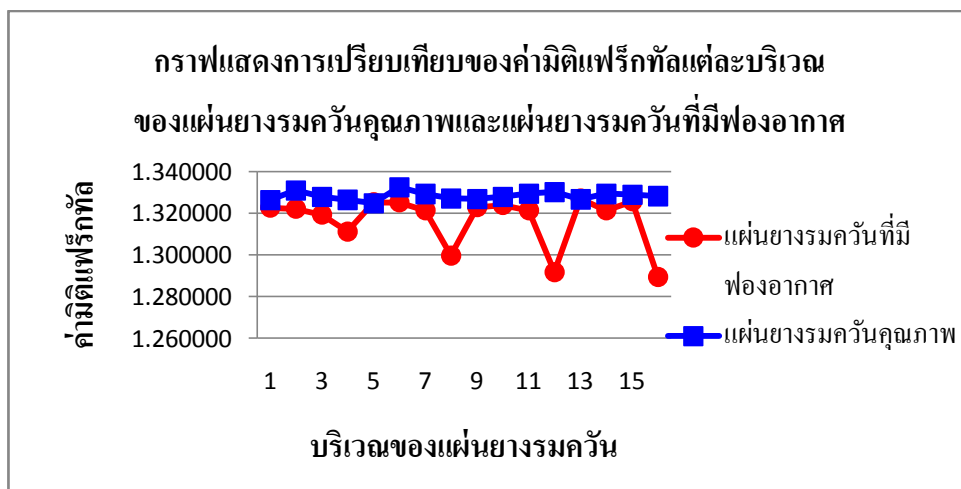


รูปที่ 3.7 (ก) แผ่นยางที่มีฟองอากาศและ (ข) แผ่นยางคุณภาพ ที่ถูกแบ่งเป็นส่วนย่อยจำนวน 16 ส่วน

จากรูปที่ 3.7 สังเกตได้ว่าในบริเวณที่มีฟองอากาศจะมีพื้นที่ผิวที่ไม่เหมือนกันเนื่องจากลายตารางถูกลบเลื่อนไป ดังนั้นเมื่อคำนวณหาปริมาตรแฟร็กทัลจะได้ค่าที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งจะเห็นถึงความแตกต่างของแต่ละบริเวณได้อย่างชัดเจนเมื่อนำค่าตัวอย่างมาวาดกราฟดังรูปที่ 3.8

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบค่ามิติแฟร็กทัลแต่ละบริเวณของแผ่นยางที่มีฟองอากาศและแผ่นยางคุณภาพ

บริเวณ	ค่ามิติแฟร็กทัล	
	แผ่นยางที่มีฟองอากาศ	แผ่นยางคุณภาพ
Z1	1.322583	1.326342
Z2	1.322068	1.330905
Z3	1.319249	1.327772
Z4	1.311143	1.326400
Z5	1.325165	1.324793
Z6	1.325193	1.332348
Z7	1.321305	1.329189
Z8	1.29962	1.326957
Z9	1.332924	1.326766
Z10	1.323915	1.327714
Z11	1.321393	1.329419
Z12	1.291607	1.330007
Z13	1.326919	1.326679
Z14	1.321273	1.329232
Z15	1.3257	1.328771
Z16	1.289404	1.328164
mean	1.316843	1.328216



รูปที่ 3.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่ามิติแฟร็กทัลแต่ละบริเวณของกลุ่มตัวอย่างระหว่างแผ่นยางรมควันที่มีฟองอากาศและแผ่นยางรมควันคุณภาพ

3.2.5 การคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

หลังจากทำการหาค่ามิติแฟร็กทัลในแต่ละบริเวณแล้ว ในขั้นตอนนี้จะทำการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation ; S.D.) โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

โดยที่ σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

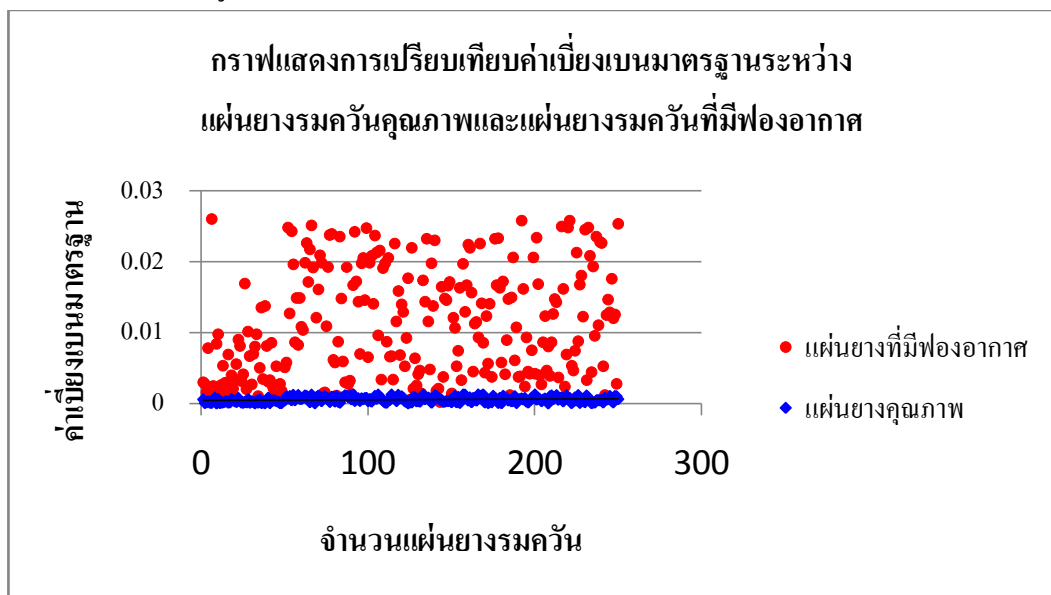
N คือ จำนวนบริเวณทั้งหมด (16)

i คือ 1,2,3,...16

x_i คือ ค่ามิติแฟร็กทัลของตัวที่ i

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยของค่ามิติแฟร็กทัลทั้ง 16 ค่า

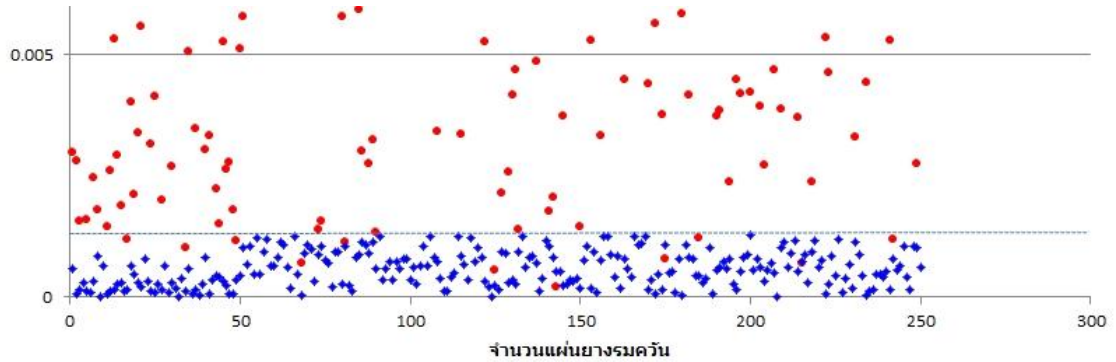
หลังจากการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ามิติแฟร็กทัลของยางแผ่นรมควันแต่ละแผ่น จะพบว่าทุกบริเวณที่ถูกแบ่งของแผ่นยางรมควันคุณภาพจะมีค่ามิติแฟร็กทัลที่ใกล้เคียงกันมาก ซึ่งเมื่อนำค่ามิติแฟร็กทัลกลุ่มนี้มาหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะพบว่ามีค่าที่ต่ำมาก เนื่องจากความเหมือนกันของแต่ละบริเวณ แตกต่างจากค่ามิติแฟร็กทัลของแผ่นยางที่มีตำหนิจากฟองอากาศซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูง ดังนั้นเมื่อนำมาหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่าที่สูงกว่า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแผ่นยางรมควันทั้งสองชนิดดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างแผ่นยางรมควันคุณภาพและแผ่นยางรมควันที่มีฟองอากาศ

เมื่อพิจารณารูปที่ 3.9 หากต้องการคัดแยกเพียงแค่แผ่นยางรมควันที่มีฟองอากาศให้ออกจากกลุ่มโดยไม่สนใจรอยตำหนิอื่นๆ เราสามารถใช้ค่าขีดเริ่ม (Threshold) ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากกลุ่ม

ตัวอย่างมาทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้ โดยกลุ่มแผ่นยางรมควันคุณภาพจะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ต่ำมาก และในทางตรงข้ามกลุ่มของแผ่นยางรมควันที่มีฟองอากาศจะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงกว่าดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ภาพขยายของรูปที่ 3.9

โดยมีเส้นขีดเริ่มค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้แบ่งเท่ากับ 0.000836 ในงานวิจัยนี้ไม่เพียงแต่พิจารณาในส่วนของฟองอากาศเท่านั้น แต่ยังพิจารณาดำหนิที่สำคัญอีกสองส่วนคือรอยจุดแถมและราขาว โดยจะกล่าวต่อไปในหัวข้อ 3.3 และ 3.4 ซึ่งจะถูกพิจารณาร่วมกันโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

ในส่วนของขั้นตอนนี้จะสิ้นสุดที่การได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ามิติแฟร็กทัลของแผ่นยางรมควันแต่ละแผ่น เพื่อนำไปป้อนเป็นอินพุตให้กับโครงข่ายประสาทเทียมในขั้นตอนการตัดสินใจต่อไป

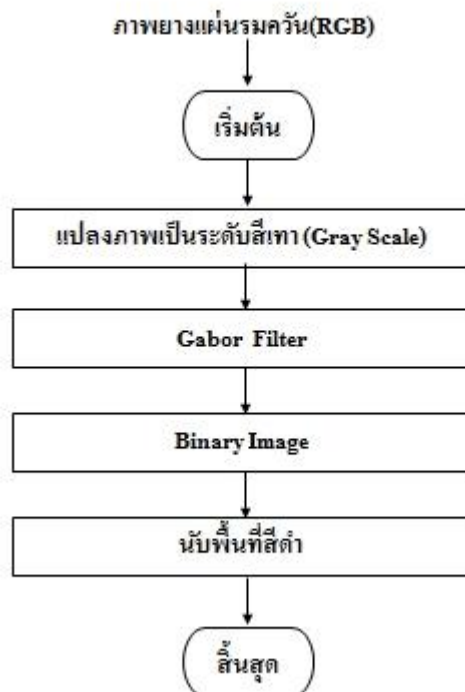
3.3 การตรวจหารอยจุดแถมด้วยตัวกรองกาบอร์

รอยจุดแถมหรือรอยค่างดำหรือรอยเปื้อนเป็นตำหนิอีกชนิดหนึ่งที่ทำให้แผ่นยางรมควันด้อยคุณภาพ ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการผลิต หรือกระบวนการขนส่ง โดยลักษณะของรอยจุดแถมจะมีขนาดและรูปร่างที่ไม่แน่นอน โดยทั่วไปมักจะมีสีที่เข้มกว่าสีของพื้นผิวปกติอย่างเห็นได้ชัด ข้อแตกต่างอย่างหนึ่งของลักษณะเด่นจากรอยจุดแถมที่ชัดเจนคือบริเวณของรอยเปื้อนไม่ได้ทำให้ลายตารางหายไปซึ่งแตกต่างกับตำหนิของฟองอากาศ การซ้อนทับกันของรอยจุดแถมและลายตารางโดยเฉพาะบริเวณเส้นขอบทำให้หาพื้นที่ได้ยาก งานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้ตัวกรองกาบอร์ในการกรองรอยตารางออกไปก่อนที่จะทำการหาพื้นที่รอยจุดแถมที่เกิดขึ้น



รูปที่ 3.11 พื้นผิวของแผ่นยางรมควันที่มีรอยต่างค่า

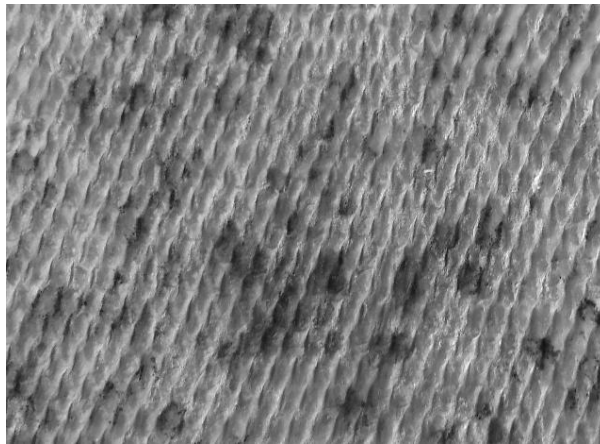
ในขั้นตอนนี้จะกล่าวถึงกระบวนการในการตรวจหารอยจุดแค้นบนแผ่นยางรมควันซึ่งมีขั้นตอนการทำงานตามบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 3.12 หลังจากทำการแปลงภาพต้นฉบับ (RGB) ให้เป็นภาพระดับเทาแล้ว จะเข้าสู่การกรองโดยตัวกรองกาบอร์เพื่อลบเลือนลายตารางออกไป ก่อนที่จะทำการแปลงเป็นภาพขาวดำด้วยค่าขีดเริ่มอัตโนมัติและหาอัตราส่วนพื้นที่ของรอยจุดแค้นต่อพื้นที่ทั้งหมด อธิบายรายละเอียดในหัวข้อย่อยที่จะกล่าวต่อไป



รูปที่ 3.12 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการตรวจหารอยจุดแค้น

3.3.1 แปลงภาพเป็นระดับสีเทา (Gray Scale)

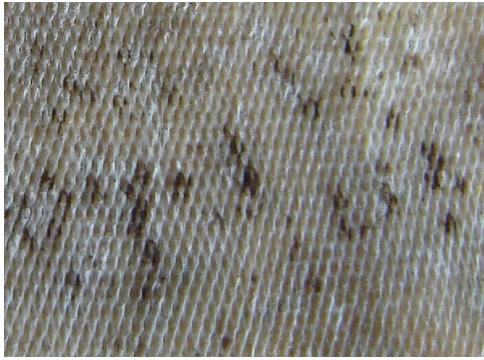
ในขั้นตอนแรกของการหารอยจุดแถมจะทำการแปลงภาพเป็นระดับสีเทาก่อนเนื่องจากต้องการพิจารณาในระนาบสีเดียวและรอยตำหนิจุดแถมสามารถมองเห็นได้ชัดเจนในระนาบสีเทา ซึ่งรูปตัวอย่างหลังจากการแปลงเป็นระนาบสีเทาแล้วแสดงดังรูปที่ 3.13 หลังจากทำการแปลงภาพแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป



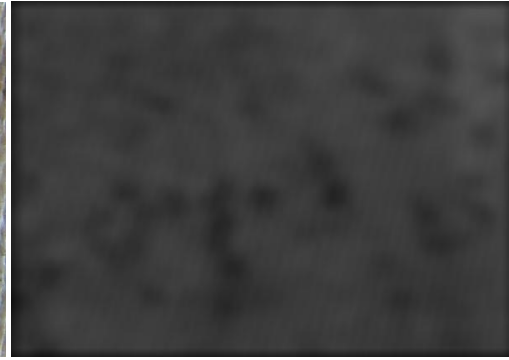
รูปที่ 3.13 ภาพในระนาบสีเทาของแผ่นยางรมควันตัวอย่างที่มีรอยจุดแถม

3.3.2 ตัวกรองกาบอร์(Gabor Filter)

เป็นตัวกรองผ่านแถบความถี่แบบสองมิติชนิดหนึ่ง ที่มีทั้งคุณสมบัติของการให้ผ่านได้เฉพาะความถี่และทิศทางที่ถูกกำหนดไว้เท่านั้น และยังเป็นฟิลเตอร์ที่ให้ผลทั้งในทางโดเมนระยะห่าง และในทางโดเมนความถี่ลักษณะของ Gabor Filter คือ Filter ที่รวมกันของ Gaussians และคลื่น Sinusoids ทำให้ Gabor Filter สามารถระบุตำแหน่งที่ปรากฏในทางระนาบตำแหน่งและระนาบความถี่พร้อมกันได้ รูปร่างของ Gabor Filter จะมีลักษณะคล้ายกับผลการตอบสนองของเซลล์การมองเห็นของมนุษย์ ดังนั้นจึงเหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการกรองเอาความถี่และทิศทางที่ต้องการจากภาพ Gabor Filter จากรูปที่ 3.14 (ก) แสดงให้เห็นว่ารูปแผ่นยางรมควันส่วนใหญ่จะมีลายตารางที่เป็นไปในลักษณะของทิศทางเฉียงไปทางแนวตั้ง ซึ่งการใช้ตัวกรองกาบอร์ที่มีทิศเฉียงไปทางแนวนอนมีความเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากทำให้ลายตารางถูกลบเลือนไปได้ดี จึงสามารถพิจารณารอยจุดแถมได้ชัดเจนมากกว่าทิศทางอื่น จากการทดลองทิศทาง 30 องศาสามารถลบเลือนรอยตารางที่ดีที่สุดดังรูป 3.14 (ค)



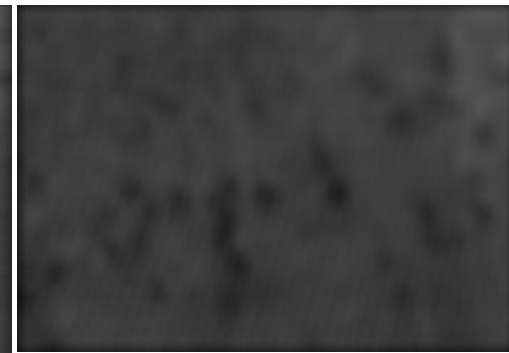
รูปที่ 3.14 (ก) ภาพต้นฉบับ



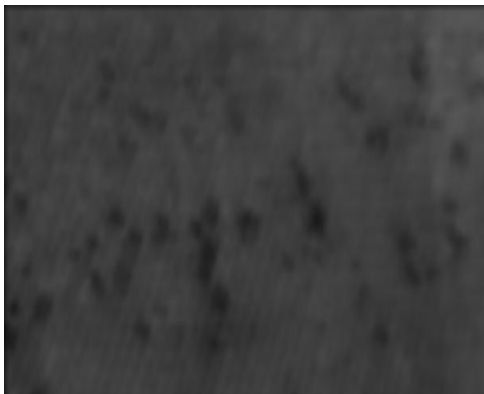
รูปที่ 3.14 (ข) ทิศทาง 0 องศา



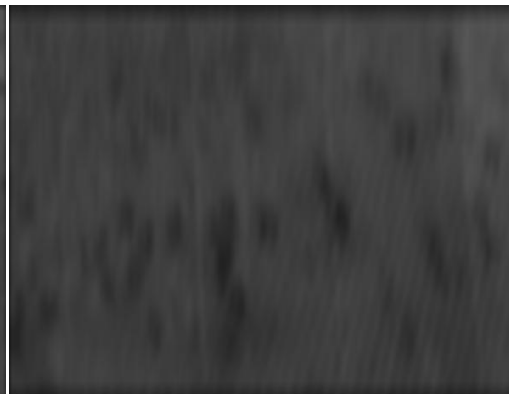
รูปที่ 3.14 (ค) ทิศทาง 30 องศา



รูปที่ 3.14 (ง) ทิศทาง 45 องศา



รูปที่ 3.14 (จ) ทิศทาง 60 องศา

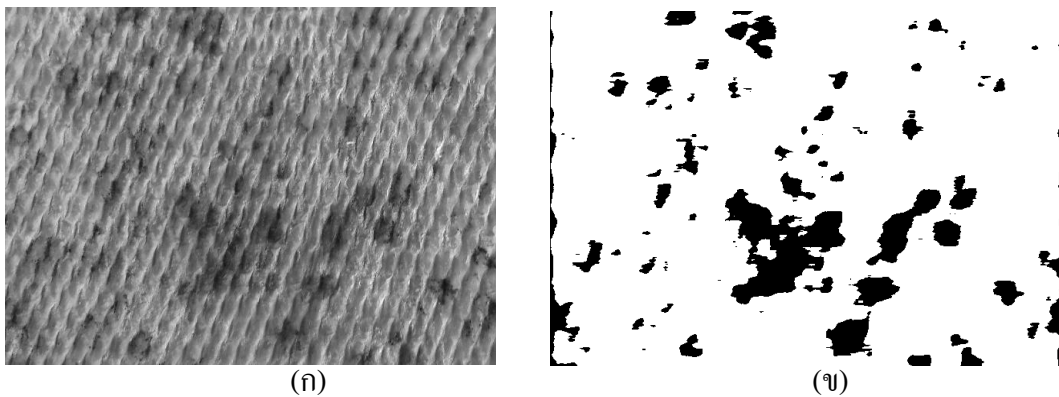


รูปที่ 3.14 (ฉ) ทิศทาง 90 องศา

รูปที่ 3.14 ภาพระดับสีเทาเมื่อผ่านตัวกรองกบอร์ที่ทิศทางต่าง ๆ

3.3.3 ภาพขาวดำ(Binary Image)

หลังจากภาพระดับสีเทาได้ผ่านตัวกรองกามอร์เพื่อทำการลบเลือนรอยตารางแล้ว ในขั้นตอนนี้จะทำการแปลงภาพเป็นขาวดำเพื่อหาพิกเซลของรอยจุดแถมหรือรอยเปื้อน ซึ่งในการแปลงภาพขาวดำสำหรับขั้นตอนนี้ได้เลือกใช้วิธี Optimal Local Peak ซึ่งเป็นการหาค่าขีดเริ่มจากจุดสูงสุดย่อย (Local Peak) ในช่วงค่าระดับสี (Intensity) ต่างๆ จากการทดลองนี้ได้พิจารณากลุ่มตัวอย่างจำนวน 500 ภาพพบว่าค่าระดับสีของบริเวณที่เป็นรอยจุดแถมหรือรอยเปื้อนจะอยู่ในช่วง 50-80 ด้วยเหตุนี้จึงได้พิจารณาจุดสูงสุดย่อย (Local Peak) แรกที่พบจากช่วงค่าระดับสีดังกล่าวและกำหนดเป็นค่าขีดเริ่มเพื่อคัดแยกบริเวณรอยเปื้อนและพื้นหลังออกจากกัน พื้นที่บริเวณจุดแถมจะปรากฏขึ้นอย่างชัดเจน ดังรูปที่ 3.15 (ข)



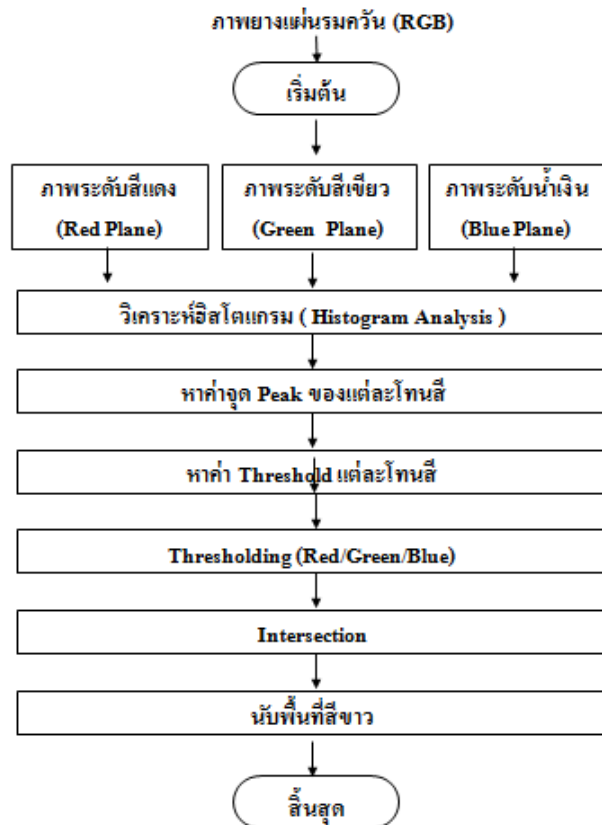
รูปที่ 3.15 เปรียบเทียบภาพแผ่นยางรมควันในระดับสีเทา (ก) และภาพขาวดำหลังจากสิ้นสุดกระบวนการตรวจหารอยจุดแถม (ข) โดยผ่านตัวกรองกามอร์

เมื่อได้ภาพขาวดำแล้ว พิจารณาสัดส่วนสีขาวที่เป็นพื้นผิวปกติ และส่วนสีดำที่เป็นรอยจุดแถม จากนั้นทำการนับพื้นที่สีดำและพื้นที่ทั้งหมด แล้วทำการหาอัตราส่วนพื้นที่จุดแถมส่วนด้วยพื้นที่ผิวทั้งหมด พิจารณารูปที่ 3.15(ข) ทำการนับพื้นที่สีดำและพื้นที่สีขาวได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่สีดำ (บริเวณรอยจุดแถม)} &= 149,929 \text{ พิกเซล} \\
 \text{พื้นที่ทั้งหมด} &= 1,193,307 \text{ พิกเซล} \\
 \text{อัตราส่วนพื้นที่จุดแถมส่วนพื้นที่ทั้งหมด} &= 149,929 / 1,193,307 \text{ พิกเซล} \\
 &= 0.1256
 \end{aligned}$$

3.4 การตรวจหาราขาว

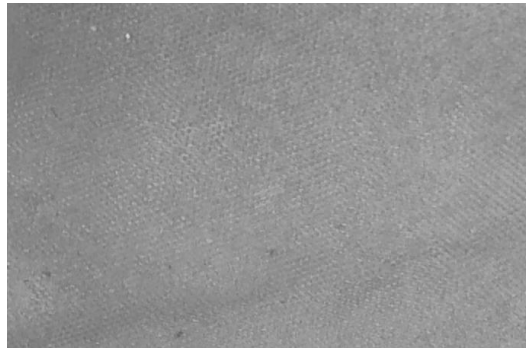
คำนิษณิตสุดท้ายที่งานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจหาคือ ราขาว ซึ่งเกิดจากความชื้น ราขาวมีลักษณะเป็นจุดเล็กๆ เกาะกลุ่มกัน มีสีขาวคล้ายฝุ่นแป้งบางๆ กระจายอยู่ทั่วไป การตรวจสอบราขาวนี้จะใช้วิธีการตรวจสอบราขาวด้วยค่าขีดเริ่มของการเปลี่ยนคุณลักษณะของสี [5] ซึ่งจะพิจารณาในแต่ละระนาบสีของกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง เพื่อหาค่าขีดเริ่มทางสถิติที่จะใช้ในการตรวจหาราขาว ซึ่งมีขั้นตอนการตรวจหาราขาวดังรูปที่ 3.16



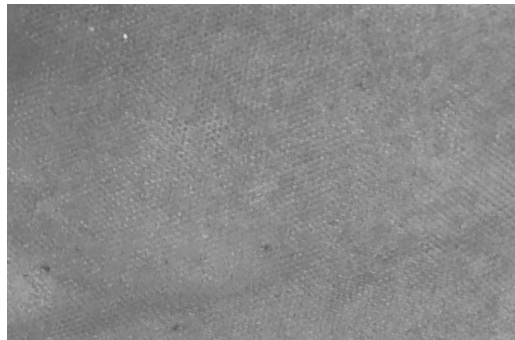
รูปที่ 3.16 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการตรวจหาราขาว [5]

3.4.1 การแปลงภาพในแต่ละระดับสี

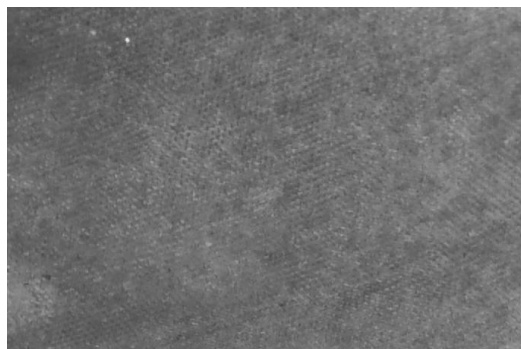
ภาพที่ถูกนำเข้ามาประมวลผลจะเป็นในรูปแบบของ RGB ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการประมวลผลรวม ในขั้นตอนนี้จะทำการแปลงภาพในแต่ละระดับสีได้แก่ ระนาบสีแดง ระนาบสีเขียว และระนาบสีน้ำเงิน เพื่อนำมาพิจารณาร่วมกัน ดังรูป 3.17



(ก)



(ข)

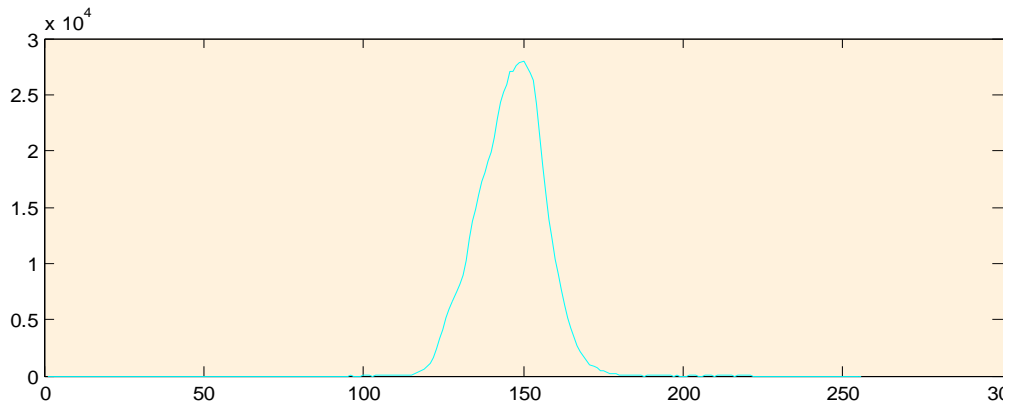


(ค)

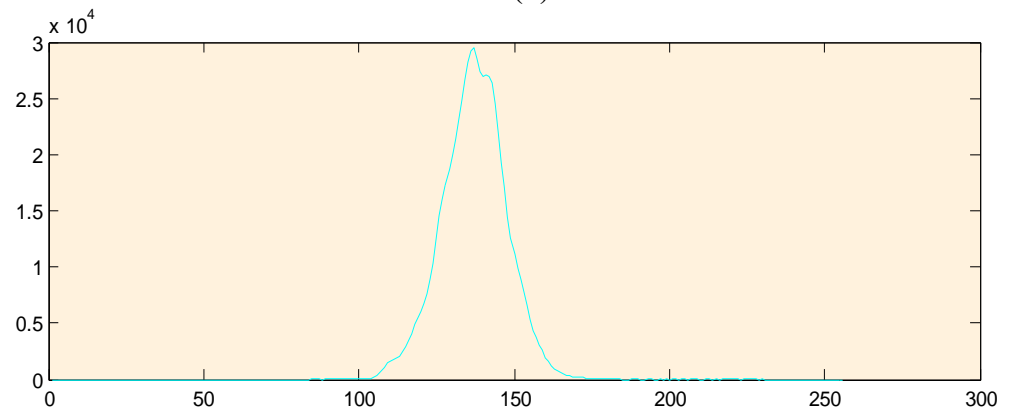
รูปที่ 3.17 ภาพแผ่นยางรมควันที่มีราขาวในระดับสีแดง(ก) ระดับสีเขียว (ข) และระดับสีน้ำเงิน(ค)

3.4.2 การวิเคราะห์ฮีโตแกรม

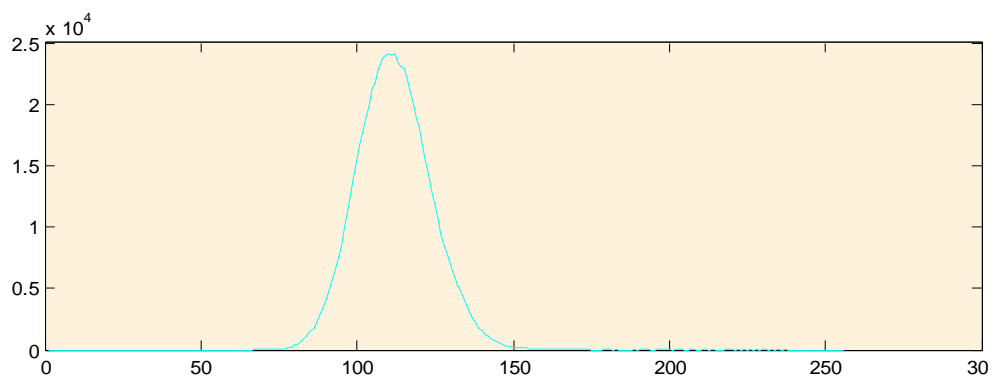
หลังจากที่ทำการแปลงภาพเป็นระดับสีต่างๆ ในหัวข้อ 3.5.1 แล้ว ในขั้นตอนนี้ทำการวาดฮีโตแกรมของแต่ละระดับสี เพื่อที่จะใช้พิจารณาหาค่าขีดเริ่มของคุณลักษณะของสีในขั้นต่อไป



(ก)



(ข)

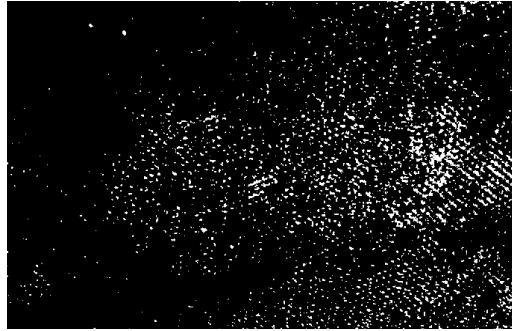


(ค)

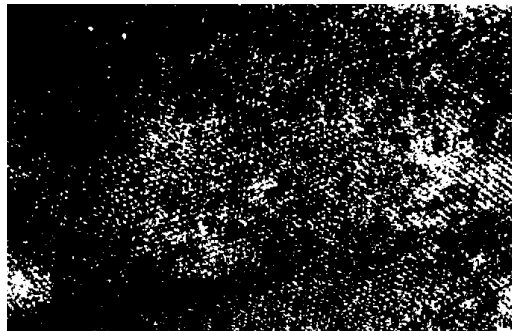
รูปที่ 3.18 แสดงฮีโตแกรมของระดับสีแดง(ก) ระดับสีเขียว (ข) และระดับสีน้ำเงิน(ค)

3.4.3 การหาค่าขีดเริ่มของคุณลักษณะของสี

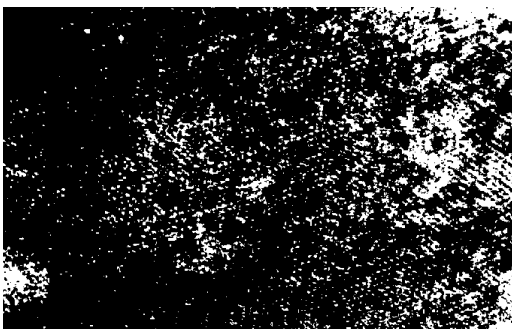
หลังจากที่ทำการวาดกราฟของฮิสโตแกรมในแต่ละระนาบสีแล้ว ขั้นตอนนี้จะทำการหาค่าจุดสูงสุด (Peak) ของแต่ละระดับสี เพื่อที่จะใช้เป็นค่าขีดเริ่มในการแปลงภาพเป็นระดับขาวดำ โดยให้ทุกค่าที่ต่ำกว่าค่าขีดเริ่มเป็นสีดำ และค่าที่สูงกว่าค่าขีดเริ่มเป็นสีขาวซึ่งก็คือภาพที่เกิดขึ้นบนแผ่นยางรมควัน ดังรูป 3.19



(ก)



(ข)



(ค)

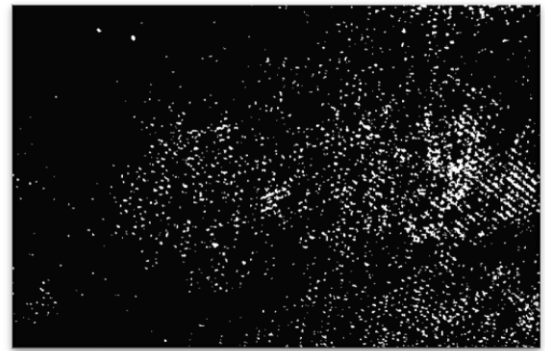
รูปที่ 3.19 แสดงภาพขาวดำของระดับสีแดง(ก) ระดับสีเขียว (ข) และระดับสีน้ำเงิน(ค)

3.4.4 การพิจารณาหาจำนวนพิกเซลของราชว

หลังจากที่ได้ทำการแปลงภาพเป็นระดับขาวดำด้วยค่าขีดเริ่มของแต่ละระดับสีแล้ว ในขั้นตอนนี้จะนำรูปภาพของแต่ละระดับสีมาหาส่วนที่ซ้ำกันโดยใช้วิธีอินเตอร์เซกชัน ดังรูป 3.20 ซึ่งจะเป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยรูปภาพที่ได้มาจากขั้นตอนนี้จะถูกลบบริเวณพื้นที่ของราชวเพื่อหาอัตราส่วนของบริเวณราชวต่อบริเวณพื้นที่ทั้งหมด



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.20 เปรียบเทียบภาพแผ่นยางรมควันRGB ก่อนประมวลผล (ก) และหลังตรวจหาราชว (ข)

จากรูป 3.20 เมื่อทำการนับพื้นที่สีขาวซึ่งเป็นบริเวณราชวเทียบกับพื้นที่ทั้งหมด จะได้ว่า

พื้นที่สีขาว (บริเวณราชว) = 35,320 พิกเซล

พื้นที่ทั้งหมด = 702,440 พิกเซล

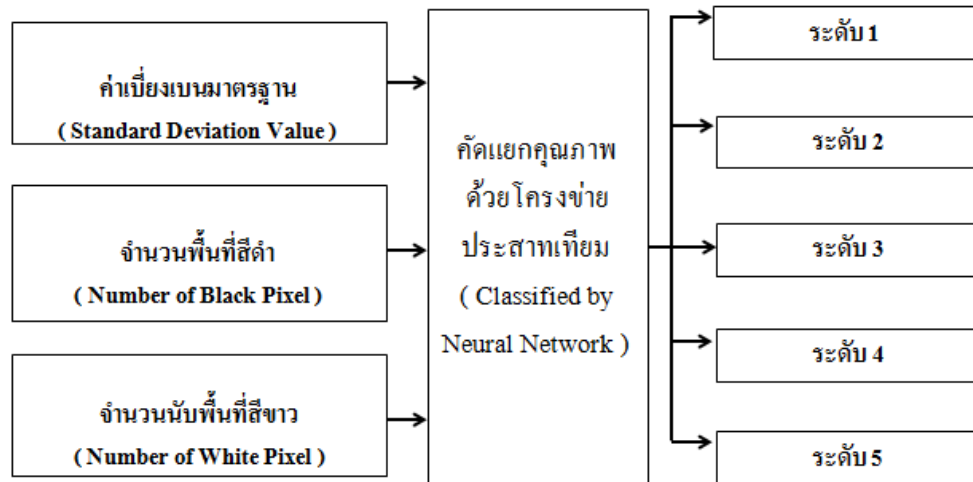
อัตราส่วนพื้นที่จุดเต็มส่วนพื้นที่ทั้งหมด = $35,320 / 702,440$ พิกเซล

= 0.0502

อัตราส่วนที่ได้จากขั้นตอนนี้จะถูกนำไปใช้เป็นค่าอินพุตตัวที่ 3 ของโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อทำการคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควันออกเป็น 5 ระดับตามมาตรฐาน ในขั้นตอนต่อไป

3.5 การคัดแยกคุณภาพแผ่นยางรมควันด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

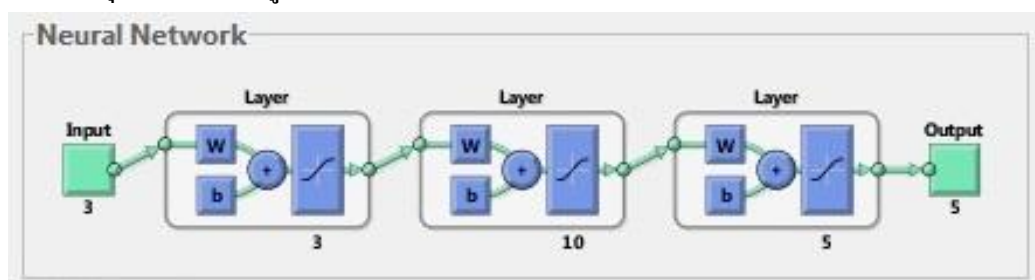
หลังจากที่ทำการตรวจหารอยตำหนิที่ส่งผลต่อระดับคุณภาพยางแผ่นรมควันทั้ง 3 ชนิด ดังที่ได้กล่าวไปในหัวข้อ 3.2 – 3.4 ในขั้นตอนนี้จะใช้ค่าที่ได้จากแต่ละกระบวนการมาใช้เป็นอินพุตของโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อคัดแยกคุณภาพของยางแผ่นรมควันให้เป็น 5 ระดับตามมาตรฐานของสมาคมยางพาราโลก โครงสร้างระบบโดยรวมแสดงดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 แสดงอินพุตและเอาต์พุตของโครงข่ายประสาทเทียม

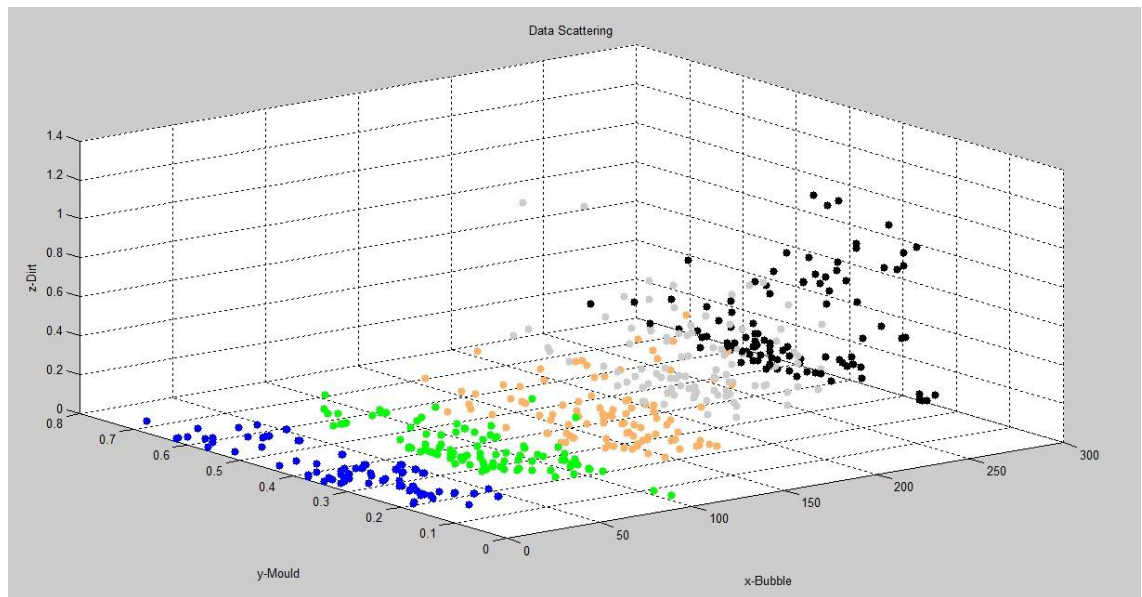
ในระบบของการตัดสินใจในขั้นตอนของการคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควันนี้ต้องการความถูกต้องและแม่นยำสูงระดับหนึ่ง นอกจากนี้ในมุมมองของเวลาที่ใช้ในการประมวลผลก็เป็นปัจจัยที่สำคัญเช่นกัน เนื่องจากการประยุกต์ใช้งานจริงนั้น จะใช้ในอุตสาหกรรมซึ่งต้องการความเร็วที่ยอมรับได้เมื่อเทียบกับการพิจารณาด้วยสายตามนุษย์ ดังนั้นในขั้นตอนนี้ได้ประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบการแพร่กระจายไปข้างหน้า (Feed Forward Artificial Neural Network) ซึ่งอาศัยการเรียนรู้ด้วยการแพร่ความผิดพลาดกลับ (Error Back-Propagation) เพื่อพิจารณาตัดสินใจระดับคุณภาพยางแผ่นรมควัน ซึ่งวิธีการนี้เป็นการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised) โดยมีลักษณะเด่นคือใช้หน่วยความจำน้อยและมีส่วนช่วยลดขนาดของข้อมูล (Data Reduction) ซึ่งส่งผลให้มีการทำงานได้เร็ว เมื่อเทียบกับวิธี Feed Backward ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูง และมีความเรียบง่ายเช่นกัน แต่ใช้หน่วยความจำมากกว่าจึงสิ้นเปลืองเวลาการประมวลผลมากกว่า

จากรูป 3.21 เมื่อนำค่าอินพุตทั้ง 3 ตัว จากกลุ่มข้อมูลตัวอย่างละ 100 แผ่นของทั้ง 5 ระดับชั้น ป้อนเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ (Training) เพื่อทำการหาค่าเมตริกซ์ของค่าน้ำหนัก (Weight) ดังสมการที่ 2.28 ในการทดลองนี้ประกอบด้วยนิรอน 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นอินพุต ชั้นซ่อน และชั้นเอาต์พุต ดังแสดงในรูป 3.22



รูปที่ 3.22 แสดงระดับชั้นของนิรอนที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองนี้ จำนวนข้อมูลของตำหนักทั้ง 3 ชนิดจะถูกป้อนเข้าสู่ระบบในฐานะอินพุตจำนวน 3 ค่า และกำหนดให้ชั้นซ่อนมีจำนวน 10 ชั้น ซึ่งจะเกิดการเรียนรู้จนได้ค่าน้ำหนักสุดท้ายมาใช้ในการแบ่งแยกระดับคุณภาพต่อไป หลังจากที่ได้ค่าน้ำหนักสุดท้ายและค่าไบอัสแล้ว จะถูกใช้ในการคัดแยกคุณภาพแผ่นยางรมควันออกเป็น 5 ระดับ โดยภาพที่นำมาใช้ในการทดลองประกอบด้วยแผ่นยางรมควันระดับที่ 1-5 ชนิดละ 100 แผ่น จะถูกคัดแยกออกเป็นระดับคุณภาพต่างๆ โดยอาศัยค่าน้ำหนักที่ได้จากการเรียนรู้จากข้อมูล ระดับชั้นคุณภาพของแผ่นยางรมควันทั้ง 5 ระดับของกลุ่มตัวอย่างแสดงดังรูป 3.23



รูปที่ 3.23 แสดงกลุ่มข้อมูลของแผ่นยางรมควันทั้ง 5 ระดับชั้นตามระดับคุณภาพ