

# บทที่ 1 บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ทำรายได้เป็นอันดับต้นๆ ให้กับประเทศ การผลิตยางธรรมชาติเป็นการผลิตเชิงเกษตรกรรมที่ลงทุนต่ำ เกื้อกูลทางด้านสภาพแวดล้อมและให้ผลพลอยได้ทางด้านไม้ใช้สอยหรือมวลชีวภาพที่เป็นประโยชน์มากมาย ในขณะที่การผลิตยางสังเคราะห์ก่อให้เกิดผลเสียต่อบรรยากาศและสภาพแวดล้อม ยางพาราจึงมีแนวโน้มการผลิตมากขึ้นในทุกปี ปัจจุบันประเทศไทยผลิตยางธรรมชาติได้มากที่สุดในโลก เนื้อที่ปลูกประมาณ 12.3 ล้านไร่ มีผลผลิตส่งออกปีละประมาณ 2.4 ล้านตัน มูลค่า 100,000 ล้านบาทต่อปี [1] ซึ่งจำนวนกว่า 97% เป็นยางแผ่นรมควัน (Ribbed Smoked Sheets) เนื่องจากเป็นวัตถุดิบสำคัญในกระบวนการผลิตที่สำคัญหลายประเภท โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมรถยนต์ เช่นการผลิตล้อรถยนต์ ระดับมาตรฐานคุณภาพยางแผ่นรมควันถูกบางไว้เป็น 5 ระดับตามมาตรฐานกลาง [1],[2] โดยอันดับ 1 จะมีคุณภาพดีที่สุด และลดหลั่นลงมาถึงอันดับที่ 5 ซึ่งเป็นระดับคุณภาพที่ต่ำที่สุด การคัดแยกแผ่นยางในชั้นเกรดต่างๆ ใช้ปัจจัยหลาย ด้านเป็นองค์ประกอบในการคัดแยก อาทิเช่น ความหนาบางที่สม่ำเสมอของแผ่นยาง ความชื้นในแผ่นยาง สี และความสม่ำเสมอของสี ลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และความสะอาดปราศจากสิ่งแปลกปลอม โดยเฉพาะฟองอากาศและสิ่งสกปรกที่ปะปนอยู่ในเนื้อยาง ซึ่งเป็น คำคัญสำคัญ ในอุตสาหกรรมล้อรถยนต์ จะเห็นได้ว่าการตรวจสอบยางและสิ่งทีปะปนมากับยางแผ่นมีผลต่ออุตสาหกรรมยางแผ่นโดยตรง และปัจจุบันกระบวนการดังกล่าวยัง ใช้บุคลากรมนุษย์ในการคัดแยก ผู้เชี่ยวชาญจะ อาศัยความรู้ประสบการณ์ และใช้สายตาในการคัดแยกซึ่งอาจมีความเบี่ยงเบนหรือค่าที่ได้ไม่มีความแน่นอนขึ้นอยู่กับผู้ตัดสิน ซึ่งทำให้คุณภาพในการตรวจสอบขาดมาตรฐาน นอกจากนี้ยังมี ปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลให้ประสิทธิภาพในการตัดสินลดลง เช่น ความเมื่อยล้า สุขภาพสายตาของแต่ละคน ตลอดจนสมาธิและสิ่งแวดล้อมอันเป็นปัจจัยรบกวนส่งผลให้การตัดสินใจผิดพลาดหรือเบี่ยงเบนได้ถึงส่งผลต่อมาตรฐานการซื้อขายของอุตสาหกรรมโดยตรง

จากงานในอดีตที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าการคัดแยกคุณภาพยางพาราแผ่นโดยใช้การประมวลผลภาพ ส่วนใหญ่จะเป็นการตรวจจับคำหน้าที่อยู่บนพื้นผิวยางพารา เช่น การตรวจจับริ้ว การตรวจจับรอยต่างคำ หรือทั้งในส่วนของการคัดแยกคุณภาพของยางพาราเป็นระดับต่างๆ โดยอ้างอิงจากรอยคำหน้าที่เป็นปัญหาในมุมมองต่างๆ แต่ยังไม่เพียงพอต่อการใช้งานจริงเนื่องจากการคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควันเข้าสู่อุตสาหกรรมจำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบหลายด้านร่วมกัน ซึ่งข้อที่เป็นประเด็นหลักที่ทำให้คุณภาพยางพาราตกต่ำ ได้แก่ ริ้ว รอยต่างคำ และฟองอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปัญหาฟองอากาศในเนื้อยางเป็นจุดบกพร่องที่เลวร้ายที่สุด เนื่องจากจะส่งผลต่อการหลอมขึ้นรูปใน

อุตสาหกรรมขั้นสูงขึ้นไปเช่น อุตสาหกรรมยางรถยนต์ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น การคัดแยกคุณภาพของแผ่นยางพาราโดยพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ด้านเข้าด้วยกันเพื่อตัดสินคุณภาพจะทำให้ผลของการตัดสินคุณภาพค่อนข้างถูกต้องแน่นอนและสามารถเป็นองค์ความรู้พื้นฐานต่อการประยุกต์ใช้งานจริงในอนาคตได้

ปัญหาการคัดแยกคุณภาพดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยใช้ระบบการคัดแยกโดยการมอง ( Vision-Based Inspection) ซึ่งเป็นปัญหาทางการประมวลผลภาพ โดยแบ่งการประมวลผลออกเป็น การดึงคุณลักษณะเด่น ( Feature Extraction) และวิธีการแยกกลุ่ม ( Classification) ซึ่งความท้าทายของปัญหาอยู่ที่ส่วนของการดึงคุณลักษณะเด่น เนื่องจากรอยตำหนิที่ใช้ในการคัดแยกทั้ง 3 ชนิดนั้น มีลักษณะทางภาพที่ไม่เหมือนกัน ประกอบกับภาพของแผ่นยางจะมี Texture ของรอยตารางเป็นภาพพื้นหลัง จึงทำให้ยากต่อการดึงคุณลักษณะเด่น

## 1.2 งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยด้าน Vision-Based Inspection ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. การคัดแยกคุณภาพ ( Classification)
2. การสกัดคุณลักษณะเด่น ( Feature Extraction)

ซึ่งในงานวิจัยนี้จะให้ความสำคัญในการสกัดหาคุณลักษณะเด่นบนพื้นผิวที่มีลาย ( Textile) โดยการนำไปประยุกต์ใช้กับการคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควันซึ่งมีลักษณะของพื้นผิวที่มีลายตารางสี่เหลี่ยมทั้งแผ่นภาพ และนำมาวิเคราะห์ร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพอื่นๆ ที่เหมาะสม

### 1.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดแยกคุณภาพ (Classification)

ในการคัดแยกคุณภาพภายใต้สภาวะที่คลุมเครือนั้น นอกจากการเลือกใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้ว เครื่องมือที่นำมาประยุกต์ใช้ควรมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับข้อมูลด้วย เครื่องมือที่นิยมใช้ในการตัดสินการคัดแยกได้แก่ ตรรกศาสตร์ฟัซซี่ และ โครงข่ายประสาทเทียม [ 7] Bamrungkul และคณะ เสนอวิธีการคัดแยกแผ่นยางพาราออกเป็น 4 ระดับชั้น A B C และ D โดยให้แสงที่ส่องผ่านยางมีการกระจายตัวทั่วทั้งแผ่น แล้วนำภาพที่ได้มาวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 4 ระดับโดยตัดสินจากปริมาณราในเนื้อยางได้จากระดับแสงที่ส่องผ่าน และปรับภาพให้เป็นระดับสีเทาเพื่อเข้าสู่การกรองภาพโดยใช้ฟิลเตอร์เพื่อหาค่าจุดรา โดยในการตรวจวัดได้นำแผ่นยางจำนวน 40 แผ่น แยกเป็นแต่ละระดับชั้น อย่างละ 10 แผ่น มาวิเคราะห์หาจุดราเพื่อให้ได้ค่ามาตรฐานแล้วนำค่ามาตรฐานในแต่ละคุณภาพมาทำการตัดสินใจจากการนำแผ่นยาง 100 ตัวอย่าง แยกเป็นแต่ละระดับชั้นละ 25 แผ่น แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ซึ่งจำแนกได้ถูกต้องร้อยละ 89 วิธีนี้สามารถประมวลผลได้ค่อนข้างเร็ว

เนื่องจากไม่มีความซับซ้อนของระบบ แต่การกำหนดค่าขีดเริ่มโดยการแปลงภาพระดับขาวดำแล้วนับจำนวนพิกเซลเพื่อตัดสินอาจขาดความยืดหยุ่น เนื่องจากแผ่นยางดังกล่าวอาจมีรอยตำหนิอื่นๆ ที่ไม่สามารถใช้ค่าขีดเริ่มตัดสินได้ เนื่องจากค่าความเข้มสีต่างกันมาก เช่นรอยดำ และฟองอากาศ โดยค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยอาจไม่ครอบคลุมกับแผ่นยางที่มีปัญหาจากกรณีดังกล่าว

[4] Nur Badariah Ahmud Mustafa และคณะ ทำการคัดแยกคุณภาพของกล้วยหอมโดยใช้ปัจจัยของสี โดยใช้แบบจำลองสี  $L^*a^*b$  เพื่อลดผลกระทบของแสงพิจารณาพร้อมกับและความโค้งงอของกล้วย โดยการหาของภาพด้วยวิธี Canny's Method เนื่องจากมีความชัดเจนในรายละเอียดค่อนข้างสูง ทำการคำนวณความโค้งงอและพื้นที่ แล้วนำค่าที่ได้ไปตัดสินโดยใช้ตรรกะพีชคณิตในการคัดแยกคุณภาพของกล้วยหอม

[9] C. Pornpanomchai และคณะ เสนอระบบคัดแยกระดับคุณภาพของแผ่นยางรมควันออกเป็น 5 ระดับตามมาตรฐานยางสากลโดยพิจารณาจากระดับค่าความเข้มของแต่ละระดับสีของแบบจำลอง RGB โดยแบ่งข้อมูลในการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มข้อมูลที่ใช้เก็บค่าตัวอย่างทั้ง 5 เกรด จำนวน 398 รูป และกลุ่มข้อมูลที่ใช้ทดลองจำนวน 322 รูป โดยทำการเก็บค่าต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละโทนสีจากกลุ่มตัวอย่างเพื่อเป็นกำหนดเป็นช่วงค่าสีที่ต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละระดับเป็นช่วงค่า ค่าขีดเริ่มที่กำหนด ในการทดลองจะป้อนรูปชุดทดลองสู่ระบบแล้วทำการอ่านค่าสีของแผ่นยางดังกล่าวว่าอยู่ในช่วงสีใดจะถูกคัดแยกให้อยู่ในกลุ่มนั้น ซึ่งให้ค่าความถูกต้องเมื่อเทียบกับผลการตัดสินจากผู้เชี่ยวชาญคิดโดยเฉลี่ยเป็นร้อยละ 80.90 วิธีการนี้สามารถคัดแยกได้ 5 กลุ่มตามมาตรฐานและง่ายต่อการพิจารณาจากระดับความเข้มสี แต่ในการประยุกต์ใช้งานจริงปัจจัยอื่นๆเช่นรอยจุดเต็มหรือฟองอากาศ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องจะทำให้ค่าช่วงความเข้มสีของข้อมูลผิดเพี้ยนไปจากค่า ค่าขีดเริ่มที่ตั้งไว้ทำให้เกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจได้โดยง่าย

### 1.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสกัดคุณลักษณะเด่น (Feature Extraction)

ในงานวิจัยด้านการตรวจหารอยตำหนิบนผลผลิตได้ถูกนำเสนอด้วยวิธีการต่างๆ [3] Hamid Alimohamadi และคณะ ได้มีการนำเสนอการตรวจหารอยตำหนิของผลไม้ซึ่งมีพื้นที่ผิวที่แตกต่างกัน โดยใช้ Garbor wavelet Filter ซึ่งสามารถหารอยตำหนิซึ่งเป็นความเน่าเสียที่เห็นได้ชัด แต่ไม่สามารถตรวจหาได้อย่างถูกต้องในกรณีที่มีตำหนิมีความลึกและความต่างระดับสีน้อย ในการตรวจหาตำหนิบนพื้นผิวแผ่นยางรมควันนั้น ในแง่ของความลึกของรอยตำหนิจะไม่เป็นปัญหาในการตรวจเนื่องจากมีลักษณะเป็นแผ่นที่มีพื้นผิวสม่ำเสมอ แต่เนื่องจากสีของแผ่นยางแต่ละแผ่นนั้นมีความแตกต่างกันมากน้อยขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ

[5] Unkeaw และคณะ ได้เสนอวิธีการคัดแยกแผ่นยางดิบที่มีราขาวออกจากกลุ่มโดยใช้หลักการค่าขีดเริ่มการเปลี่ยนคุณลักษณะของสี โดยพิจารณาลักษณะของจุดภาพที่ประกอบด้วยระบบสี RGB จากการทดลองพิจารณาค่าทางสถิติที่ส่งผลให้ได้ค่าคงที่มีความเหมาะสมสำหรับแบ่งแยกจุดภาพและวัดปริมาณของราขาวบนผิวของเนื้อยางแผ่น ซึ่งกำหนดว่าหากพบค่าสีที่มากกว่าค่าขีดเริ่มดังกล่าวที่มีจำนวนพิกเซลมากกว่าร้อยละ 3 ของพื้นที่ผิวทั้งหมดจะทำการคัดแยกยางแผ่นนั้นออกจากระบบ วิธีนี้มีความแม่นยำค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 98 เมื่อเทียบกับการคัดแยกของผู้เชี่ยวชาญ แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้ไม่เหมาะสมในการสกัดคุณลักษณะเด่นของตำหนิชนิดอื่นซึ่งมีสีและพื้นผิวที่แตกต่าง

[8] N.T.S M.Avila และคณะ ระบบการตรวจหารอยตำหนิบนพื้นถนน ทำการหารอยแตกบนพื้นถนนซึ่งมีความต่างระดับสีที่ใกล้เคียงกัน โดยใช้ Histogram Equalization ในการปรับฮิสโตแกรม และใช้ค่าขีดเริ่ม 2 ระดับเพื่อแปลงภาพขาวดำ เพื่อหารอยตำหนิบนพื้นถนน สามารถใช้งานแบบ Real time ได้ เนื่องจากระบบมีความซับซ้อนต่ำ แต่ไม่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้งานกับพื้นผิวที่มีสีของ Background และ Foreground ที่ใกล้เคียงกันมาก และมีค่าความสว่างสูง

[6] Li L. และคณะ ศึกษาการรู้จำลายผ้าสังเคราะห์ ด้วยการประมาณค่าตัวกรอง Wiener ซึ่งสามารถใช้ได้กับภาพที่มีใยผ้าที่มีลักษณะเป็นแนวตั้งและแนวนอนปกติ โดยจะให้ความถูกต้องที่สูงมาก แต่เมื่อทำการหมุนหรือเปลี่ยนทิศทางองศาไป จะทำให้รูปแบบเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งทำให้ผลการตัดสินใจไม่เหมือนเดิม งานวิจัยนี้จึงไม่เหมาะสมกับพื้นผิวที่มีลายแนวทแยง หรือ ไม่ได้ตั้งฉากปกติ ซึ่งเมื่อเกิดการหมุน อาจตัดสินใจผิดพลาดได้

[11] Shady E. และคณะ เสนอวิธีการการตรวจหาและการจำแนกกลุ่มลายไหมพรม ที่มีตำหนิรูปแบบต่างๆ โดยใช้วิธีการทางสถิติและการแปลงฟูเรียร์เทียบกันในการสกัดคุณลักษณะเด่น ก่อนจะนำไปสู่การจำแนกด้วยโครงข่ายประสาทเทียม โดยทำการเตรียมภาพให้เป็นขาวดำก่อนนำมาสกัดคุณลักษณะเด่น และใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกตำหนิบนผ้าไหมพรม ซึ่งสามารถคัดแยกกลุ่มไหมพรมที่มีตำหนิได้ด้วยความถูกต้องสูง แต่ไม่สามารถใช้ได้กับกรณีที่ลายถักไม่สม่ำเสมอที่เด่นชัด และการถักไม่สม่ำเสมอที่ไม่ชัดเจน แต่ปรากฏเป็นแนวยาวปะปนอยู่ห่างๆ เนื่องจากวิธีนี้มีการเตรียมภาพเป็นขาวดำก่อน ที่จะนำมาสกัดคุณลักษณะเด่น จะทำให้บางตำแหน่งที่มีลายไม่ชัดเจนสูญเสียไป ทำให้คุณสมบัติของความสม่ำเสมอของพื้นผิวผิดเพี้ยนไป ซึ่งขึ้นกับการกำหนดค่าขีดเริ่มซึ่งหากกำหนดค่าที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ลายของพื้นผิวบางส่วนขาดหายไป

### 1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อเพื่อศึกษาองค์ประกอบ ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินคุณภาพแผ่นยางรมควัน ลักษณะเด่น -ค้อยของแผ่นยางแต่ละคุณภาพและสามารถใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าต่าง ๆ ในแต่ละ Feature เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจ และนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ได้
2. ศึกษาวิธีการสกัดคุณลักษณะเด่นของพื้นผิว (Textile) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการคัดแยกคุณภาพ
3. ศึกษาตรรกศาสตร์คลุมเครือ และโครงข่ายประสาทเทียมและสามารถกำหนดตัวแปรและค่าน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม เพื่อใช้เป็นอัลกอริทึมที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างได้อย่างเหมาะสม เพื่อใช้เป็นอัลกอริทึมที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างในสภาวะคลุมเครือได้อย่างถูกต้อง

### 1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะบริเวณพื้นผิว (Texture) ของแผ่นยางรมควันเพื่อใช้เป็นลักษณะเด่นในการคัดแยกคุณภาพ
2. งานวิจัยนี้พิจารณาคุณลักษณะเด่น 3 ชนิด (Features) บนพื้นผิวแผ่นยางรมควัน เพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน ได้แก่ ฟองอากาศ (Air Bubbles) รอยจุดแถม (Dirt) และราขาว (White Moulds)
3. สรุปผลการทดลองและศึกษาแนวทางการพัฒนา

### 1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษางานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงในการกำหนดแนวทาง
2. ศึกษาและวิเคราะห์ถึงปัญหาในการคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควันโดยใช้ภาพ 2 มิติ
3. ศึกษาทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ การแบ่งส่วนวัตถุ ( Segmentation) การคัดแยกกลุ่ม (Classification) ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา
4. เสนอวิธีการใหม่ที่ใช้ในการคัดแยกคุณภาพของแผ่นยางรมควันที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหา
5. กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ ภาพจากโปรแกรม MATLAB ภาพถ่าย 2 มิติของยางแผ่นรมควัน โปรแกรม MATLAB 10.1 และคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวล
6. เขียนโปรแกรมในการตรวจพบตำหนิ ( Defect Detecting) และคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควัน (Classification)

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ความรู้และวิธีการใหม่ที่ใช้ในการคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควัน ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลผลิตอื่นๆ ต่อไป
2. สามารถนำหลักการที่นำเสนอมาเป็นแนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้กับเครื่องตรวจสอบคุณภาพยางพาราและเครื่องคัดแยกแผ่นยางอัตโนมัติได้
3. เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับงานวิจัยในอนาคต

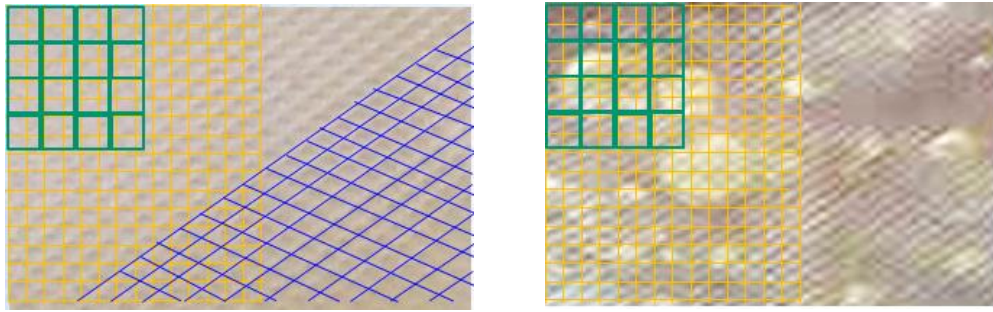
## 1.7 ปัญหางานวิจัยและมุมมอง

ในการคัดแยกคุณภาพนั้น จำเป็นต้องตรวจหารอยตำหนิแต่ละชนิดก่อน ซึ่งในขั้นตอนการตรวจหารอยตำหนิทั้ง 3 ชนิดนั้น เมื่อพิจารณาการดึงคุณลักษณะเด่นจะพบปัญหาที่แตกต่างกันดังนี้

1. ปัญหาการตรวจหาฟองอากาศ จะเป็นไปได้ค่อนข้างยากเนื่องจากฟองอากาศมีสีที่ใกล้เคียงกับพื้นหลังมาก (Low Contrast) จึงยากต่อการตรวจพบ
2. ปัญหาการตรวจหารอยจุดแค้น ซึ่งมีลักษณะรูปร่างที่ไม่แน่นอน และปัญหาสำคัญที่เลี่ยงไม่ได้คือรอยจุดแค้นที่เกิดขึ้นจะซ้อนทับกับลายตารางพื้นหลัง เมื่อพิจารณาในลักษณะของภาพจะพบว่าบริเวณเส้นขอบของลายตารางจะเกิดการซ้อนทับกันกับรอยจุดแค้นอย่างชัดเจน ซึ่งยากต่อการดึงรอยจุดแค้น (Foreground) ออกจากลายพื้นหลัง (Background)
3. ปัญหาการตรวจหาราขาว มีลักษณะเป็นฝุ่นผงสีขาวกระจายตัวทั่วบริเวณ ซึ่งจุดเล็กๆ สีขาวอาจทำให้มองเห็นได้ไม่ชัดเจนเมื่อมองในมุมที่ต่างกัน หรือระยะที่ต่างกัน

## 1.8 แนวคิด

1. ฟองอากาศมีลักษณะที่ค่อนข้างกลม และมีสีที่ใกล้เคียงกับพื้นหลังมาก ( Low Contrast) ทำให้ยากต่อการพิจารณา เมื่อมองในแง่ของพื้นผิวพบว่าบริเวณปกติของแผ่นยางรมควันมีลักษณะเป็นรอยตารางที่สม่ำเสมอ ( Similarity) ต่างจากบริเวณที่มีฟองอากาศภายในเนื้อยางเกิดการฟองตัวเมื่อผ่านความร้อนจากขั้นตอนการรมควัน ทำให้ลายตารางบนพื้นผิวถูกลบเลื่อนไป แสดงดังรูป 1.1 งานวิจัยนี้จึงอาศัยความสม่ำเสมอของพื้นผิว โดยประยุกต์ใช้มิติแฟร็กทัลเพื่อหาบริเวณที่ไม่สม่ำเสมอและนำไปพิจารณาร่วมกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งสามารถแสดงคุณสมบัติของแต่ละบริเวณย่อยได้ชัดเจน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของมิติแฟร็กทัลแต่ละบริเวณย่อยจะถูกนำไปป้อนเป็นอินพุตตัวที่ 1

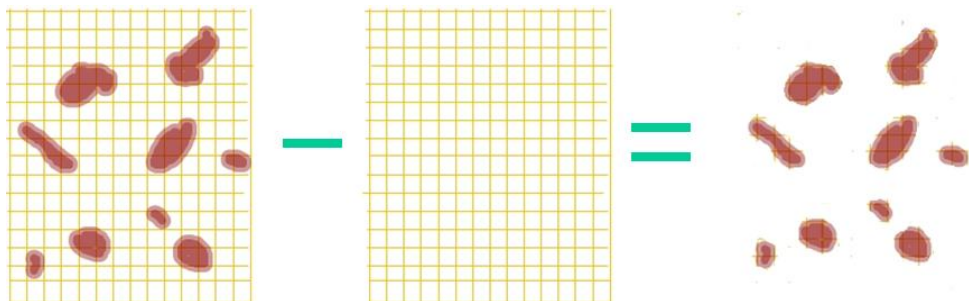


(ก)

(ข)

**รูปที่ 1.1** (ก) แผ่นยางรมควันคุณภาพดีที่มีความสม่ำเสมอของลายตาราง (ข) แผ่นยางรมควันที่มีฟองอากาศ ไม่มีความสม่ำเสมอของลายตาราง

2. รอยจุดเต็มมีรูปร่างที่ไม่แน่นอน มีสีค่อนข้างคล้ำ เนื่องจากรอยจุดเต็มไม่ได้เกิดจากการพุ่งของตัวของแผ่นยางเช่นเดียวกับกรณีของฟองอากาศ จึงไม่ส่งผลกระทบต่อลายตาราง แต่การซ้อนทับกันของรอยจุดเต็มและลายตาราง โดยเฉพาะบริเวณเส้นขอบทำให้หาพื้นที่ได้ยาก งานวิจัยนี้จึงทำการดึงลายตารางออกจากภาพด้วยตัวกรองเกออร์ โดยใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสม ก่อนทำการหาพื้นที่ของรอยจุดเต็ม แสดงแบบจำลองดังรูปที่ 1.2 อัตราส่วนพื้นที่รอยจุดเต็มต่อพื้นที่ทั้งหมดจะถูกป้อนเป็นอินพุตตัวที่ 2



**รูปที่ 1.2** แสดงแนวคิดการหารอยจุดเต็มด้วยการลบลายตารางออกจากภาพ

3. ราชว จะมองเห็นได้ค่อนข้างยากเนื่องจากมีสีที่อ่อนมาก การพิจารณาราชวจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยของแสงและระนาบสี งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้วิธีการตรวจหาราชวโดยค่าขีดเริ่มการเปลี่ยนแปลงลักษณะของสี [5] มาประยุกต์ใช้ในการตรวจหาราชวเพื่อใช้เป็นตัวแปรที่ 3 ในการคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควัน อัตราส่วนพื้นที่ราชวต่อพื้นที่ทั้งหมดจะถูกป้อนเป็นอินพุตตัวที่ 3

ในขั้นตอนสุดท้ายผลลัพธ์ที่ได้จากการสกัดคุณลักษณะเด่นจะถูกป้อนเป็นค่าอินพุตของโครงข่ายประสาท เทียมเพื่อทำการคัดแยกคุณภาพ