# บทที่ 2
# หลักการประมวลภาพและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับยางพารา กรรมวิธีการทำยางและการคัดเกรดแผ่นยางดิบ พื้นฐานการประมวลผลภาพและการวิเคราะห์ภาพด้วยคอมพิวเตอร์รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งรายละเอียดนั้นจะอธิบายตามลำดับ

## 2.1 ยางพาราและการคัดเกรดยาง

ยางพาราเป็นชื่อต้นไม้ที่ให้ผลผลิตออกมาเป็นน้ำยางพาราโดยต้องทำการกรีดเปลือกเป็นรอยเฉียงให้น้ำยางไหลลงในภาชนะที่รองรับแล้วจึงนำน้ำยางสดเข้าสู่กรรมวิธีการทำยางแผ่นเพื่อจำหน่าย แผ่นยางดิบนั้นเป็นวัตถุดิบที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตการแปรรูปผลิตภัณฑ์ที่จะนำแผ่นยางดิบนั้นไปแปรรูปต่อไปทำผลิตภัณฑ์หลากหลายเช่น ยางรถยนต์ ยางรัดของ ยางลบ ถุงยางอนามัย ถุงถือทางการแพทย์ อุปกรณ์กีฬา ลูกบอล รองเท้า รองเท้าแตะฟองน้ำ และอื่นอีกมากมายฯลฯ

ประวัติยางพารานั้นมีแหล่งกำเนิดและกระจายพันธุ์มาจากทางแถบอเมริกาใต้และอเมริกากลาง ตั้งแต่อดีตกาลชาวพื้นเมืองในอเมริกากลางและอเมริกาใต้เรียกต้นไม้ที่ให้ยางว่า “คาอุท์ชุค” (Caoutchouc) แปลว่าต้นไม้ร้องไห้ ชนพื้นเมืองโบราณในแถบอเมริกากลางต้นยางพารามาใช้ประโยชน์มากมาย ยกตัวอย่างเช่น ชาวมายันเล่น tlachler ซึ่งคล้ายกีฬาบาสเก็ตบอลด้วยลูกบอลที่ทำขึ้นเองและใช้วงแหวนทำด้วยหินเป็นตะกร้ารับลูกบอล วิธีการปั้นลูกบอลนั้นจะเก็บน้ำยางมารมไฟให้จับตัวแล้วจึงปั้นเป็นลูกบอล ส่วนชนพื้นเมืองในแถบอะเมซอนนั้นจะจุ่มเท้าลงในน้ำยางแล้วอังไฟเมื่อน้ำยางจับตัวแข็ง ก็จะกลายเป็นรองเท้ากันน้ำอย่างดี ต่อมาพวกยุโรปที่ไปพบเห็นเริ่มคิดประดิษฐ์ โดยนำเสื้อคลุม และหมวกของตนจุ่มลงไปน้ำยางแล้วอังไฟ ก็จะได้หมวกและเสื้อกันน้ำเช่นกัน

จนถึงปี พ.ศ. 2313 (ค.ศ.1770) โจเซฟ พริสลี่ จึงพบว่า ยางสามารถลบรอยดำของดินสอได้โดยที่กระดาษไม่เสีย จึงเรียกยางว่า ยางลบหรือตัวลบ [Rubber] ซึ่งเป็น คำเรียกยางเฉพาะในอังกฤษและฮอลแลนด์เท่านั้น ส่วนในประเทศยุโรปอื่นๆในสมัยนั้นล้วนเรียกยางว่า คาอุท์ชุกทั้งสิ้น จนถึงสมัยที่โลกได้มีการปลูกยางกันมากในประเทศแถบอเมริกาใต้นั้น จึงได้ค้นพบว่า พันธุ์ยางที่มีคุณภาพดีที่สุดคือยางพันธุ์ Hevea Brasiliensis ซึ่งมีคุณภาพดีกว่าพันธุ์ Hevea ธรรมดามาก

จึงมีการปลูกและซื้อขายยางพันธุ์ดังกล่าวกันมากและศูนย์กลางของการซื้อขายยางก็อยู่ที่เมืองท่าชื่อ พารา (Para) บนฝั่งแม่น้ำอะเมซอน ประเทศบราซิล ด้วยเหตุดังกล่าว ยางพันธุ์ Hevea Brasiliensis ซึ่งเป็นชื่อพฤกษศาสตร์ และจึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ยางพารา ซึ่งชื่อสามัญและเป็นชื่อที่ใช้เรียกกันแพร่หลายจนถึงทุกวันนี้ องค์การสากลระหว่างประเทศได้ยอมรับคำว่า “ยางพารา” (Para Rubber) เป็นตัวแทนของยางธรรมชาติ ( http://www.reothai.co.th/Para1.htm)

การผลิตยางในโลกสมัยก่อนปี พ.ศ.2443 (ค.ศ. 1900) นั้น ส่วนมากจะเป็นยางที่ปลูกในประเทศแถบอเมริกาใต้คือ บราซิล โคลัมเบีย และปานามาเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังมียางที่ได้จากรัสเซีย และอัฟริกาเป็นบางส่วน ในปี พ.ศ.2398 (ค.ศ. 1855) โธมัส แฮนคอกจึงนำความคิดไปปรึกษาเซอร์โจเซฟ ฮุกเกอร์ เพราะเขาความคิดว่าหากยุโรปยังคงต้องพึ่งยางที่มาจากแหล่งเดิมๆ เพียงอย่างเดียวไม่ได้ เนื่องจากยางเริ่มมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มากขึ้นแล้วโลกจึงมีความต้องการใช้ยางเป็นจำนวนมากและในอนาคตอาจจะเกิดความขาดแคลนยางขึ้นได้ จึงน่าที่จะหาที่ใหม่ๆในส่วนอื่นๆของโลกเพื่อปลูกยางเอาไว้บ้าง แต่เนื่องจากชาวยุโรปในยุคนั้นยังไม่มีใครรู้จักยางกันมากนักว่า ยางมีหน้าตาเป็นอย่างไร หรือแม้กระทั่งได้ยางมาอย่างไรจากต้นอะไร ดังนั้นจึงไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร จนกระทั่งในปี พ.ศ.2414 (ค.ศ.1871) จึงมีผู้นำภาพวาดต้นยางมาให้ เซอร์โจเซฟ ฮุกเกอร์ ดูท่านจึงมีความสนใจในการปลูกยางมากขึ้น และท่านจึงได้ปรึกษากับเซอร์คลีเมนส์ มาร์คแฮม ซึ่งเป็นผู้ช่วยเลขาธิการประจำทำเนียบผู้ว่าการประจำอินเดียความพยายามที่จะนำยางมาปลูกในเอเชียจึงเกิดขึ้นเป็นครั้งแรก

ในช่วงเวลาเดียวกันนั้นสถานการณ์ยางในประเทศแถบอเมริกาใต้ไม่ค่อยดีนัก เนื่องจากในสภาวะที่โลกมีความต้องการยางสูงมาก ชาวสวนยางในโคลัมเบียและปานามาจึงโหมกรีดยางกันอย่างหนัก จนในที่สุด ต้นยางในประเทศนั้นจึงได้รับความบอบช้ำมาก และตายหมดจนไม่มีต้นยางเหลืออยู่ในแถบนั้นอีกเลย

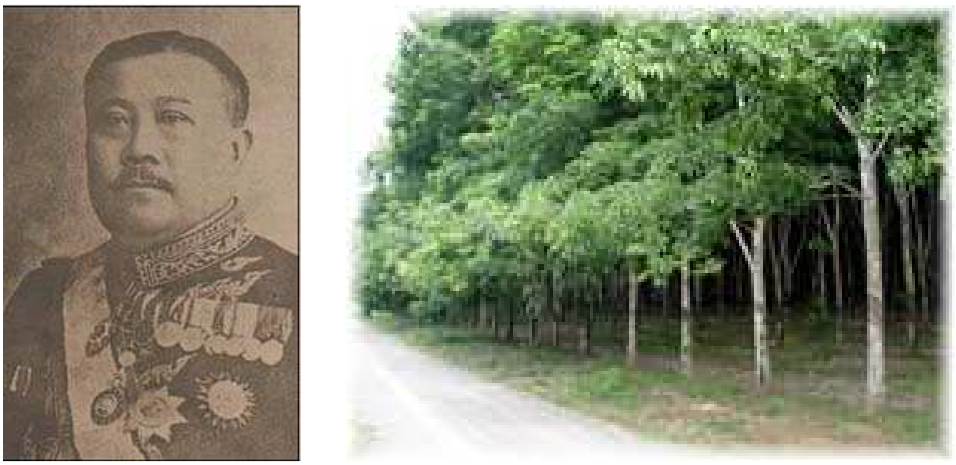
เซอร์คลีเมนส์จึงนำพันธุ์ยางมาทดลองปลูกในอินเดียเป็นครั้งแรก แต่ไม่ประสบความสำเร็จ จึงได้ทดลองปลูกยางในดินแดนต่างๆ ที่เป็นอาณานิคมของอังกฤษ ในที่สุดจึงพบว่าในดินแดนแหลมมลายูเป็นที่ที่ยางจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดและพันธุ์ยางที่ดีที่สุดคือยางพันธุ์ Hevea Brasiliensis ดังนั้นตั้งแต่ปี พ.ศ.2425 (ค.ศ.1882) ยางพาราจึงเป็นที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายในแหลมมลายู ในระยะแรกเริ่ม ยางพาราจะปลูกกันมากในดินแดนอาณานิคมของอังกฤษและฮอลแลนด์เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นเยอรมันก็ปลูกยางไว้ที่อัฟริกาบ้าง และบางส่วนเป็นยางในประเทศรัสเซีย ด้วยเหตุที่ยางพาราเป็นที่นิยมปลูกกันมากในเอเชียอาจเนื่องมาจากในเอเชียมีองค์ประกอบต่างๆที่เหมาะสมในการปลูก ทั้งสภาพดินฟ้าอากาศ ภูมิประเทศ สภาพดิน และ

ปริมาณฝน รวมทั้งแรงงานที่หาได้ง่าย ประกอบกับคุณสมบัติทางการเกษตรและการพาณิชย์ของยางเองเช่น

**ภาพที่ 2.1** สวนยางพาราที่สามารถกรีดน้ำยาง

**ภาพที่ 2.2** ต้นยางพาราที่กำลังให้น้ำยางเพื่อนำน้ำยางสดไปแปรรูป

สำหรับการกำเนิดสวนยางพาราและในประเทศไทยนั้นน่าจะมีการนำต้นยางพาราเข้ามาปลูกในประเทศไทยตั้งแต่สมัยที่ยังใช้ชื่อว่า "สยาม" ประมาณกันว่าควรเป็นหลัง พ.ศ. 2425 ความคิดที่จะนำยางพาราเข้ามาปลูกเกิดขึ้นเมื่อพระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี สมุหเทศาภิบาลมณฑลภูเก็ต มีชื่อเดิมว่า คอซิมบี้ ณ ระนองได้เดินทางไปดูงานในประเทศมลายูเห็นชาวมลายูปลูกยางกันมีผลดีมากก็เกิดความสนใจที่จะนำยางเข้ามาปลูกในประเทศไทยบ้าง แต่พันธุ์ยางสมัยนั้นฝรั่งซึ่งเป็นเจ้าของสวนยาง หวงมาก ทำให้ไม่สามารถนำพันธุ์ยางกลับมาได้ในการเดินทางครั้งนั้น



**ภาพที่ 2.3** ภาพพระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี (คอซิมบี้ ณ ระนอง) “บิดาแห่งยางพารา”

จนกระทั่ง พ.ศ. 2444 พระสถล สถานพิทักษ์ เดินทางไปที่ประเทศอินโดนีเซีย จึงมีโอกาสนำกล้าต้นยางกลับมาได้ โดยจัดการเอากล้ายางมาหุ้มรากด้วยสำลีชุบน้ำแล้วหุ้มทับด้วยยกระดาษหนังสือพิมพ์อีกชั้นหนึ่งจึงบรรจุลงลังไม้ฉำฉาใส่เรือกลไฟซึ่งเป็นเรือส่วนตัว รีบเดินทางกลับประเทศไทยทันที ยางที่นำมาครั้งนี้มีจำนวน 4 ลัง พระสถลได้นำมาปลูกไว้ที่บริเวณหน้าบ้านพักที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ซึ่งปัจจุบันนี้ยังเหลือให้เห็นเป็นหลักฐานเพียงต้นเดียว อยู่บริเวณหน้าสหกรณ์การเกษตรกันตัง และจากยางรุ่นแรกนี้ได้ขยายเนื้อที่ปลูกออกไป จนมีเนื้อที่ปลูกประมาณ 45 ไร่ นับได้ว่า พระสถลสถานพิทักษ์ คือผู้เป็นเจ้าของสวนยางคนแรกของประเทศไทย (http://www.rubber.co.th/web/technique3.php)

จากนั้นท่านพระยารัษฎานุประดิษฐ์ได้ส่งคนไปเรียนวิธีปลูกยางซึ่งล้วนแต่เป็นเจ้าเมือง นายอำเภอ กำนันและผู้ใหญ่บ้านเพื่อให้นำความรู้มาสอนประชาชน พร้อมกันนั้นท่านก็สั่งให้นำพันธุ์ยางไปแจกจ่ายและส่งเสริมให้ราษฎรปลูกทั่วไปซึ่งในยุคนั้น อาจกล่าวได้ว่าเป็นยุคตื่นยาง และ

ชาวบ้านจึงเรียกยางพารานี้ว่า“ยางเทศา”ด้วยเหตุนี้ พระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี จึงได้รับการยกย่องและให้เกียรติเป็น “บิดาแห่งยางพารา”

ความนิยมการปลูกยางพารานั้นมิได้มีแค่ประเทศไทยเท่านั้นจากข้อมูลในตารางที่ 2.1 ชี้ให้เห็นถึงความนิยมของประเทศต่างๆ ดูจากปริมาณพื้นที่การเพาะปลูกยางซึ่งมีการปลูกยางนั้นมีทั้งสวนขนาดใหญ่และสวนที่มีขนาดเล็ก จำนวนพื้นที่มากสูงสุด 5 อันดับแรกของประเทศต่างซึ่งสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ได้แก่ อินโดนีเซีย ไทย มาเลเซีย จีน และเวียดนาม เป็นต้น จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่ายางพารานั้นเป็นต้นไม้ที่ประเทศต่างๆ นิยมปลูกทั่วโลกและเห็นความสำคัญของไม้ชนิดนี้

**ตารางที่ 2.1** พื้นที่ปลูกยางในต่างประเทศ (หน่วย:1,000 เฮกตาร์)

| ลำดับที่ | ประเทศ (Country) | ปี(year) | ขนาดใหญ่ | ขนาดเล็ก | พื้นที่โดยรวม |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | อินโดนีเซีย (Indonesia) | 2010 | - | - | 3,445.0 |
| 2 | ไทย (Thailand) | 2010 | - | - | 2,785.0 |
| 3 | มาเลเซีย (Malaysia) | 2010 | 64.0 | 956.4 | 1,020.4 |
| 4 | จีน (China) | 2010 | - | - | 1,005.0 |
| 5 | เวียดนาม (Vietnam) | 2010 | 358.9 | 381.1 | 740.0 |
| 6 | อินเดีย (India) | 2010 | 70.0 | 642.5 | 712.5 |
| 7 | เมียนมาร์ (Myanmar) | 2006 | 46.0 | 58.8 | 295.0 |
| 8 | โก๊ตดิวัวร์ (Cote D'Ivoire) | 2010 | 49.7 | 130.3 | 180.0 |
| 9 | ไนจีเรีย (Nigeria) | 2009 | 61.0 | 112.0 | 173.0 |
| 10 | บราซิล (Brazil) | 2010 | - | - | 169.5 |

**ที่มา:** สถาบันวิจัยยาง http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm

ปัจจุบันมีผู้นิยมปลูกเป็นสวนยางมากขึ้นและได้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางไปในจังหวัดภาคใต้รวม 14 จังหวัด ตั้งแต่ชุมพรไปถึงจังหวัดที่ติดชายแดนประเทศมาเลเซียและมีพื้นที่ปลูกยางรวมทั้งประเทศนั้นจำนวนหลายล้านไร่ซึ่งกระจายกันอยู่ในภาคต่างๆ ทั่วประเทศ ทั้งภาคใต้ ภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งปลูกยางใหม่และในอนาคตคาดแนวโน้มน่าจะมีโอกาสเพิ่มขึ้นอีกสามารถดูข้อมูลพื้นที่การปลูกยางพาราจากในตารางที่ 2.2

**ตารางที่ 2.2** รายชื่อ 15 จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุด ปีระหว่าง 2549 – 2553 (หน่วย:ไร่)

| จังหวัด | ปี 2549 | ปี 2550 | ปี 2551 | ปี 2552 | ปี 2553 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. สุราษฎร์ธานี | 1,807,643 | 1,830,161 | 1,871,907 | 1,900,561 | 1,929,778 |
| 2. สงขลา | 1,418,927 | 1,444,012 | 1,444,302 | 1,461,249 | 1,518,500 |
| 3. นครศรีธรรมราช | 1,368,042 | 1,400,808 | 1,447,643 | 1,469,569 | 1,504,017 |
| 4. ตรัง | 1,311,635 | 1,309,313 | 1,310,188 | 1,332,412 | 1,365,210 |
| 5. ยะลา | 1,026,563 | 1,046,438 | 1,046,872 | 1,060,920 | 1,091,027 |
| 6. นราธิวาส | 995,529 | 1,004,532 | 1,005,871 | 1,005,846 | 1,007,850 |
| 7. ระยอง | 602,547 | 616,956 | 701,732 | 718,607 | 744,708 |
| 8. หนองคาย | 425,216 | 531,520 | 637,824 | 648,973 | 838,290 |
| 9. กระบี่ | 602,147 | 610,147 | 625,231 | 627,265 | 634,489 |
| 10. จันทบุรี | 364,786 | 369,750 | 463,799 | 470,234 | 479,192 |
| 11. ชุมพร | 453,039 | 459,039 | 464,662 | 465,664 | 557,057 |
| 12. เลย | 195,925 | 241,513 | 382,497 | 427,083 | 461,968 |
| 13. อุดรธานี | 101,986 | 219,270 | 295,000 | 315,049 | 325,866 |
| 14.ปัตตานี | 287,830 | 294,607 | 295,185 | 302,344 | 309,246 |
| 15.สตูล | 282,485 | 289,811 | 290,019 | 300,014 | 320,258 |

**ที่มา:** สถาบันวิจัยยาง http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm

สำหรับองค์การสากลระหว่างประเทศได้ยอมรับคำว่า “ยางพารา” (Para Rubber) เป็นตัวแทนของยางธรรมชาติ ประเทศไทยได้เลื่อนฐานะจากการเป็นผู้นำเข้ามาเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกยางอันดับ 1 ของโลก ปัจจุบันนั้นผลผลิตยางมีประมาณ 2.6 ล้านตันโดยส่งออกประมาณ 2.3 ล้านตัน(89%) ผลิตเพื่อการส่งออกร้อยละ 11% ใช้ในอุตสาหกรรมภายในประเทศ ภาคอุตสาหกรรมนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ยางธรรมชาติเพื่อเป็นยางพาราวัตถุดิบซึ่งเป็นหัวใจที่สำคัญในการที่ผลิตสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นที่เราใช้กันในชีวิตประจำวันมากมายดังในตารางที่ 2.3 จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มและมีความต้องการปริมาณมากเพิ่มขึ้นทุกปี

**ตารางที่ 2.3** ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติในประเทศแยกตามประเภทผลิตภัณฑ์ (หน่วย:เมตริกตัน)

| ลำดับ | ประเภทผลิตภัณฑ์ | 2550 | 2551 | 2552 | 2553 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ยางยานพาหนะ | 170,893 | 208,886 | 233,257 | 290,982 |
| 2 | ยางยืด | 72,193 | 54,108 | 50,107 | 46,064 |
| 3 | ถุงมือยาง | 54,808 | 52,436 | 42,635 | 49,663 |
| 4 | ยางรถจักรยานยนต์ | 29,589 | 29,614 | 22,787 | 24,262 |
| 5 | ยางรัดของ | 17,232 | 21,657 | 23,806 | 13,101 |
| 6 | ถุงยางอนามัย | 291 | 281 | 1,396 | 8,563 |
| 7 | รองเท้า | 4,759 | 5,055 | 5,419 | 4,950 |
| 8 | สายพาน | 1,370 | 1,862 | 2,457 | 2,763 |
| 9 | กาว | 2,430 | 2,591 | 1,659 | 2,036 |
| 10 | หล่อดอก | 6,212 | 5,943 | 2,153 | 2,452 |
| 11 | อะไหล่รถยนต์ | 1,435 | 2,091 | 1,556 | 1,704 |
| 12 | พื้นรองเท้า | 4,162 | 1,249 | 1,422 | 1,289 |
| 13 | เครื่องมือทางการแพทย์ | 840 | 831 | 1,706 | 1,185 |
| 14 | ท่อยาง | 964 | 940 | 529 | 636 |
| 15 | ผลิตภัณฑ์ฟองน้ำ | 419 | 395 | 371 | 326 |
| 16 | อื่นๆ | 5,922 | 9,517 | 8,003 | 8,661 |
| | รวม | 373,659 | 397,595 | 399,415 | 458,637 |

**ที่มา:** สถาบันวิจัยยาง http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm

ข้อมูลจากทางสถาบันวิจัยยางที่ได้เก็บข้อมูลทางสถิติของปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันแยกตามชั้น ตั้งแต่ปี 2549 – 2554 ซึ่งแสดงรายละเอียดข้อมูลในตารางที่ 2.4 ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันแยกตามชั้นหรือเกรดยางนั้นยางชั้น 3 และชั้น 4 นั้นมีปริมาณการส่งออกนั้นค่อนข้างมากเนื่องจากเป็นแผ่นยางดิบที่พ่อค้าคนกลางหรือกลุ่มนายทุนรับซื้อมาจากเกษตรชาวสวนยางโดยตรงก่อนที่จะนำมาผ่านกระบวนการอบรมควันไล่ความชื้นและนำไปขายหรือส่งออกอีกทีหนึ่ง ซึ่งจะเห็นได้ว่ายางชั้นนี้มีปริมาณการส่งออกมากเพราะความสามารถของเกษตรกรชาวสวนที่สามารถแปรรูปแผ่นยางดิบได้ปริมาณมาก

**ตารางที่ 2.4** ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันแยกตามชั้น ตั้งแต่ปี 2549 – 2554 (หน่วย:ไร่)

| ปี | ชั้น 1x | ชั้น 1 | ชั้น 2 | ชั้น 3 | ชั้น 4 | ชั้น 5 | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2549 | 997 | 13,756 | 1,630 | 769,487 | 149,965 | 3,149 | 938,984 |
| 2550 | 1,087 | 11,070 | 2,185 | 696,020 | 147,870 | 3,094 | 861,326 |
| 2551 | 768 | 12,882 | 3,821 | 639,863 | 137,185 | 2,030 | 796,549 |
| 2552 | 1,037 | 7,159 | 4,111 | 600,206 | 80,302 | 1,695 | 694,510 |
| 2553 | 980 | 6,965 | 6,224 | 599,028 | 104,062 | 2,182 | 719,442 |
| 2554* | 922 | 9,688 | 7,440 | 617,925 | 111,009 | 300 | 747,284 |

**หมายเหตุ.** *หมายถึง ประมาณการเบื้องต้นจากข้อมูลขอส่งออก

**ที่มา:** สถาบันวิจัยยาง, เข้าถึง 2 ม.ค. 2554. จากhttp://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm

2.1.1 กรรมวิธีการทำแผ่นยางดิบ (สถาบันวิจัยยาง, การผลิตยางแผ่นดิบคุณภาพดี.(2551).)

การแปรรูปน้ำยางสดให้เป็นแผ่นยางดิบคุณภาพดีนั้นจากเอกสารคำแนะนำเรื่อง “การผลิตยางแผ่นคุณภาพดี” ซึ่งเป็นเอกสารที่สถาบันวิจัยยาง กรมการเกษตรได้จัดทำเพื่อให้เกษตรกรชาวสวนยางนำไปใช้ปฏิบัติทำให้ได้แผ่นยางดิบที่มีคุณภาพดีและขายยางแผ่นในราคาสูงตรงตามที่ตลาดต้องการ สำหรับขั้นตอนการผลิตแผ่นยางดิบคุณภาพดีนั้นจะมุ่งเน้นและคำนึงถึงเรื่องความสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนเป็นหลัก โดยเริ่มจากเตรียมอุปกรณ์ที่สะอาดซึ่งประกอบด้วย ตัวกรองซึ่งเป็นตะแกรงเบอร์ 40 และ60 ถาดจับตัวยาง(ตะกง) ถังใส่น้ำขนาด 200 ลิตร ถังใส่น้ำปากกว้างถังพลาสติกทนกรดหรืออ่างกระเบื้องเคลือบ ใบผายสำหรับกวนนำยางและปาดยางโต๊ะนวดยางกระป๋องตวงน้ำยางและน้ำ เครื่องรีดยางชนิดเรียบและชนิดดอก เป็นต้น

(a)

(b)

(c)

(d)

**ภาพที่ 2.4** อุปกรณ์ทำแผ่นยาง (a) ตัวกรองซึ่งเป็นตะแกรงเบอร์ 40 และ60
(b) กระป๋องตวงน้ำยางและใบผายสำหรับกวนนำยางและปาด
(c) ถาดจับตัวยาง (ตะกง) (d) เครื่องรีดยางชนิดเรียบและชนิดดอก

2.1.2 หลักการทำแผ่นยางดิบ (สถาบันวิจัยยาง, การผลิตยางแผ่นดิบคุณภาพดี.(2551).)

หลักการที่สำคัญในแปรรูปน้ำยางสดเป็นแผ่นยางดิบนั้นมีด้วยกัน 3 ส่วนคือ กรอง การเจือจางและการจับตัวที่เป็นหลักการที่หัวใจที่สำคัญในการผลิตแผ่นยางดิบ ส่วนแรกคือการกรองเพื่อป้องกันไม่ให้มีสิ่งสกปรกเจือปนโดยจะเทน้ำยางสดลงบนตะแกรงหยาบ 40 ที่ซ้อนบนตะแกรงเบอร์ 60 ซึ่งมีความละเอียดกว่า โดยต้องกรองทั้งน้ำยางและน้ำที่จะใช้ในกระบวนการผลิต เมื่อกรองเสร็จต้องรีบทำความสะอาดตะแกรงทันที ส่วนที่สองคือการเจือจาง เป็นการปรับสภาพน้ำยางให้ความเข้มข้นเหมาะสมในการจับตัวและทำการรีดแผ่นและที่สำคัญทำให้เกิดฟองน้อย โดยใช้อัตราส่วนน้ำยาง 3 ส่วน ผสมน้ำสะอาด 2 ส่วน ส่วนที่สามคือการจับตัวยาง ให้ใช้น้ำกรดที่มีคุณภาพดีและมีความเข้มข้นเหมาะสม การเตรียมกรดนั้นใช้กรดฟอร์มิคเข้มข้น 2 ช้อนแกงผสมน้ำสะอาด 3 กระป๋องนม โดยจะตักกรดเทใส่ในน้ำกวนให้เข้ากัน ซึ่งน้ำกรดที่ผสมแล้วนั้นสามารถใช้ทำยางได้ 3 แผ่น

สำหรับวิธีการผลิตแผ่นยางดิบนั้นบริเวณทำยางแผ่น อุปกรณ์รวมถึงเครื่องจักรต้องสะอาด และต้องทำให้อุปกรณ์เปียกน้ำก่อนเพื่อป้องกันยางติด ลำดับขั้นตอนนั้นค่อนข้างที่จะมีความซับซ้อนและต้องอาศัยความชำนาญซึ่งจะอธิบายขั้นตอนพอสังเขปพอให้เห็นกระบวนการผลิตก่อนที่จะมาเป็นแผ่นยางดิบตามลำดับดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกรีดยางและรองน้ำยางด้วยถ้วยรองน้ำยางดังในภาพที่ 2.5 (a) และ(b) เทน้ำยางสดรวมกัน ยาง 1 แผ่นใช้น้ำยาง 3 ลิตรผสมน้ำ 2 ลิตร เทน้ำยาง 3 ลิตรลงในตะกง เทน้ำ 2 ลิตรผสมลงในตะกง

(a) (b)

**ภาพที่ 2.5** การกรีดยาง(a) และรองน้ำยางสด(b)

ขั้นตอนที่ 2 เทน้ำยางสดรวมกัน ยาง 1 แผ่นใช้น้ำยาง 3 ลิตรผสมน้ำ 2 ลิตร เทน้ำยาง 3 ลิตรลงในตะกง เทน้ำ 2 ลิตรผสมลงในตะกง ดังในภาพที่ 2.6

(a) (b)

**ภาพที่ 2.6** การรวบรวมน้ำยางสด(a)และ(b)

ขั้นตอนที่ 3 กรดฟอร์มิคความเข้มข้นประมาณร้อยละ 90 ผสมน้ำให้เจือจางเหลือร้อยละ 2 โดยใช้น้ำ 3 กระป๋องนม ใช้ กรด 2 ช้อนแกงผสมลงในน้ำ ใช้กรดที่เจือจางแล้ว 1 กระป๋องนมต่อยาง 1 แผ่น ดังในภาพที่ 2.7

(a) (b)

**ภาพที่ 2.7** การเตรียมกรดน้ำส้ม(a)และ(b)

ขั้นตอนที่ 4 เทกรดที่เจือจางแล้วในตะกง กวนน้ำยางให้เข้ากัน กวาดฟองอากาศออกให้หมด ปาดฟองอากาศที่เกิดขึ้นบนผิวนำยางและขอบๆตะกง เติมน้ำลงในตะกงจนท่วมผิวยางเพื่อกันดำและสะดวกในการนำยางออกจากตะกง ปิดฝาตะกงทิ้งไว้รอน้ำยางจับตัว 3- 45 นาที ดังในภาพที่ 2.8

(a)

(b)

**ภาพที่ 2.8** การปาดฟองอากาศที่เกิดขึ้นบนผิว(a) และปิดภาชนะกันฝุ่น (b)

ขั้นตอนที่ 5 ดังในภาพที่ 2.9 (a) (b) (c)และ(d) เมื่อยางแข็งตัวใช้น้ำหล่อ เตรียมเทยางเพื่อนวดยาง เทยางลงบนโต๊ะนวดยาง นวดยางให้มีความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร คว่ำลงบนโต๊ะนวด และทำการนวดไล่ทั้งสองข้างจนทั่วแผ่น จนมีความหนา 1 เซนติเมตรนำยางที่นวดแล้ววางซ้อนกันโดยมีแผ่นพลาสติกคั่นกลางกันยางติดกัน

(a)

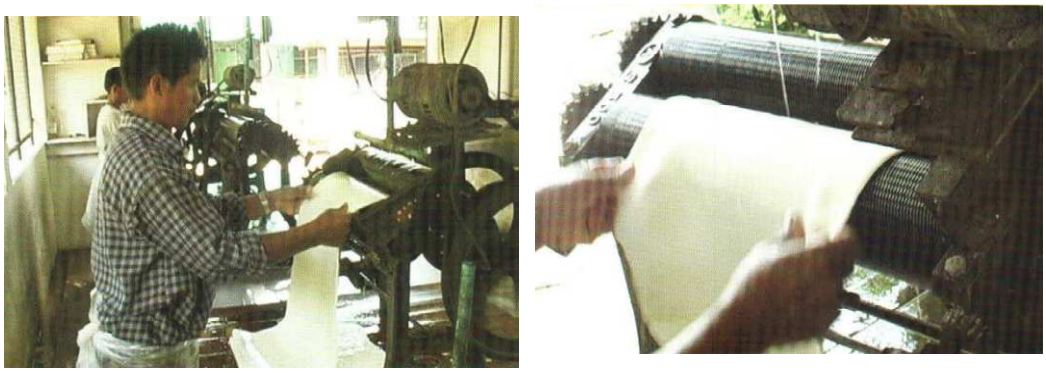
(b)

**ภาพที่ 2.9** การหล่อน้ำ (a) และการนวดแผ่นก้อนยาง (b)

ขั้นตอนที่ 6 เครื่องรีดแผ่นยางดิบดังในภาพที่ 2.10 (a) และ(b) โดยจะนำยางเข้ารีดลื่น 3-4 ครั้ง ดังในภาพที่ 2.11 (a) และ (b) ให้มีความหนา 3-4 มิลลิเมตรและเข้าเครื่องรีดดอก 1 ครั้งให้มีความหนาไม่เกิน 2 มิลิเมตร

(a) (b)

**ภาพที่ 2.10** ตัวอุปกรณ์รีดลื่น(a)และรีดดอก(b)



(a) (b)

**ภาพที่ 2.11** การเข้าเครื่องรีดลื่น(a)และรีดดอก(b)

นำยางที่นวดแล้วเข้าเครื่องรีดลื่น3-4 ครั้งจนมีความหนาประมาณ 4-5 มิลลิเมตรและเข้าเครื่องรีดดอก 1 ครั้ง ให้มีความหนา 3-4 มิลลิเมตร เป็นขั้นการรีดน้ำออกโดยใช้จักรรีดยาง รีดจนน้ำออกมากที่สุด ดังในภาพที่ 2.11

ขั้นตอนที่ 7 ล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งในที่ร่มดังในภาพที่ 2.12 (a) และ(b) เป็นภาพที่แสดงการล้างแผ่นยางที่รีดแล้วด้วยน้ำสะอาดนำยางผึ่งในร่มและไม่วางซ้อนกัน โดยโรงผึ่งควรมีอากาศถ่ายเทดี ขั้นตอนลำดับสุดท้ายเป็นการรวมรวมแผ่นยางที่แห้งแล้ว วางซ้อนกันในที่สะอาดไม่มีละอองฝุ่นและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ เพื่อรอจำหน่ายต่อไปดังในภาพที่ 2.13

(a) (b)

**ภาพที่ 2.12** การล้างทำความสะอาดน้ำสุดท้าย (a) และการตากแผ่นยางดิบ (b)

**ภาพที่ 2.13** แผ่นยางที่มัดรวมกันวางซ้อนกันรอจำหน่าย

บรรยกาศการซื้อขายแผ่นยางดิบนั้นจะมีการขนย้ายแผ่นยางดิบไปยังหน่วยรับซื้อซึ่งจะมัดยางเป็นโดยการซ้อนยางปีนมัดโดยมัดละ 10 แผ่น ดังภาพในที่ 2.14 (a) และภาพที่ 2.14 (b) เป็นการหาน้ำหนักของยางโดยการชั่งน้ำหนักโดยใช้ตาชั่งเพื่อหาปริมาณน้ำหนักและนำไปคูณกับระดับคุณภาพที่เจ้าหน้าที่ประเมินเกรดยางให้ เช่น ยกตัวอย่างเช่น ราคาการรับซื้อ ณ วันนั้น คุณภาพยางเกรด 3 ราคา 120 ต่อกิโลกรัม หากปริมาณน้ำหนักเท่ากับ 100 กิโลกรัม มูลค่าราคายางจะเท่ากับ12,000 บาท เป็นต้นหลังจากที่มีการรับซื้อแผ่นยางดิบแล้วนั้นการวางซ้อนกันรอกระบวนการอบรมควันและป้อนเข้าสู่โรงงานต่อไป ดังภาพที่ 2.15 (a)

(a) (b)

**ภาพที่ 2.14** การขนย้ายแผ่นยาง(a)และการชั่งแผ่นยางดิบ(b)

**ภาพที่ 2.15** ลักษณะกองยางที่วางเรียงซ้อนกัน

2.1.3 วิเคราะห์กรรมวิธีการแปรรูปน้ำยางดิบและตำหนิของแผ่นยางดิบ

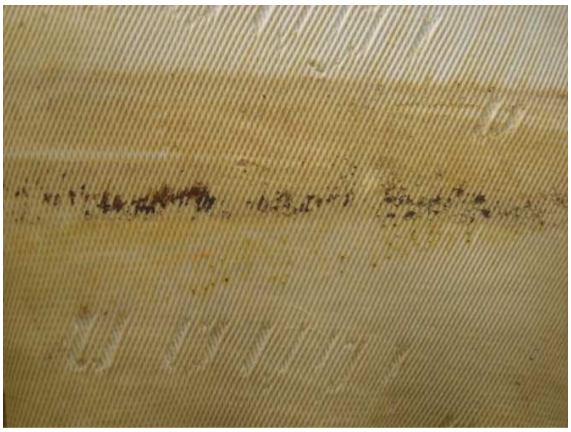
สำหรับขั้นตอนการผลิตแผ่นยางดิบคุณภาพดีนั้นจะมุ่งเน้นและคำนึงถึงเรื่องความสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนเป็นหลักซึ่งเป็นการเตรียมการแผ่นยางเพื่อผลิตยางแผ่นรมควันต่อไป กรรมวิธีการแปรรูปน้ำยางดิบนั้นมีความสำคัญมากการขาดความชำนาญและการปฏิบัติตามกรรมวิธีที่ถูกต้องจะทำให้เกิดตำหนิยางซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงกับการขายผลผลิตที่ทำให้ราคาตกต่ำ อีกทั้งยังมีกลไกลทางการตลาดที่ขึ้นอยู่ความต้องการแผ่นยางดิบเป็นวัตถุดิบหรืออาจหมายถึงสภาวะปริมาณยางที่เป็นที่ต้องการในช่วงเวลา ณ ขณะนั้นตลาดมีความต้องการมากหรือน้อยซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดราคาซึ่งอาจทำให้ราคาแผ่นยางดิบนั้นอาจมีราคาสูงขึ้นหรือต่ำลงได้

อย่างไรก็ตามกรรมวิธีการแปรรูปน้ำยางดิบนั้นเป็นสิ่งที่เกษตรกรต้องคำนึงถึงและให้ความสำคัญในการแปรรูปน้ำยางดิบมาเป็นแผ่นยางดิบที่เป็นความต้องการของตลาดจากการศึกษาพบว่าในทุกขั้นตอนของการแปรรูปน้ำยางดิบนั้นล้วนแล้วแต่มีความสำคัญและต้องอาศัยความชำนาญของเกษตรกรตั้งแต่กระบวนการปลูก การกรีด ทำยางแผ่น จนถึงการจัดเก็บยางเพื่อรอส่งขาย จากการวิเคราะห์กรรมวิธีการแปรรูปน้ำยางดิบดังต่อไปนี้

1. เกิดจากอุปกรณ์ที่ไม่มาตรฐานเช่นในกรณีที่ตะกงไม่มาตรฐานส่งผลถึงน้ำหนักยางต่อแผ่นไม่ได้มาตราฐานตามไปด้วย
2. การผสมอัตราส่วนของกรดน้ำส้มทำให้สีของเนื้อยางไม่สม่ำเสมอดังในภาพที่ 2.16
3. กรรมวิธีไม่ถูกต้องในการตากผึ่งแดดดังในภาพที่ 2.17 ลายยางขาดไม่สม่ำเสมอเกิดรอยยับตรงกลางแผ่นซึ่งอาจขั้นตอนการนำยางผาดไม้
4. ไม้ผาดสำรับตากแผ่นยางไม่สะอาดดังในภาพที่ 2.18 มีเศษไม้ติดตามผิวยาง
5. การนวดยางและการยางรีดไม่ถูกต้องกรรมวิธีไม่ถูกต้องยางขาดเป็นรูระหว่างการรีดแผ่นดังภาพที่ 2.19
6. การกรองเศษผงไม่หมดจึงมีสิ่งสกปรกติดผิวเนื้อยางดังในภาพที่ 2.20
7. ไม่ทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องรีดยางแม้ลายจะเด่นชัดแต่พบสิ่งปลอมปนในเนื้อยางและผิวยางดังในภาพที่ 2.21
8. การกระจายของราขาวคล้ายแป้งสีค่อนข้างขาวที่เกิดบนกองยางดังในภาพที่ 2.22 ซึ่งอาจจะพบเห็นเป็นเรื่องปกติตามธรรมดาที่เห็นตามโรงเก็บยางที่ไม่ได้มาตรฐาน

**ภาพที่ 2.16** การผสมกรดน้ำส้มไม่ถูกต้องตามอัตราส่วนทำให้สีเนื้อยางไม่สม่ำเสมอ

**ภาพที่ 2.17** ลายยางขาดไม่สม่ำเสมอและมีรอยยับกลางแผ่น



**ภาพที่ 2.18** ลายยางไม่สม่ำเสมอและมีเศษไม้ติดตามผิวยาง

**ภาพที่ 2.19** ยางขาดเป็นรูระหว่างการรีดแผ่น

**ภาพที่ 2.20** เศษสิ่งสกปรก

**ภาพที่ 2.21** ลายเด่นชัดแต่พบสิ่งปลอมปนในเนื้อยาง

**ภาพที่ 2.22** การกระจายของราขาวคล้ายแป้งสีค่อนข้างขาวที่เกิดบนกองยาง

จากภาพที่ลักษณะแผ่นยางดิบหลังจากขั้นตอนการแปรรูปนั้นทำให้เห็นถึงความไม่มาตรฐานในขั้นตอนการแปรรูปน้ำยางดิบมาเป็นแผ่นยางดิบก่อนเข้ากระบวนการคัดเกรดซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลทำให้ลักษณะของแผ่นยางนั้นมีความแตกต่างกันในทางกายภาพซึ่งอาจสังเกตด้วยสายตา สีไม่สม่ำเสมอ ลายยางไม่สม่ำเสมอ สีไม่เท่าทั่วทั้งแผ่น ราขาว สิ่งสกปรกเศษไม้ และ ยางขาดเป็นรูไม่ได้มาตรฐาน สิ่งต่างๆ เหล่านี้ส่งผลกับลักษณะแผ่นยางดิบทั้งสิ้นซึ่งลักษณะแผ่นยางดิบนี้ค่อนข้างหลากหลาย ปัจจัยอีกส่วนหนึ่งซึ่งอาจจะมองข้ามไปไม่ได้นั้นคือพันธุ์ยางที่เกษตรกรนิยมปลูกเพื่อผลิตน้ำยางสดนั้นพบว่ามีหลายพันธุ์ ยกตัวอย่างเช่น สถาบันวิจัยยาง 251 สถาบันวิจัยยาง 266 BPM 24 และRRIM 600 เป็นต้นซึ่งถือว่าเป็นพันธุ์ยางชั้น 1 ซึ่งเป็นข้อมูลวิชาการยางของสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์แนะนำให้ปลูกได้เนื่องจากเหมาะสมในหลายเรื่องทนต่อโรค สามารถปลูกได้ในพื้นที่จำกัดแม้พื้นที่ลาดเอียงและหน้าดินตื้น ที่สำคัญคือให้ผลผลิตมากต่อปีและอายุการให้ผลผลิต 9-10 ปี

นอกเหนือจากการกรีด อุปกรณ์ที่สะอาด ไร้สิ่งแปลกปลอมที่ปนมากับน้ำยางสดก่อนนำมาทำการแปรรูป นั้นอาจหมายถึงเศษกิ่งไม้ ใบไม้ ดิน ซึ่งอยู่ในสวนยางพาราและน้ำฝนซึ่งบ่อยครั้งพบว่าหลังจากที่กรีดน้ำยางสดและรองน้ำยางด้วยถ้วยรองน้ำยางและเกิดฝนตกทำให้ได้น้ำยางคุณภาพไม่ดี เนื่องจากน้ำฝนไหลลงในถ้วยปะปนกับน้ำยางสด และในบางกรณีเกิดจากไม่ทำความสะอาดถ้วยรองน้ำยาง อุปสรรคไม่ว่าจะเป็นจะเป็นของการที่ไวต่อความชื้นซึ่งเป็นสาเหตุของเชื้อราสูญเสียเนื้อยางและเกิดการแพร่เชื้อของราไปยังแผ่นอื่นที่อยู่ในกองยางที่วางซ้อนกันก่อให้เกิดความสูญเสียและส่งผลโดยตรงคุณภาพของแผ่นยางดิบซึ่งจะได้อธิบายต่อหัวข้อต่อไป

การคัดเกรดยาง

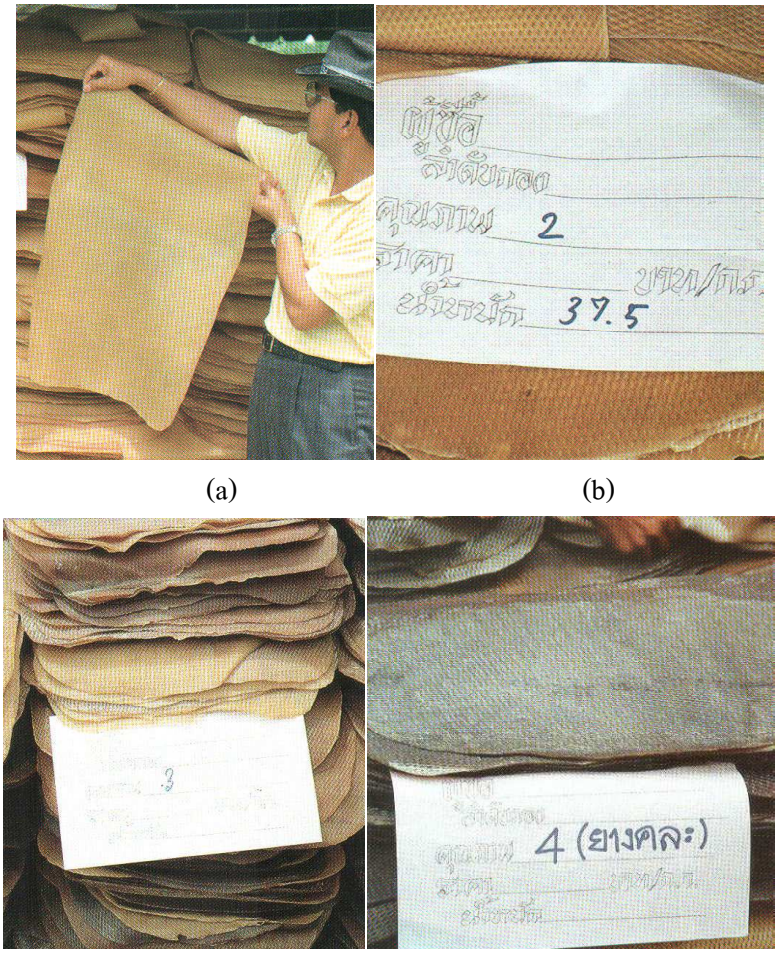
2.1.4 การคัดเกรดแผ่นยางดิบ

การคัดเกรดแผ่นยางดิบนั้นเป็นการประเมินโดยใช้เจ้าหน้าที่และผู้เชี่ยวชาญที่ต้องอาศัยประสาทสัมผัสและการสังเกตด้วยตาเพื่อวิเคราะห์ประเมินให้ระดับคุณภาพแผ่นยางดิบโดยการสุ่มตัวอย่างแผ่นยางดิบจากกองยางที่เรียงซ้อนกันในแต่ละมัด การคัดคุณภาพแผ่นยางดิบจะใช้สายตาและประสบการณ์เพื่อให้สามารถใช้วิจารณญาณในการคัดคุณภาพได้ถูกต้องมากที่สุด การนำยางมาขายเกษตรกรชาวสวนยางพารามักมัดแผ่นยางดิบมาเป็นห่อ ๆ ละประมาณ 10 แผ่น ดังหากผู้คัดคุณภาพตรวจพบแผ่นยางดิบที่มีคุณภาพไม่ดีหรือคุณภาพต่ำอยู่ในมัดนั้น ก็จะคัดคุณภาพยางมัดนั้นเป็นยางคุณภาพต่ำทันที บ่อยครั้งที่เกษตรกรนำยางเกรดคุณภาพต่ำมาปะปนในคละในห่อแผ่นยางดิบคุณภาพดีจึงถูกประเมินยางคุณภาพต่ำ การคัดเกรดแผ่นยางดิบนั้นใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพตามมาตรฐานแผ่นยางดิบคุณภาพดีซึ่งแบ่งได้ 4 ระดับโดยสำนักงานตลาดกลางยางพาราได้กำหนดคุณภาพแผ่นยางดิบ เพื่อใช้เป็นมาตรฐานที่ชาวสวนยางสามารถไปปฏิบัติได้ เมื่อนำยางมาขายที่ตลาดกลางยางพาราจะขายได้ราคาตรงตามมาตรฐาน โดยจะมีเจ้าหน้าที่ที่ชำนาญในการคัดชั้นยางคอยดูแลให้เป็นด้วยความยุติธรรมดังในภาพที่ 2.23

**ภาพที่ 2.23** เจ้าหน้าที่ที่ชำนาญในการคัดชั้นยาง

**ที่มา:** สำนักงานตลาดกลางยางพารา เข้าถึง 12 ก.พ. 2554. จาก http://www.aopdr01.doae.go.th/standarddrysheet%20and%20cuplump.htm

การคัดเกรดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะยางซึ่งสามารถดูเนื้อยางที่ดีได้จากภาพที่ 2.24 (a) และเจ้าหน้าที่ที่ชำนาญในการคัดเกรดยางใช้ประสาทสัมผัสและการสังเกตด้วยตา ส่วนในภาพที่ 2.24 (b) และ(c) นั้นแสดงถึงลักษณะยางแผ่นยางดิบที่มีคุณภาพต่ำชั้น 2 และ3 ตามลำดับในภาพ และสำหรับภาพที่ 24 (d) แสดงถึงลักษณะยางแผ่นยางดิบที่มีคุณภาพต่ำชั้น 4 ซึ่งถือว่าราคาต่ำสุด




(a) (b)

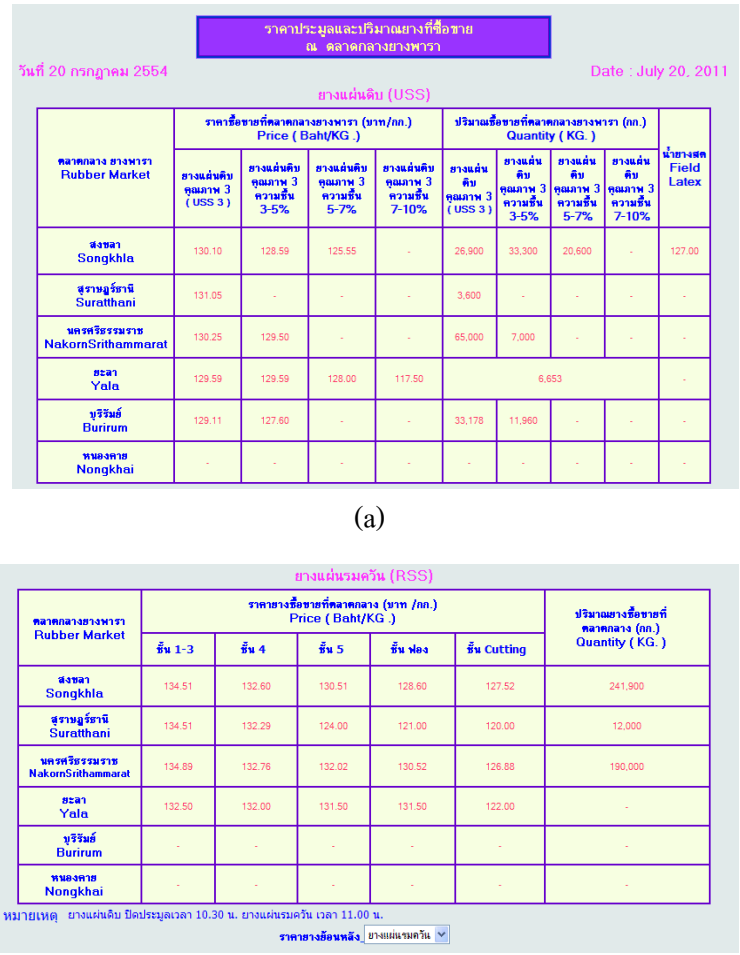
(c) (d)

**ภาพที่ 2.24** ลักษณะแผ่นยางดิบเจ้าหน้าที่ใช้ชำนาญกำลังการคัดเกรดแยกชั้นยาง

**ที่มา:** สถาบันวิจัยยาง กรมการเกษตร, วารสารยางพารา ปี 12 (2) 2535. (น. 112-118).

สำหรับการซื้อขายยางพารานั้นปัจจุบันตลาดกลางแบ่งประเภทการรับซื้อออกเป็น 3 ประเภทใหญ่คือ แผ่นยางดิบ(Unsmoked sheet,USS) ยางแผ่นรมควัน(RSS) น้ำยางสด (Field Latex) ซึ่งตลาดกลางยางพารานั้นจะกำหนดคุณภาพตามลักษณะของยางซึ่งมีหลายระดับ สำหรับ

ราคานั้นจะใช้การรับซื้อคราวละมากๆ นั้นจะโดยใช้วิธีการประมูลราคายาง ดังนั้นราคายางจะเปลี่ยนแปลงปรับราคาสูงขึ้นและลดลงตามกลไกความต้องการของตลาด การซื้อขายคิดมูลค่ายางพาราต่อน้ำหนักยาง (บาท/กก.) ดังตัวอย่างในภาพที่ 25 ราคาการประมูลและการรับซื้อยาง USS และRSS ณ ตลาดกลางยางพารา



ราคาประมูลและปริมาณยางที่ซื้อขาย
ณ ตลาดกลางยางพารา

วันที่ 20 กรกฎาคม 2554 Date : July 20, 2011

ยางแผ่นดิบ (USS)

| ตลาดกลาง ยางพารา Rubber Market | ราคาซื้อขายที่ตลาดกลางยางพารา (บาท/กก.) Price ( Baht/KG .) | | | | ปริมาณซื้อขายที่ตลาดกลางยางพารา (กก.) Quantity ( KG. ) | | | | น้ำยางสด Field Latex |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ยางแผ่นดิบ คุณภาพ 3 ( USS 3 ) | ยางแผ่นดิบ คุณภาพ 3 ความชื้น 3-5% | ยางแผ่นดิบ คุณภาพ 3 ความชื้น 5-7% | ยางแผ่นดิบ คุณภาพ 3 ความชื้น 7-10% | ยางแผ่นดิบ คุณภาพ 3 ( USS 3 ) | ยางแผ่นดิบ คุณภาพ 3 ความชื้น 3-5% | ยางแผ่นดิบ คุณภาพ 3 ความชื้น 5-7% | ยางแผ่นดิบ คุณภาพ 3 ความชื้น 7-10% | |
| สงขลา Songkhla | 130.10 | 128.59 | 125.55 | - | 26,900 | 33,300 | 20,600 | - | 127.00 |
| สุราษฎร์ธานี Suratthani | 131.05 | - | - | - | 3,600 | - | - | - | - |
| นครศรีธรรมราช NakornSrithammarat | 130.25 | 129.50 | - | - | 65,000 | 7,000 | - | - | - |
| ยะลา Yala | 129.59 | 129.59 | 128.00 | 117.50 | 6,653 | | | | - |
| บุรีรัมย์ Burirum | 129.11 | 127.60 | - | - | 33,178 | 11,960 | - | - | - |
| หนองคาย Nongkhai | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

(a)

ยางแผ่นรมควัน (RSS)

| ตลาดกลางยางพารา Rubber Market | ราคายางซื้อขายที่ตลาดกลาง (บาท /กก.) Price ( Baht/KG .) | | | | | ปริมาณยางซื้อขายที่ตลาดกลาง (กก.) Quantity ( KG. ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ชั้น 1-3 | ชั้น 4 | ชั้น 5 | ชั้น ฟอง | ชั้น Cutting | |
| สงขลา Songkhla | 134.51 | 132.60 | 130.51 | 128.60 | 127.52 | 241,900 |
| สุราษฎร์ธานี Suratthani | 134.51 | 132.29 | 124.00 | 121.00 | 120.00 | 12,000 |
| นครศรีธรรมราช NakornSrithammarat | 134.89 | 132.76 | 132.02 | 130.52 | 126.88 | 190,000 |
| ยะลา Yala | 132.50 | 132.00 | 131.50 | 131.50 | 122.00 | - |
| บุรีรัมย์ Burirum | - | - | - | - | - | - |
| หนองคาย Nongkhai | - | - | - | - | - | - |

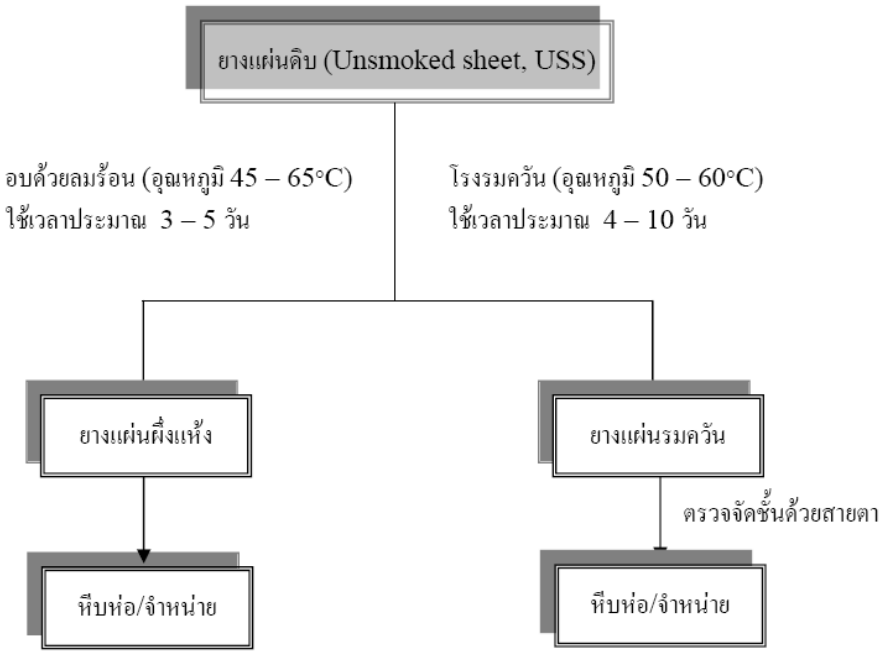
หมายเหตุ ยางแผ่นดิบ ปิดประมูลเวลา 10.30 น. ยางแผ่นรมควัน เวลา 11.00 น.

ราคายางย้อนหลัง ยางแผ่นรมควัน

(b)

**ภาพที่ 2.25** ราคาการประมูลและการรับซื้อยาง USS และRSS ณ ตลาดกลางราคายาง

**ที่มา:** สถาบันวิจัยยาง กรมการเกษตร: เข้าถึง 10 ก.ค. 2554. จาก http://www.rubberthai.com/price/price_index.htm




**ภาพที่ 2.26** แผนภูมิกรรมวิธีการผลิตแผ่นยางดิบ USS

**ที่มา:** สถาบันวิจัยยาง กรมการเกษตร, ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553 (2553).

จากภาพที่ 2.26 นั้นแผนภูมิกรรมวิธีการผลิตแผ่นยางดิบ USS แสดงกระบวนการขั้นตอนจากยางดิบจนถึงขั้นตอนการการหีบห่อนั้นเกษตรกรยังใช้การสังเกตด้วยตาในการคัดแยกคุณภาพจัดชั้นระดับคุณภาพยางก่อนการหีบห่อเพื่อรอจำหน่ายซึ่งค่อนข้างจะต้องอาศัยความชำนาญในการคัดแยกเช่นกัน ในการนำยางมาขายเกษตรกรชาวสวนยางพารามักมัดแผ่นยางดิบมาเป็นห่อ ๆ ละประมาณ 10 แผ่น ดังนั้น หากผู้คัดคุณภาพตรวจพบแผ่นยางดิบที่มีคุณภาพไม่ดีหรือคุณภาพต่ำอยู่ในมัดนั้น ก็จะคัดคุณภาพยางมัดนั้นเป็นยางคุณภาพต่ำทันที จึงไม่ควรใส่ยางคุณภาพต่ำมาในห่อแผ่นยางดิบคุณภาพดี ควรแยกไว้ต่างหาก ในการคัดคุณภาพแผ่นยางดิบจะใช้สายตาประสบการณ์ เพื่อให้สามารถใช้วิจารณญาณในการคัดคุณภาพได้ถูกต้องมากที่สุด อาศัยเกณฑ์การประเมินคุณภาพตามมาตรฐานแผ่นยางดิบคุณภาพดีซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในขั้นต้นนั้นสำหรับแผ่นยางดิบคุณภาพดีหมายถึงแผ่นยางดิบคุณภาพ 1 แผ่นยางดิบคุณภาพ 2 และ แผ่นยางดิบคุณภาพ 3 เท่านั้น การคัดเกรดของเจ้าหน้าที่หรือผู้ชำนาญการดูตามลักษณะแผ่นยางดิบแบ่งรายละเอียดดังนี้

ลักษณะแผ่นยางดิบคุณภาพดี

แผ่นยางดิบคุณภาพ 1 มีลักษณะเรียงตามความสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. แผ่นยางมีความสะอาดและปราศจากฟองอากาศตลอดแผ่น
2. มีความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 1.5%
3. แผ่นยางมีความยืดหยุ่นดี และมีลายดอกเด่นชัดตลอดแผ่น
4. แผ่นยางบาง มีความหนาของแผ่นยางไม่เกิน 3 มิลลิเมตร
5. เนื้อยางแห้งใส มีสีสวยสม่ำเสมอตลอดแผ่น ลักษณะสีเหลืองทองหรือเหลืองอ่อนไม่มีสีคล้ำหรือรอยด่างดำ
6. แผ่นยางมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อแผ่น 0.8-1.2 กก.
7. แผ่นยางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 38-46 เซนติเมตร ยาว 80-90 เซนติเมตร

**ภาพที่ 2.27** ลักษณะแผ่นยางดิบแผ่นยางดิบคุณภาพ 1 (a) และแผ่นยางดิบคุณภาพ 2 (b)

แผ่นยางดิบคุณภาพ 2 มีลักษณะเรียงตามความสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. แผ่นยางมีความสะอาดตลอดแผ่น หรืออาจมีสิ่งสกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้างเล็กน้อย
2. มีความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 2%
3. แผ่นยางมีความยืดหยุ่นดี และมีลายดอกเด่นชัด
4. แผ่นยางบาง มีความหนาของแผ่นยางไม่เกิน 4 มิลลิเมตร
5. เนื้อยางแห้งมีสีสม่ำเสมอตลอดแผ่นลักษณะสีค่อนข้างคล้ำหรืออาจมีรอยด่างดำได้บ้างเล็กน้อย
6. แผ่นยางมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อแผ่น 1-1.2 กก.
7. แผ่นยางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 38-46 เซนติเมตร ยาว 80-90 เซนติเมตร

แผ่นยางดิบคุณภาพ 3 มีลักษณะเรียงตามความสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. แผ่นยางมีความสะอาดหรืออาจมีสิ่งสกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้างเล็กน้อย
2. มีความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 3%
3. แผ่นยางมีความยืดหยุ่นดี และมีลายดอกเด่นชัด
4. แผ่นยางค่อนข้างหนา มีความหนาของแผ่นยางไม่เกิน 4 มิลลิเมตร
5. เนื้อยางแห้งมีสีคล้ำค่อนข้างทึบ ไม่โปร่งใสเท่าที่ควร
6. มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อแผ่นไม่เกิน 1.5 กก.
7. แผ่นยางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 38-46 เซนติเมตร ยาว 80-90 เซนติเมตร

**ภาพที่ 2.28** ลักษณะแผ่นยางดิบแผ่นยางดิบคุณภาพ 3

แผ่นยางดิบคุณภาพ 4 มีลักษณะเรียงตามความสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. แผ่นยางมีความสะอาดหรืออาจมีสิ่งสกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้าง
2. มีความชื้นในแผ่นยางไม่เกิน 4.5%
3. แผ่นยางมีความยืดหยุ่นดี และมีลายดอกเด่นชัด
4. แผ่นยางหนา มีความหนาของแผ่นยางไม่เกิน 4 มิลลิเมตร
5. เนื้อยางแห้งมีสีคล้ำทึบ ไม่โปร่งใส
6. แผ่นยางมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อแผ่นไม่เกิน 1.5 กก.
7. แผ่นยางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 38-46 เซนติเมตร ยาว 80-90 เซนติเมตร

ขอสรุปมาตรฐานการคัดเกรดแผ่นยางดิบและเพื่อให้เห็นความแตกต่างของลักษณะของแผ่นยางดิบในแต่ละระดับเกรดซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของแผ่นยางดิบในแต่ละระดับเกรดทั้ง 4 ระดับดังในภาพที่ 2.29

| ลำดับ | หลักเกณฑ์มาตรฐาน | คุณภาพ 1 | คุณภาพ 2 | คุณภาพ 3 | คุณภาพ 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ขนาดแผ่นยาง | เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 38-46 ซม.ยาว .80-90 ซม. | | | |
| 2 | ความหนาบาง (มิลลิเมตร) | < 3 | ≤ 4 | ≤ 4 | ≤ 4 |
| 3 | น้ำหนักเฉลี่ยต่อแผ่น (กรัม) | 800-1,200 | 1,000-1200 | ≤ 1,500 | ≤ 1,500 |
| 4 | ความยืดหยุ่นดี | ลายลอกแผ่นชัดตลอดแผ่น | ลายลอกแผ่นชัด | ลายลอกแผ่นชัด | ลายลอกแผ่นชัด |
| 5 | ความสะอาด | ปราศจากฟองอากาศตลอดแผ่น | อาจมีสิ่งสกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้างเล็กน้อย | อาจมีสิ่งสกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้าง | อาจมีสิ่งสกปรกและฟองอากาศอยู่ในแผ่นยางได้บ้าง |
| 6 | ความชื้นในแผ่นยาง | < 1.5 % | < 2 % | < 3 % | < 4.5 % |
| 7 | สีเนื้อยาง | สีเหลืองทอง เหลืองอ่อน สีสวยสม่ำเสมอตลอดแผ่นแห้งใส | ลักษณะสีล่อนข้างคล้ำ สีสม่ำเสมอตลอดแผ่น อาจมีรอยด่างดำได้บ้างเล็กน้อย | สีคล้ำล่อนข้างทึบไม่โปร่งใสเท่าที่ควร | สีทึบไม่โปร่งใส |

**ภาพที่ 2.29** เปรียบเทียบมาตรฐานการคัดเกรดแผ่นยางดิบทั้ง 4 ระดับ

วิธีการคัดเกรดยางในปัจจุบันนั้นใช้วิธีการสุ่มตรวจโดยใช้ประสาทสัมผัสและสายตาของผู้ประเมินอาจเป็นเจ้าหน้าที่หรือผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินคัดเกรดแผ่นยางดิบซึ่งออกโดยกระทรวงเกษตรในการให้ระดับคุณภาพตามลักษณะของสภาพของแผ่นยางดิบซึ่งสรุปหลักเกณฑ์ได้ดังภาพที่ 2.29 การเปรียบเทียบมาตราฐานการคัดเกรดแผ่นยางดิบทั้ง 4 ระดับซึ่งสรุปหลักเกณฑ์มาตรฐานลักษณะของยางแผ่นคุณภาพดีในการคัดคุณภาพแผ่นยางดิบสำหรับขั้นตอนการคัดเกรดนั้นเจ้าหน้าที่จะทำการดึงสุ่มตัวอย่างแผ่นยางดิบจากมัดยางหรือกองยาง 1-2 แผ่นเพื่อใช้เป็นตัวแทนของแผ่นยางดิบมัดนั้นหรือกองนั้น จากนั้นจะเจ้าหน้าที่ประเมินแผ่นยางดิบคุณภาพโดยเปรียบเทียบเกณฑ์แล้วให้ระดับคุณภาพ มูลค่าหรือราคาแผ่นยางดิบนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงโดยราคาต่อหน่วยน้ำหนักนั้นอาจมีการผันผวนขึ้นอยู่กับกลไกตลาดและความต้องการของภาคอุตสาหกรรม การคัดเกรดยางนั้นมีความสำคัญเนื่องจากเป็นตัวแปรที่สำคัญในการที่จะไปคูณกับปริมาณต่อหน่วยน้ำหนักเป็นกิโลกรัมของแต่ละระดับคุณภาพแผ่นยางดิบจึงได้มูลค่าแผ่นยางดิบทั้งหมดที่นำมาขาย

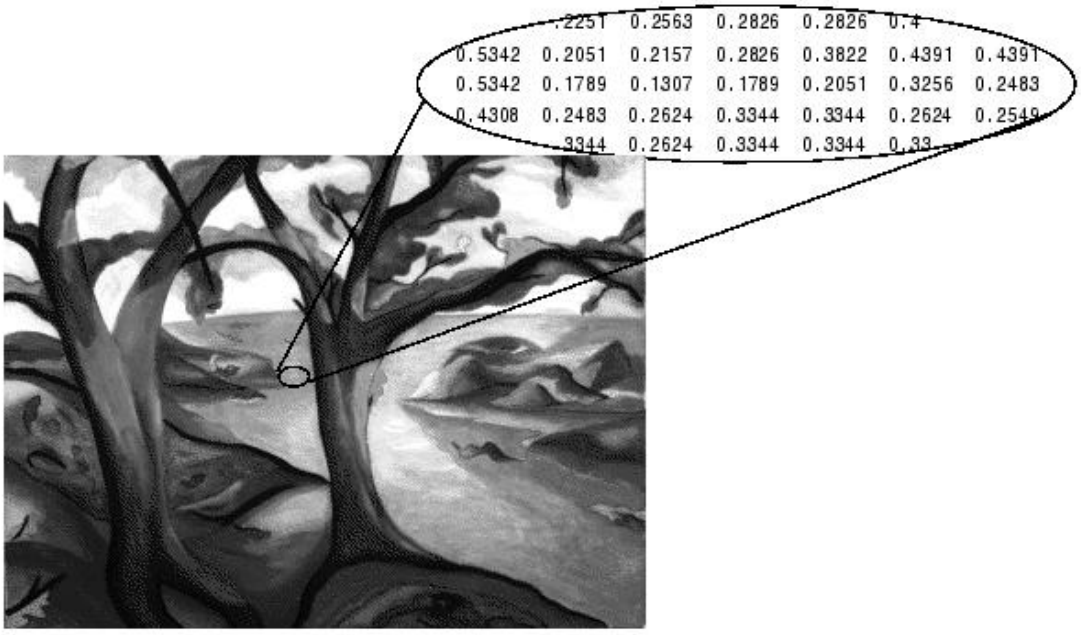
ในหัวข้อนี้ทำให้เห็นภาพรวมและเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับยางพารากระบวนการแปรรูปยางแผ่นดิบ วิธีการปฏิบัตินั้นต้องอาศัยความชำนาญของเกษตรกรอยู่มากทุกขั้นตอนต้องสะอาดความไม่มาตรฐานของอุปกรณ์และการเจือปนสิ่งแปลกผงเศษไม้นั้นอาจทำให้เกิดผลเสียหายกับยางแผ่นดิบได้ดังที่ได้อธิบายไปแล้ว การเก็บรักษายางแผ่นดิบที่เรียงซ้อนทับกันและต้องหลีกเลี่ยงความชื้น การหีบห่อเพื่อรอจำหน่ายที่ต้องจัดเรียงคัดแยกคุณภาพยางโดยการประสาทสัมผัสและการสังเกตด้วยตาของเกษตรกรเองเป็นคัดแยกเพื่อไม่ให้ยางคุณภาพต่ำปะปนกับยางชั้นดีที่มีคุณภาพสูงซึ่งหากเป็นเช่นนั้นเมื่อถึงขั้นตอนจำหน่ายและต้องผ่านการคัดเกรดยางที่โดยเจ้าหน้าที่หรือผู้เชี่ยวชาญโดยใช้วิธีการสุ่มตรวจโดยใช้ประสาทสัมผัสด้วยสายตาอาจทำให้ผลการประเมินคัดเกรดยางคุณภาพต่ำซึ่งจะทำให้ไม่ได้ราคาอย่างที่ควรจะเป็น การคัดเกรดโดยใช้การสุ่มตรวจนั้นเป็นวิธีการปฏิบัติที่ใช้กันในปัจจุบันเนื่องจากเกษตรกรทำการกรีดยางสดแทบทุกวันจึงมีแผ่นยางดิบออกสู่ตลาดกลางยางปริมาณค่อนข้างมาก การคัดเกรดยางปริมาณมากๆ นั้นแม้จะมีความชำนาญในการสังเกตด้วยตาและประสาทสัมผัสดีอาจเกิดความไม่มาตรฐานในการคัดเกรดเนื่องจากการล้าของสายตาจนทำให้การประเมินไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่เป็นหลักเกณฑ์ในการปฏิบัติ

หลักการปฏิบัติที่มีการต้องอาศัยการสังเกตกับเป็นข้อสังเกตเปรียบเทียบเราสามารถใช้ภาพถ่ายหรือภาพสแกนแผ่นยางเป็นตัวแทนของแผ่นยางจริงเพื่อเข้าประมวลผลภาพดิจิทัลและทำให้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยสามารถวิเคราะห์ภาพการประมวลผลภาพและสามารถบอกระดับได้จากการหาเอกลักษณ์ของบริเวณที่เรียกว่า “เชื้อราขาวและฟองยาง” ซึ่งมีสีขาว แต่การประเมินปริมาณยางนั้นค่อนข้างซับซ้อนดังที่กล่าวที่ได้อธิบายมาแล้วในตอนต้น แนวทางที่จะช่วยในคัดเกรดยางแผ่นดิบนั้นอาจจะต้องอาศัยเครื่องจักรที่สามารถวิเคราะห์ภาพยางแผ่นดิบที่ทำงานเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ของเจ้าหน้าที่ การที่จะทำให้เครื่องจักรนั้นสามารถทำงานเช่นเดียวกับมนุษย์โดยอาศัยกระบวนการขั้นตอนที่เราเรียกว่า “อัลกรอลิทึม” ซึ่งเป็นส่วนที่ต้องมีสำหรับหน่วยประมวลผลของเครื่องจักรซึ่งอาจหมายถึงคอมพิวเตอร์ประมวลผลและมีหน่วยความจำไม่มากนัก หลักการในเบื้องต้นนั้นหน่วยประมวลผลคือต้องรับข้อมูลเข้าสู่ส่วนประมวลผลซึ่งข้อมูลที่จะกล่าวถึงในงานวิจัยฉบับนี้นั้นหมายถึงข้อมูลภาพแผ่นยางดิบซึ่งอยู่ในรูปแบบดิจิทัลซึ่งเป็นรูปที่หน่วยประมวลผลเข้าใจข้อมูลและสามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลประมวลผลข้อมูลได้ โดยหลักการจะขออธิบายหลักการพื้นฐานเกี่ยวกับภาพดิจิทัล การสร้างภาพดิจิทัลและการประมวลผลภาพรวมถึงการวิเคราะห์ภาพด้วยคอมพิวเตอร์ล้วนแล้วแต่เป็นหลักการที่สำคัญที่จะนำไปสู่การสร้างกระบวนการขั้นตอนซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญให้หน่วยประมวลผลของเครื่องจักรสามารถวิเคราะห์ภาพได้จะกล่าวในหัวข้อต่อไป

**2.2 ภาพและการประมวลผลภาพดิจิทัล**

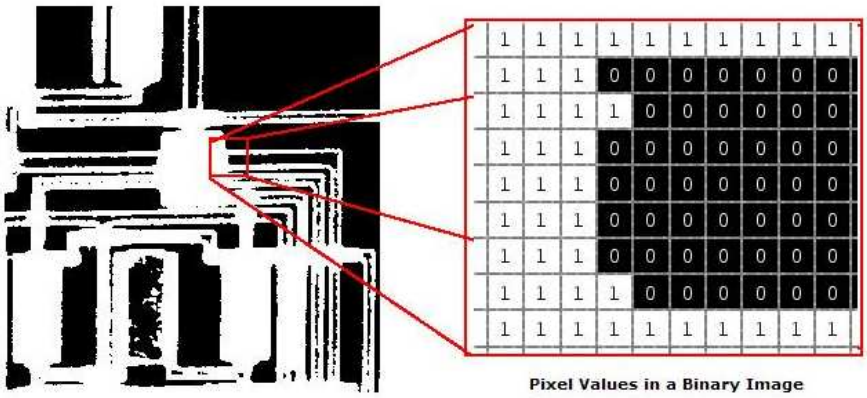
ภาพดิจิทัลหมายถึงฟังก์ชั่นความเข้มแสงสองมิติ *f(x,y)* โดยที่ x และ y นั้นแทนพิกัดตำแหน่ง และค่าของ f ที่จุดใดๆ *(x,y)* เป็นสัดส่วนกับความสว่างหรือระดับสีเทา(Gray-level) ของภาพที่จุดนั้นๆ ภาพดิจิทัล (Digital Image) คือ ข้อมูลภาพ *f(x,y)* ซึ่งถูกทำให้เป็นค่าดีสกรีตทั้งค่าพิกัดและค่าความสว่างของข้อมูลความสว่างด้วยเลขขนาด 8 บิต ซึ่งจะทำการแทนค่าข้อมูลโดยที่ค่าระดับเทาที่ 0 แทนความสว่างน้อยหรือสีดำ ค่าระดับเทาที่ 255 แทนความสว่างมากหรือสีขาว ซึ่งเราเรียกภาพชนิดนี้ว่า “ภาพระดับสีเทา(Gray level Image)” อาจจะพิจารณาอยู่ในรูปแบบของเมทริกซ์ข้อมูลภาพตามประเภทของภาพซึ่งของลักษณะภาพและข้อมูลของภาพในการจัดเก็บจะแตกต่างกันไปตามข้อมูลภาพนั้นเองดังตัวอย่างดังในภาพที่ 2.30, ภาพที่ 2.31, ภาพที่ 2.32 และภาพที่ 2.33 (Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, and Steven L. Eddins. (2004). Digital Image Processing Using MATLAB.)

ภาพระดับเทา (Gray-Scale image) คือภาพที่แสดงและแทนค่าสีของพิกเซลภาพแบบช่วงของค่าสีอยู่ ระหว่าง 0 – 255 ซึ่งแทนค่าสีดำเท่ากับ 0 จัดว่ามีระดับความเข้มแสงน้อยที่สุดและค่าสีขาวเท่ากับ 255 ที่มีระดับความเข้มแสงมากจะสว่างมาก สำหรับค่าสีในแต่ละพิกเซลนั้นเป็นไปตามความเข้มแสงดังในภาพที่ 2.30



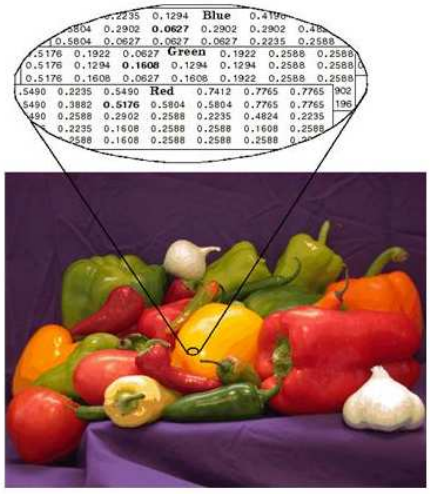

**ภาพที่ 2.30** ภาพระดับเทา (Gray-Scale image)

ภาพขาว-ดำ (Binary image) คือภาพที่มีลักษณะภาพแบบสองระดับซึ่งจะมีเพียงพิกเซลที่เป็นสีขาวและสีดำเท่านั้น ซึ่งข้อมูลภาพจะจัดเก็บข้อมูลของแต่ละพิกเซลอาจกำหนดให้มีค่าพิกเซลสีดำให้มีค่าข้อมูลเท่ากับ 0 ซึ่งหมายถึงจุดภาพสีขาวและกำหนดให้มีค่าพิกเซลสีขาวให้มีค่าเท่ากับ 1 หมายถึงจุดภาพสีขาวดังแสดงในภาพที่ 2.31 ด้านล่าง



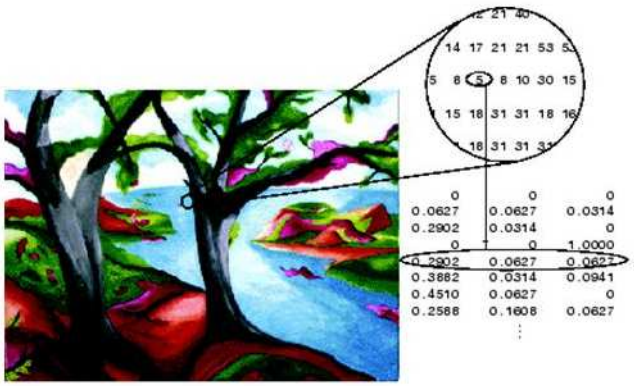

**ภาพที่ 2.31** ภาพขาว-ดำ (Binary image)

ภาพสี (Color image) คือภาพที่แสดงค่าสีของพิกเซลภาพด้วยค่าสีแบบ RGB ซึ่งแต่ละพิกเซลนั้นจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบภาพทั้ง 3 สีประกอบด้วย สีแดง(Red) สีเขียว(Green) สีน้ำเงิน(Blue) ซึ่งแต่ละพิกเซลจะเก็บค่าความเข้มของแต่ละแถบแสงที่ซ้อนกันดังในภาพที่ 2.33



**ภาพที่ 2.32** ภาพสี (Color image)

ภาพแบบอินเดก (Index image) คือภาพที่แสดงค่าพิกเซลที่ถูกจัดการทำค่าดัชนีตามตารางสีที่ถูกกำหนดใหม่ซึ่งค่าสีในข้อมูลเมทริกซ์ภาพนั้นจะเก็บเป็นค่าจำนวนเต็มดังในภาพที่ 2.33




**ภาพที่ 2.33** ภาพแบบอินเดก (Index image)

รูปแบบของไฟล์ภาพ (Image File Format) การจัดเก็บข้อมูลรูปภาพในคอมพิวเตอร์นั้นจะทำการเข้ารหัสตามมารตราฐานการจัดเก็บข้อมูลที่ถูกออกแบบมาซึ่งแต่ละรูปแบบมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน โดยแต่ละรูปแบบนั้นสามารถดูได้จากนามสกุลของไฟล์ข้อมูลภาพเช่น GIF, JPEG, TIFF, RAW, PNG, BMPและ PCX เป็นต้น

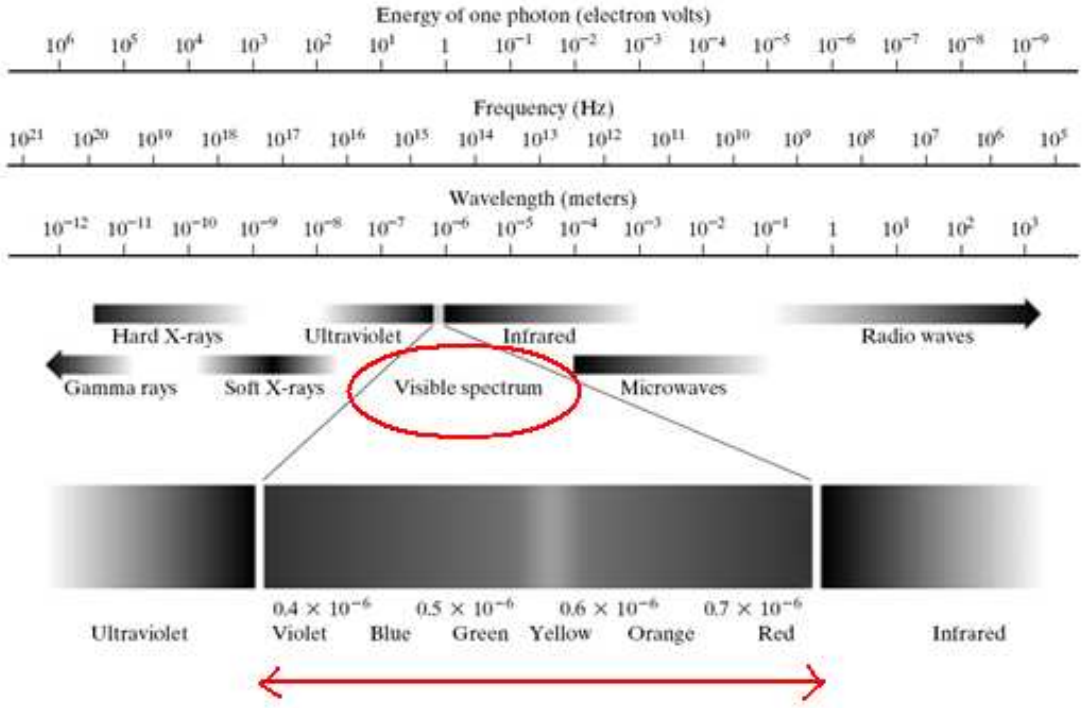
ขนาดของไฟล์ภาพ(Image File Size) ขึ้นอยู่กับขนาดของภาพและจำนวนบิทที่ใช้ในการแสดงค่าสี ซึ่งทั้งสองส่วนนี้เป็นปัจจัยหลักที่จะทำให้ขนาดของไฟล์มีขนาดใหญ่หรือเล็กซึ่งหมายถึงพื้นที่ที่ต้องใช้ในการจัดเก็บข้อมูลมากหรือน้อยด้วยยกตัวอย่าง

**ตารางที่ 2.5** การคำนวณขนาดของไฟล์ภาพ

| ลักษณะภาพ | ขนาดภาพ | ความละเอียด (bits) | จำนวนแถบสี | ขนาดไฟล์ภาพ(Bytes) |
|---|---|---|---|---|
| ภาพขาวดำ | 1024 x 1024 | 1 | 1 | 131,072 |
| ภาพระดับเทา | 1024 x 1024 | 8 | 1 | 1048,576 |
| ภาพสี | 1024 x 1024 | 8 | 3 | 3145,728 |

ตาของมนุษย์ สามารถรับรู้ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อยู่ในช่วงแคบ ๆ คือ ช่วงระหว่าง 780 - 380 นาโนมิเตอร์ (nm.) ซึ่งช่วงนี้เรียกว่า ช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ (Visible Spectrum / Visible Light) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “แสง (Light) ” ย่านความถี่แสงที่สามารถมองเห็น (Visible spectrum) ซึ่งเป็น

ย่านความถี่ที่ประสาทตาสามารถรับสัญญาณภาพได้ มีความถี่ของสัญญาณอยู่ในช่วงความถี่ 0.4 - 0.7 MHz ซึ่งอยู่ระหว่างย่านความถี่เหนือม่วง Ultaviolet และย่านความถี่แสงอินฟราเรด Infrared แสงที่มองเห็น เป็นสีต่าง ๆ นี้ เกิดจากความยาวคลื่น และความถี่ที่ต่างกัน โดยความยาวคลื่น (Wavelenght) เป็นตัวกำหนด สี (Hue) และ Amplitude เป็นตัวกำหนด ความสว่างของสี (Brightness) ความยาวคลื่น ของสีที่ที่มองเห็นมีดังในภาพที่ 2.34

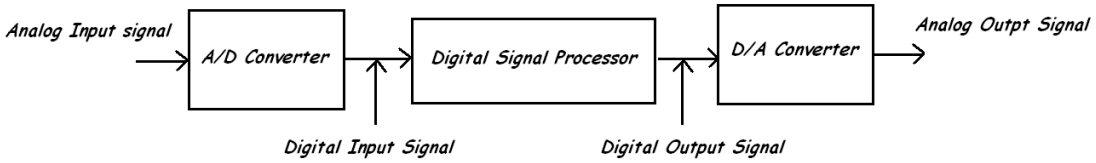



**ภาพที่ 2.34** ย่านความถี่แสงที่สามารถมองเห็น Visible spectrum

สำหรับย่านความถี่แสงที่สามารถมองเห็น Visible spectrum ซึ่งเป็นแสงสีต่างๆที่เรามองเห็นนั้นมีช่วงความถี่และความยาวคลื่นเป็นดังที่ได้แสดงในตารางที่ 2.6

**ตารางที่ 2.6** ย่านความถี่แสงที่สามารถมองเห็น Visible spectrum

| Color | Frequency | Wavelength |
|---|---|---|
| แสงสีม่วง (violet) | 668–789 THz | 380–450 nm |
| แสงสีน้ำเงิน (blue) | 631–668 THz | 450–475 nm |
| แสงสีฟ้า (Cyan) | 606–630 THz | 476–495 nm |
| แสงสีเขียว (green) | 526–606 THz | 495–570 nm |
| แสงสีเหลือง (yellow) | 508–526 THz | 570–590 nm |
| แสงสีส้ม (orange) | 484–508 THz | 590–620 nm |
| แสงสีแดง (red) | 400–484 THz | 620–750 nm |

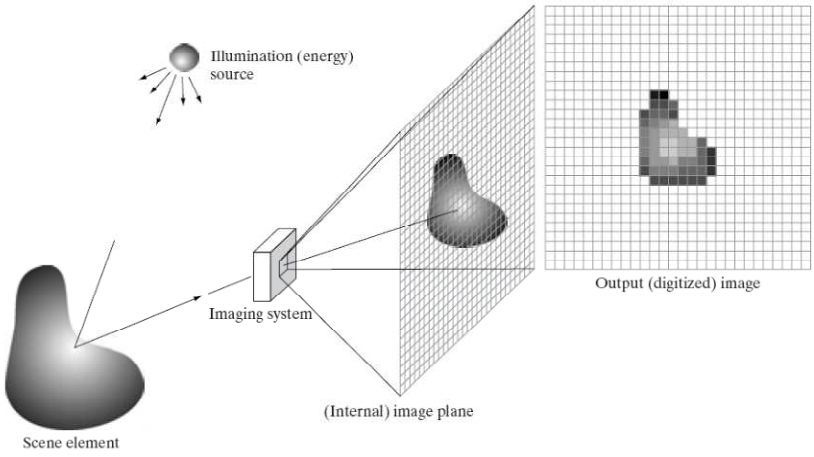



**ภาพที่ 2.35** ระบบประมวลผลสัญญาณและกระบวนการแปลงสัญญาณ

ก่อนที่จะมาได้มาซึ่งข้อมูลภาพแบบดิจิทัลหรือที่เรียกว่า “ภาพดิจิทัล” ที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถอ่านข้อมูลและแปลข้อมูลนั้นออกมาเป็นภาพซึ่งถูกแสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์ (Monitor) หรืออุปกรณ์แสดงสัญญาณภาพดิจิทัลได้นั้นต้องมีอุปกรณ์รับสัญญาณภาพที่เรียกว่า “เซ็นเซอร์”ซึ่งทำหน้าที่รับพลังงานแสงและเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าและต้องแปลงสัญญาณดังกล่าวอาจเรียกว่า “อนาล็อก” เป็นสัญญาณทางดิจิทัล (Analog to digital,A/D) นั้น การเชื่องโยงฟังก์ชั่นต่อเนื่องไปยังฟังก์ชั่นไม่ต่อเนื่อง Discrete Sampling เป็นการสุ่มสัญญาณที่มี

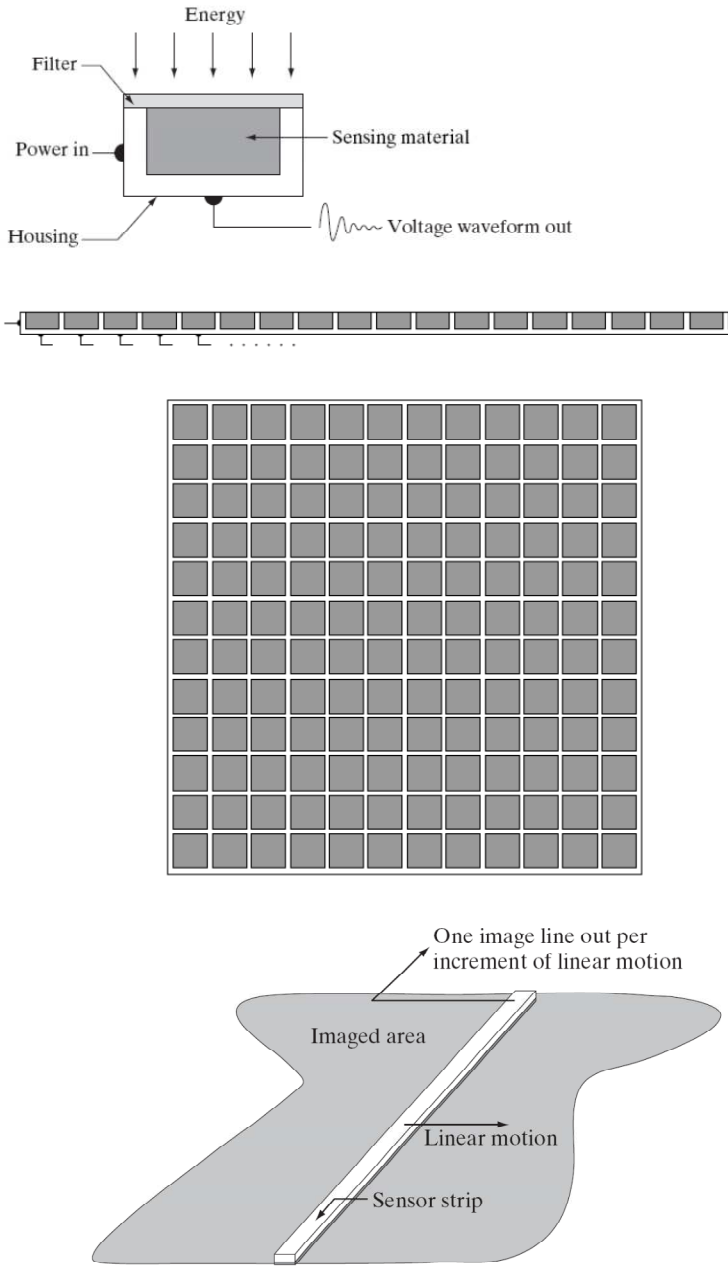
ลักษณะของสัญญาณที่ต่อเนื่องแบบ Sine เป็นฟังก์ชั่นต่อเนื่อง อยู่ในภาพที่เรียกว่า Continuous การเชื่อมโยงตัวแปรต่อไปยังตัวแปรที่ไม่ต่อเนื่อง เรียกว่า Quantization กระบวนการซึ่งที่เป็นข้อมูลสัญญาณทางดิจิทัล (Digital signal) ซึ่งเป็นสัญญาณข้อมูลภาพนั้นที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจเป็นแปลงข้อมูลดังกล่าวมาเป็นภาพสัญญาณที่คอมพิวเตอร์แปลข้อมูลมาเป็นภาพดิจิทัลได้ ข้อมูลสัญญาณอยู่ Discrete เรียกว่า สัญญาณไม่ต่อเนื่อง กระบวนการสร้างภาพ

รับและแบบจำลองภาพนั้นการได้มาของภาพ (Image Acquisition)การสุ่มภาพ (Image Sampling) การจัดระดับค่าของแสง (Image Quantization




**ภาพที่ 2.36** ระบบรับและการสร้างภาพ

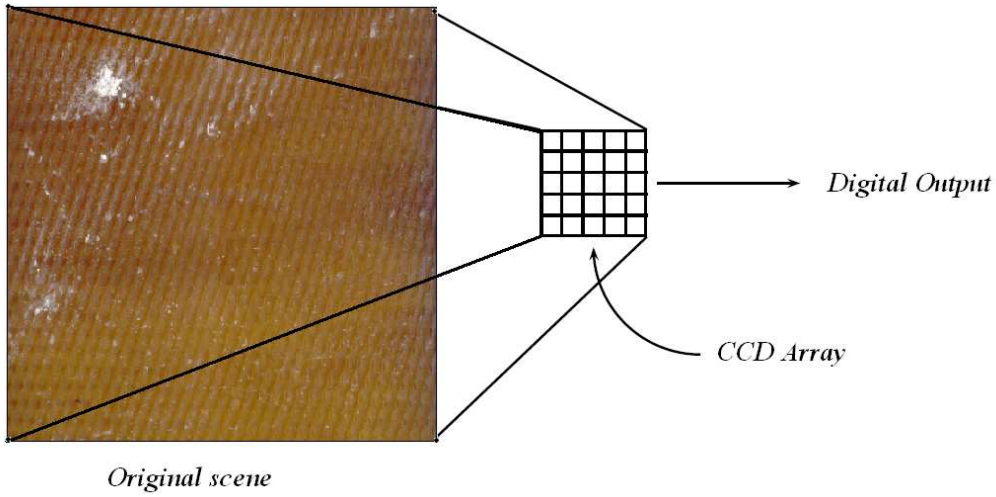
การรับภาพโดยใช้ Array sensor อาจจะเป็น CCD การรับข้อมูลภาพ (Image acquisition) ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ไวต่อสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ระดับพลังงานคลื่นถูกจัดให้สัดส่วนเป็นสัญญาณไฟฟ้าและสัญญาณไฟฟ้าให้อยู่ในรูปของข้อมูลภาพแบบดิจิทัล ซึ่งสามารถนำเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลเป็นสัญญาณดิจิทัล ตามภาพที่ 2.36 อุปกรณ์รับพลังงาน Energy ซึ่งพลังงานที่ว่านี้คือพลังงานแสงในย่านความถี่ที่สามารถมองเห็นและเปลี่ยนพลังงานให้อยู่ในรูปแบบคลื่นแรงดันทางไฟฟ้า Voltage waveform ดังแสดงในภาพที่ 2.37



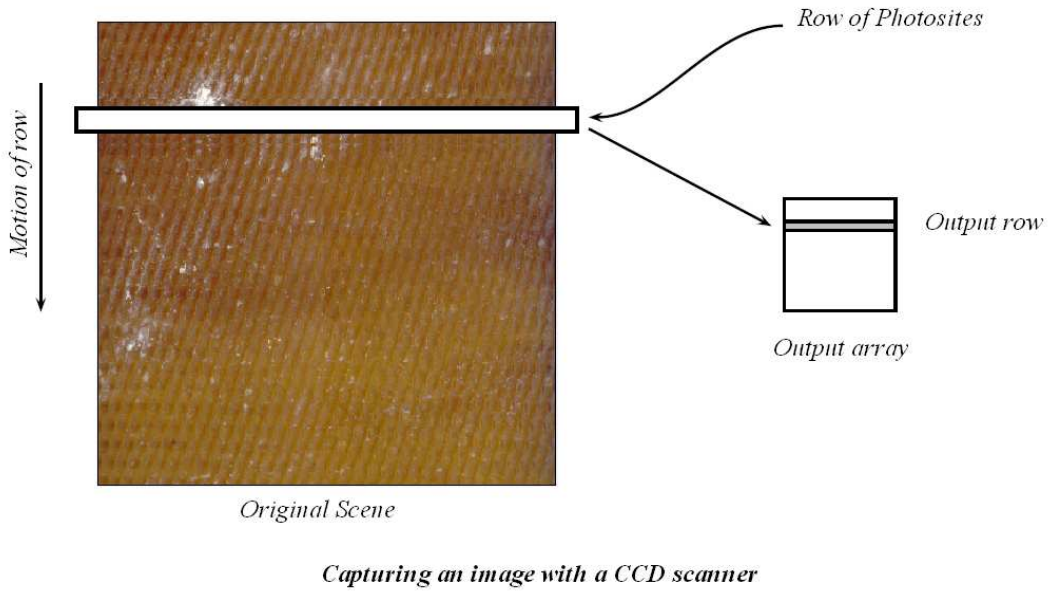

**ภาพที่ 2.37** อุปกรณ์รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่นไฟฟ้า

อุปกรณ์ในภาพที่ 2.37 นั้นเป็นลักษณะของอุปกรณ์รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าที่เรียกว่า “Sensor” ซึ่งอุปกรณ์รับพลังงานแสงที่ได้แสดงในภาพนั้นมี 3 ลักษณะเป็นภาพเรียงลงมาตามลำดับคือเป็นแบบเดียว (Single image sensor) แบบเป็นเส้นเดียว (Line sensor) และแบบ Array sensor

สำหรับสแกนเนอร์นั้นการทำงานของตัวตรวจรู้ที่รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าเดียวกันกับกล้องถ่ายภาพ เพียงแต่ตัวตรวจรู้มีลักษณะการจัดเรียงกันเป็นแผงเส้นตรงและเคลื่อนที่กวาดสแกนเนอร์พื้นที่ที่ต้องเก็บภาพอาจจะจัดเก็บข้อมูลจากนั้นจึงแปลงสัญญาณคลื่นไฟฟ้านั้นเป็นสัญญาณข้อมูลภาพซึ่งการทำงานนั้นแสดงดังในภาพที่ 2.38 และ 2.39




**ภาพที่ 2.38** อุปกรณ์รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าแบบ Array




**ภาพที่ 2.39** อุปกรณ์รับพลังงานแสงแปลงเป็นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าแบบ Flat

2.2.1 รูปแบบข้อมูลภาพ

ฟังก์ชั่นของข้อมูลภาพจะหมายถึงฟังก์ชั่นค่าความสว่างในสองมิติซึ่งอธิบายโดยค่า $f$(x,y) เมื่อค่าหรือค่าแอมพลิจูด $f$ ที่โคออดิเนท (x,y) จะเป็นค่าความเข้มข้นหรือค่าความสว่างของภาพที่ตำแหน่งนั้นโดย $f$(x,y) เป็นรูปแบบของพลังงานที่มีค่ามากกว่าศูนย์แต่เกินอินฟินิตี้ ดังสมการที่ 2.1

$$0 < f(x,y) < \infty \qquad \text{สมการที่ 2.1}$$

ภาพที่ปรากฏแก่สายตามนุษย์นั้นจะเกิดมาจากการสะท้อนของแสงจากวัตถุ โดยธรรมชาติของฟังก์ชั่น $f$ ( x, y) จะเป็นสัญษณะที่ประกอบด้วยสององค์ประกอบคือ (1) จำนวนแหล่งกำเนิดแสงที่ตกกระทบบนฉากจนเกิดเป็นรูปภาพขึ้น ( 2 ) ปริมาณแสงที่สะท้อนโดยวัตถุในฉากซึ่งสามารถอธิบายโดยองค์ประกอบให้แสงสว่าง (lumintion Component) และการสะท้อนแสง (Reflcctance Component) แทนด้วย $i$(x ,y) และ $r$ (x ,y) ตามลำดับซึ่งฟังก์ชั่น $i$(x ,y) และ $r$(x,y) ร่วมกันสร้างค่า $f$(x ,y) ดังสมการที่ 2.2 สมการที่ 2.3 และสมการที่ 2.4 ตามลำดับ

$$f(x,y) = i(x,y)r(x,y) \qquad \text{สมการที่ 2.2}$$

เมื่อ

$$0 < i(x,y) < \infty \qquad \text{สมการที่ 2.3}$$

และ

$$0 < r(x,y) < 1 \qquad \text{สมการที่ 2.4}$$

สมการที่ 2.4 แสดงได้ว่าค่าการสะท้อนแสงจะอยู่ในย่าน 0 คือเป็นการเกิดการดูดกลืนแสงหมด (Total Absorptiion) ถึงค่า 1 คือ เกิดการสะท้อนแสงหมด (Total reflectance) ธรรมชาติของ $i$(x,y) จะถูกพิจารณาโดยแหล่งกำเนิดแสงและ $r$(x,y) จะถูกพิจารณาโดยลักษณะของวัตถุที่จะสะท้อน

ค่าความสว่างของภาพโมโนภาพ ที่โคออดิเนท $f(x,y)$ ก็คือระดับสีเทา (l)ของภาพที่จุดนั้น จากสมการ (3.2) ถึง (3.4) จะให้ค่า l จะอยู่ในย่านดังสมการ

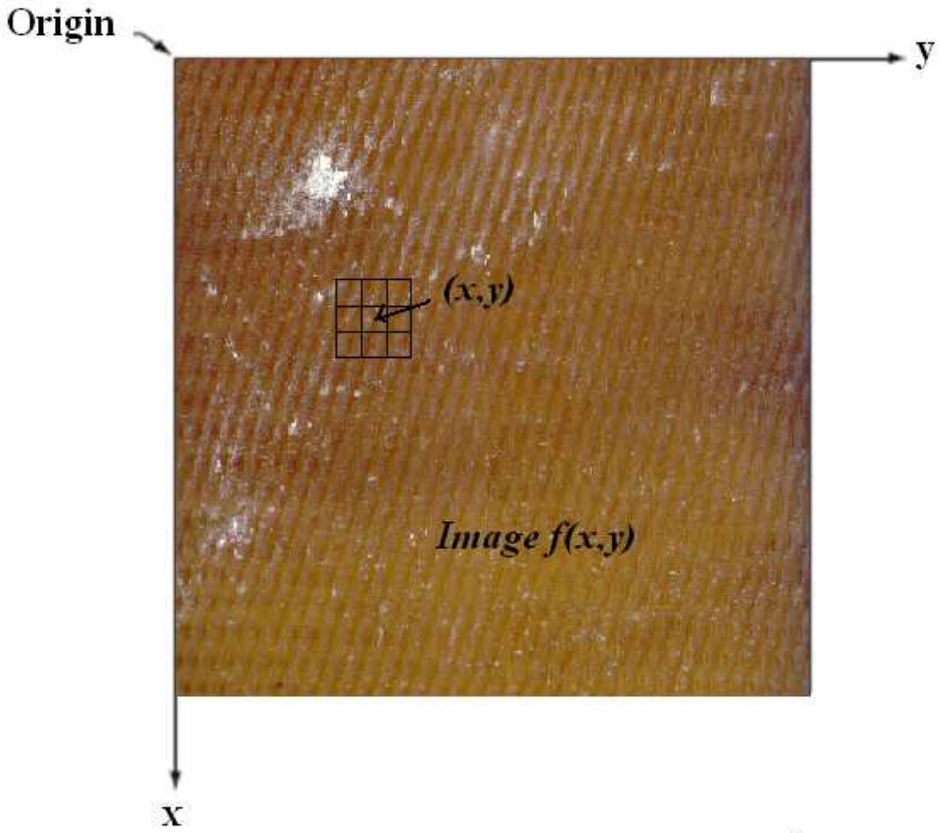
$$L_{min} < i < L_{max}$$ สมการที่ 2.5

ตามทฤษฎี แล้วต้องการค่า *Lmin* ที่เป็นค่าบวก และค่า *Lmax* จะต้องกำจัด ในทางปฏิบัติ $L_{min} = r_{min}\, i_{min}$ และ $L_{max} = r_{max}\, i_{max}$ โดยใช้ค่าการให้แสงสว่าง และค่าการสะท้อนแสงโดยภาพที่ นำมาประยุกต์ใช้งานจะมีค่า $L_{min} = 0.005$ และค่า $L_{max} = 100$ ค่าระหว่าง$[L_{min}, L_{max}]$ จะเป็นค่าระดับค่าสีเทาซึ่งส่วนใหญ่จะมีการเลื่อนไปใช้ระหว่าง [0,L-1]เมื่อค่า L=0 จะเป็นค่าระดับสีดำและค่า l = L-1 เป็นค่าระดับสีขาว ค่าระหว่าง [0,L-1] จะเป็นค่า ระดับสีเทาที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องจากระดับสีดำไปยังสีขาว ซึ่งรูปภาพโมโนโครมโดยทั่วไปมักจะแสดง ข้อมูล 8 บิท ต่อจุดภาพ ซึ่งประกอบด้วยระดับสีเทา 256 ระดับ L หรือค่า ระดับสีเทาจะแปรจากระดับ 0 ถึง 255 จากความเหมาะสมกับกรรมวิธีทางคอมพิวเตอร์ ฟังก์ชั่นรูปภาพ $f(x, y)$ จะ bต้องการดิจิไตน์ทั้งทางสปาเชียลและทางแอมพลิจูดการดิจิไตน์ทางโคออดิเนททางสปาเชียล (x,y) เรียกว่า การแซมปิ้งภาพ (Image sampling) และการดิจิไตน์ทางแอนพลิจูดเรียกว่าการควอนไตน์ระดับสีเทา (Gray-level Quantization)

ภาพดิจิทัล (Digital Image) คือ $f(x,y)$ ซึ่งถูกทำให้เป็นค่าดีสกรีตทั้งค่าพิกัดและค่าความสว่างของข้อมูลความสว่างด้วยเลขขนาด 8 บิต ซึ่งจะทำการแทนค่าข้อมูลโดยที่ค่าระดับเทาที่ 0 แทนความสว่างน้อยหรือสีดำ ค่าระดับเทาที่ 255 แทนความสว่างมากหรือสีขาว ซึ่งเราการเรียกภาพชนิดนี้ว่าภาพระดับเทา(Gray level Image) ภาพระดับขาวเทา MxN อาจจะถูกพิจารณาในรูปแบบของเมทริกซ์ขนาด MxN ซึ่งค่าอินเด็กซ์ของเมทริกซ์ ระบุจุดในภาพและค่าของเมทริกซ์ที่ตำแหน่งดังกล่าวแทนค่าระดับเทาที่จุดนั้น เราเรียกหน่วยเล็กที่สุดของภาพดิจิทัลว่าพิกเซล

การแสดงภาพดิจิทัลและการแทนภาพดิจิทัลมักถูกแทนด้วยฟังก์ชั่นสองมิติอยู่ในรูป $f(x,y)$ โดยแกน $f(x,y)$ จะเป็นตำแหน่งแทนบอกพิกัดทางสปาเชียลในรูปการ์ดิเชียล ส่วนค่าฟังก์ชั่นจะเป็นระดับของความสว่าง ณ จุดภาพดังกล่าว ซึ่งบางครั้งจะเรียกว่าค่าระดับสีเทา (Brightness or Grey level) ในแต่ละภาพจะมีจำนวนระดับสีเทากี่ระดับก็ขึ้นอยู่กับจำนวนบิทที่นำมาเข้ารหัสว่ามีจำนวนกี่บิท (bit) ในบางครั้ง ถ้ากำหนดฟังก์ชั่นหรือค่าระดับสีเทาอยู่ในแกน Z ก็จะสามารถพล๊อตข้อมูลดิจิทัลเป็นข้อมูล 3 มิติได้ แต่การมองภาพเป็นการมองภาพแนวตั้งฉาก ดังนั้นค่าความสูงของระดับสีเทาในแกน Z จึงถูกปรับเปลี่ยนให้เป็นขาวดำของจุดภาพในรูปสองมิติแทนดังรูปสองมิติดังแสดงในภาพที่ 3.1 ถ้าหากจุดภาพที่อยู่ชิดติดกันมีความแตกต่างของ

ระดับสีเทาสูงก็จะเกิดเป็นขอบของวัตถุในภาพขึ้น การเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทาของจุดภาพต่างๆ นี้เองจะทำให้ผู้มองสามารถแยกแยะรายละเอียดของภาพหรือจำแนก(Classify)วัตถุต่างๆในภาพได้ เนื่องจากตำแหน่งโคออดิเนท (x,y) จะเป็นเลขจำนวนเต็ม (Integer) ดังนั้นแต่ละตำแหน่งโคออดิเนทจึงเป็นจุดภาพที่เรียกกันว่าพิกเซล (Pixel หรือ Picture Element) โดยขนาดของภาพขึ้นอยู่กับค่า x และค่า y ที่แตกต่างกันไป ดังตัวอย่างที่ 3.1 เป็นภาพขนาด 512x512 จุดภาพและค่าความสว่างของแต่ละจุดภาพจะถูกเข้ารหัสไว้ 8 บิท จะได้ความแตกต่างของความสว่างหรือระดับสีเทาเป็น 256 ระดับและจุดมุมบนซ้ายของภาพจะเป็นออริจินอล ซึ่งเป็นตำแหน่งเริ่มต้นของภาพคือ (0,0)




**ภาพที่ 2.40** ฟังก์ชั่น $f$(x,y) ของภาพต้นฉบับ

2.2.2 การแสดงภาพดิจิทัล

ภาพดิจิทัลเป็นการแสดงผลภาพในลักษณะสองมิติในหน่วยที่เรียกว่า “พิกเซลหรือจุดภาพ” ภาพดิจิทัลสามารถนิยามเป็นฟังก์ชันสองมิติ $f(x,y)$ โดยที่ $x$ และ $y$ เป็นบอกพิกัดตำแหน่งของภาพ ถ้ากำหนดให้ภาพ $f(x,y)$ มีขนาด $M$ แถว และ $N$ คอลัมน์ และส่วนขนาดหรือแอมพลิจูดของ $f$ ที่พิกัด $(x,y)$ใดๆ ภายในภาพคือค่าความเข้มแสงของภาพ (Intensity) หรือความสว่าง (Brightness) ที่ตำแหน่งนั้นๆ เมื่อ $(x,y)$ และแอมพลิจูดของ $f$ เป็นค่าจำกัด (Finite value) จึงเรียกรูปภาพนี้ว่าเป็นภาพดิจิทัล (Digital Image) และพิกัดตำแหน่งของจุดกำเนิด (Origin) ของภาพคือที่ตำแหน่ง$(x, y) = (0,0)$ แล้ว จะสามารถเขียนสมการให้อยู่ในรูปดังสมการที่

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ f(2,0) & f(2,1) & \dots & f(2,N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \qquad \text{สมการที่ 2.6}$$

ภาพดิจิทัลสามารถนิยามเป็นฟังก์ชันสองมิติ $f$(x,y) นั้นสามารถแทนด้วยเมทริกซ์ขนาด MxN โดยที่สมาชิกของเมทริกซ์ f (M,N)ซึ่งสมาชิกตำแหน่งแถวที่ M และคอลัมน์ที่ N สามารถเขียนแทนดังในสมการเมทริกซ์ที่

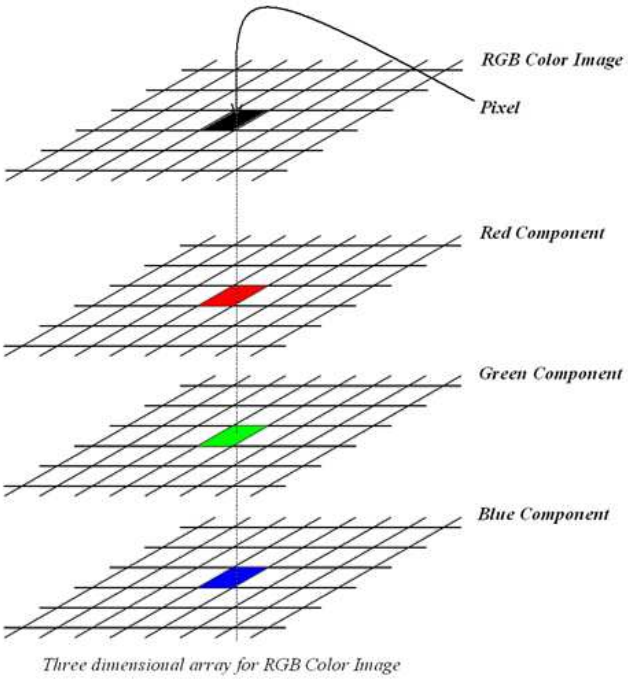
$$\mathrm{f} = \begin{bmatrix} \mathrm{f}(1,1) & \mathrm{f}(1,2) & \dots & \mathrm{f}(1,\mathrm{N}) \\ \mathrm{f}(2,1) & \mathrm{f}(2,2) & \dots & \mathrm{f}(2,\mathrm{N}) \\ \mathrm{f}(3,1) & \mathrm{f}(3,2) & \dots & \mathrm{f}(3,\mathrm{N}) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \mathrm{f}(\mathrm{M},1) & \mathrm{f}(\mathrm{M},2) & & \mathrm{f}(\mathrm{M},\mathrm{N}) \end{bmatrix} \qquad \text{สมการที่ 2.7}$$

ในกรณีที่เป็นภาพขาวดำ f (M,N) ค่าระดับสีเทา (Gray-level) และในกรณีที่เป็นภาพสีนั้นภาพจะถูกแทนด้วย 3 เมทริกซ์คือ เมทริกซ์ R(M,N) เมทริกซ์ G(M,N) และเมทริกซ์ B(M,N) ในการแทนค่าสีของภาพสีเอาท์พุทจะเกิดได้จากการผสมค่าสีขององค์ประกอบภาพสีที่ประกอบไปด้วยค่าสีแดง(Red,R) ค่าสีเขียว(Green,G) และค่าสีน้ำเงิน(Blue,B) ยกตัวอย่างเช่น หากพิกเซลที่ตำแหน่ง (1,1) นั้นมีสีแดงจะแทนค่าเมทริกซ์ถูกแทนด้วยเมทริกซ์ R(1,1) =1 เมทริกซ์ G(1,1) = 0 และเมทริกซ์ B(1,1) = 0

$$R = \begin{bmatrix} R(1,1) & R(1,2) & \dots & R(1,N) \\ R(2,1) & R(2,2) & \dots & R(2,N) \\ R(3,1) & R(3,2) & \dots & R(3,N) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ R(M,1) & R(M,2) & & R(M,N) \end{bmatrix}$$ สมการที่ 2.8

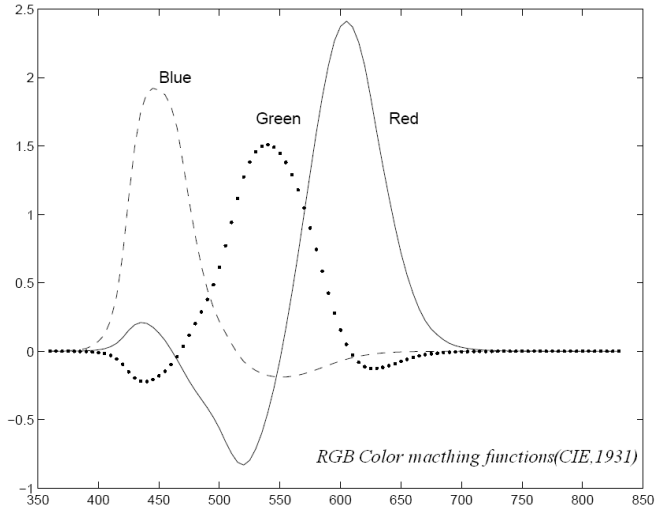
$$G = \begin{bmatrix} G(1,1) & G(1,2) & \dots & G(1,N) \\ G(2,1) & G(2,2) & \dots & G(2,N) \\ G(3,1) & G(3,2) & \dots & G(3,N) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ G(M,1) & G(M,2) & & G(M,N) \end{bmatrix}$$ สมการที่ 2.9

$$B = \begin{bmatrix} B(1,1) & B(1,2) & \dots & B(1,N) \\ B(2,1) & B(2,2) & \dots & B(2,N) \\ B(3,1) & B(3,2) & \dots & B(3,N) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ B(M,1) & B(M,2) & & B(M,N) \end{bmatrix}$$ สมการที่ 2.10




**ภาพที่ 2.41** องค์ประกอบภาพสีแบบ RGB และจุดภาพ (Pixel)

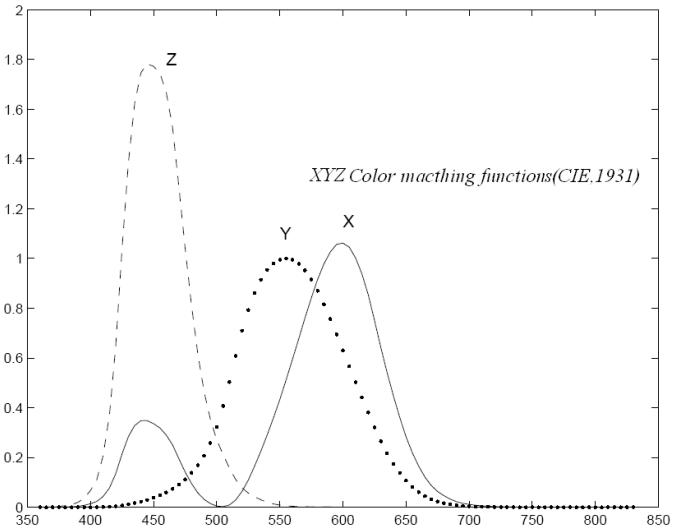
องค์ประกอบภาพสีแบบ RGB และจุดภาพ (Pixel) ในภาพที่ 2.41 นั้นทำให้เข้าใจลักษณะของจุดภาพภาพซึ่งมีองค์ประกอบภาพสีที่มีสีทั้ง 3 องค์ประกอบมาผสมกันเป็นจุดภาพที่มีทั้งสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน เป็นองค์ประกอบหลัก ขออธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการมองเห็นเป็นสีนั้นเกิดจากแสงที่เรามองเห็นนั้นเกี่ยวข้องในเรื่องของพลังงานคลื่นแม่เหล้กไฟฟ้าที่ได้ถูกกำหนดดดยองค์กรที่รับผิดชอบมาตราฐานของสีโดยเฉพาะนั้นคือองค์กร CIE (Commission Internationale d'Eclairage) ซึ่งได้กำหนดค่าของความยาวคลื่น (Wavelength) ของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินโดยได้กำหนดในปี ค.ศ.1931 ซึ่งแสดงในภาพที่ 2.42 ฟังชันการจับคู่สี RGB ซึ่งเป็นค่าความเข้มระดับเทา รูปกราฟนั้นมีที่เป็นค่าลบและค่าบวก จึงปรับกราฟใหม่เป็นฟังชันการจับคู่สี RGB ในมิติ XYZ เพื่อให้ค่าที่นำไปวาดกราฟนั้นมีแต่ค่าบวกตามภาพที่ 2.43



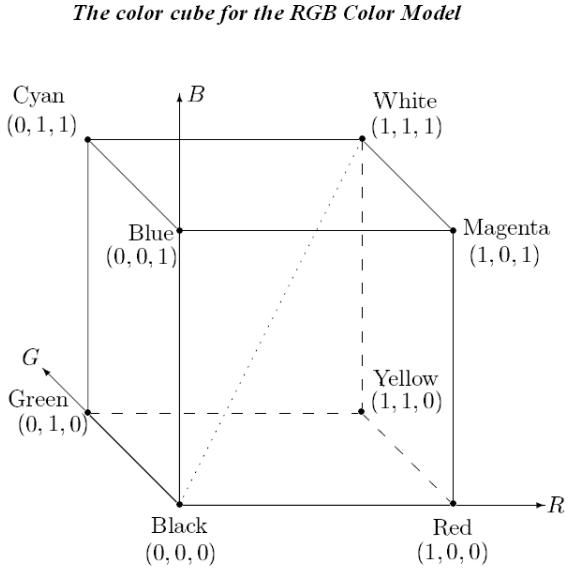

**ภาพที่ 2.42** ฟังชันการจับคู่สี RGB

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.431 & 0.322 & 0.178 \\ 0.222 & 0.707 & 0.071 \\ 0.020 & 0.130 & 0.939 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \qquad \text{สมการที่ 2.11}$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.063 & -1.393 & -0.476 \\ -0.969 & 1.876 & 0.042 \\ 0.068 & -0.229 & 1.069 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \qquad \text{สมการที่ 2.12}$$




**ภาพที่ 2.43** ฟังชันการจับคู่สี RGB ในมิติ XYZ




**ภาพที่ 2.44** แบบจำลองสีแบบ RGB

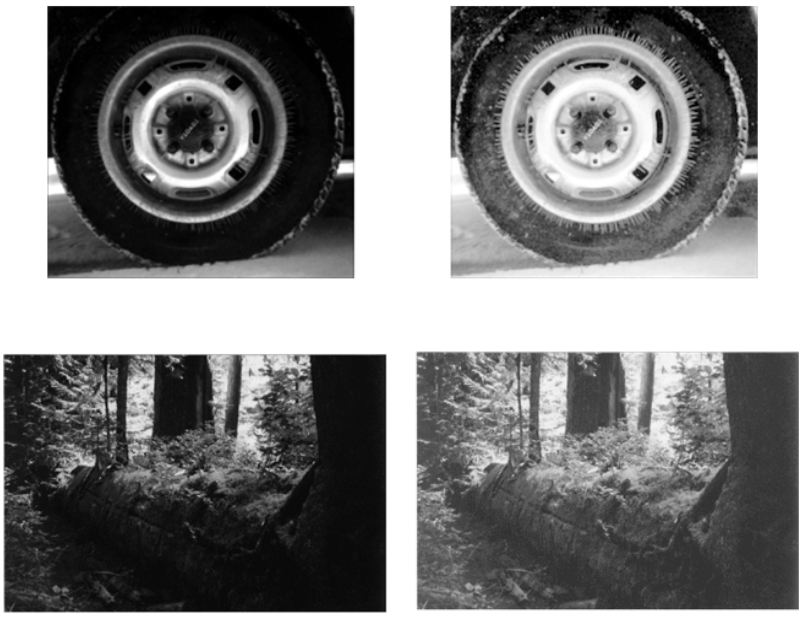
แบบจำลองสีแบบ RGB สามารถสรุปสัญลักษณ์โดยเป็นรูปแบบโดยทั่วไปสำหรับสีมาตราฐานแบบ RGB สรุปได้ดังตารางที่ 2.7

**ตารางที่ 2.7** สัญลักษณ์สำหรับสีมาตรฐานแบบ RGB

| Long Name | Short Name | RGB Values |
|---|---|---|
| Black | K | [0,0,0] |
| Blue | B | [0,0,1] |
| Green | G | [0,1,0] |
| Cyan | C | [0,1,1] |
| Red | R | [1,0,0] |
| Magenta | M | [1,0,1] |
| Yellow | Y | [1,1,0] |
| White | W | [1,1,1] |

ความสว่างของภาพ (Image Brightness) นั้นเกิดจากค่าเฉลี่ยของระดับเทาแต่ละพิกเซลในภาพทั้งหมดเราสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.13

$$Brightness(B) = \frac{1}{NM}\sum_{y=0}^{M-1}\sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \qquad \text{สมการที่ 2.13}$$



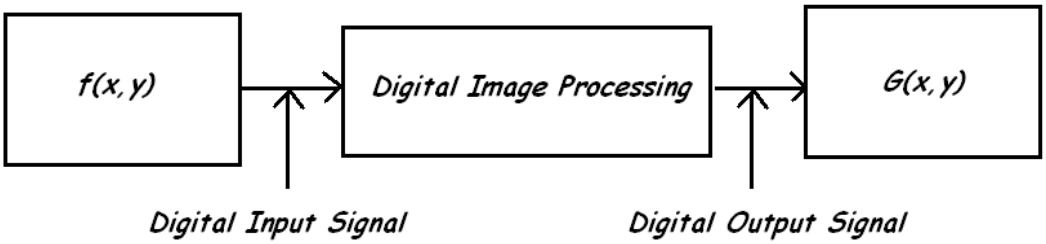
**ภาพที่ 2.45** ภาพล้อรถและภาพป่า (ภาพทางด้านซ้ายมือสว่างน้อย)

ความแตกต่างระหว่างความสว่างและความมืดของภาพ (Image Contrast) คือรากที่สองของความแตกต่างระหว่างความสว่างกับความมืดของภาพสามารถคำนวณดังสมการที่ 2.14

$$Contrast(C) = \sqrt{\frac{1}{NM}\sum_{y=0}^{M-1}\sum_{y=0}^{N-1}[f(x,y) - B]^2} \qquad \text{สมการที่ 2.14}$$

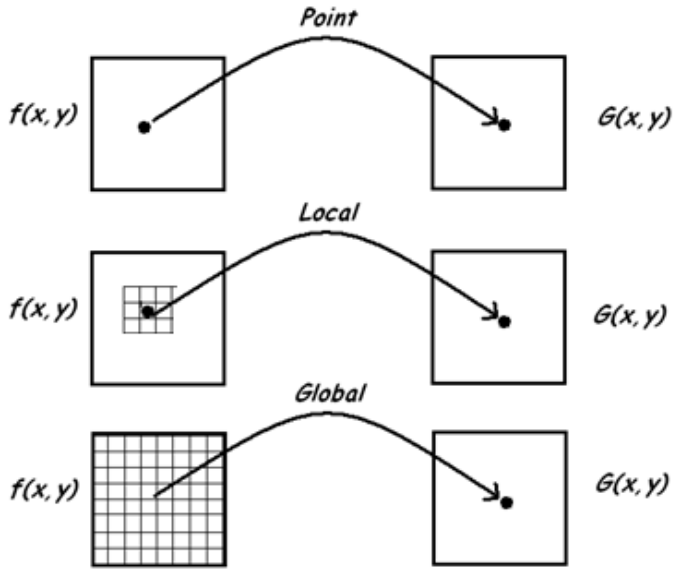
2.2.3 กระบวนการกระทำการกับภาพ

ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะภาพและการแยกแยะประเภทของกระบวนการกระทำการกับภาพนั้นจะช่วยทำให้เราสามารถคาดคะเนภาพผลลัพธ์ที่จะได้หลังจากผ่านกระบวนการกระทำการประมวลผลภาพ หรือช่วยในการประมาณการความซับซ้อนของขั้นตอนกระบวนการที่จะกระทำกับภาพที่จะนำไปใช้




**ภาพที่ 2.46** การประมวลภาพต้นบับ *f(x,y)* และภาพผลลัพธ์ *G(x,y)* หลังการประมวลผล

ภาพที่ 2.46 นั้นแสดงการดำเนินการจากภาพต้นบับ *f(x,y)* ไปยังภาพ *G(x,y)* สามารถแบ่งกระบวนการกระทำกับภาพในการประมวลผลภาพดิจิทัลเป็น 3 ประเภท คือ กระบวนการกระทำการกับภาพแบบเฉพาะจุด (Point Processing) กระบวนการกระทำการกับภาพแบบเฉพาะจุด (Local Processing) กระบวนการกระทำการกับภาพแบบทั้งหมด (Global Processing) ดังภาพที่ 2.47 แสดงกระบวนวนการที่ดำเนินการกับภาพต้นฉบับเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์และจะขออธิบายพอสังเขปดังต่อไปนี้




**ภาพที่ 2.47** แสดงกระบวนวนการที่ดำเนินการกับภาพต้นฉบับ

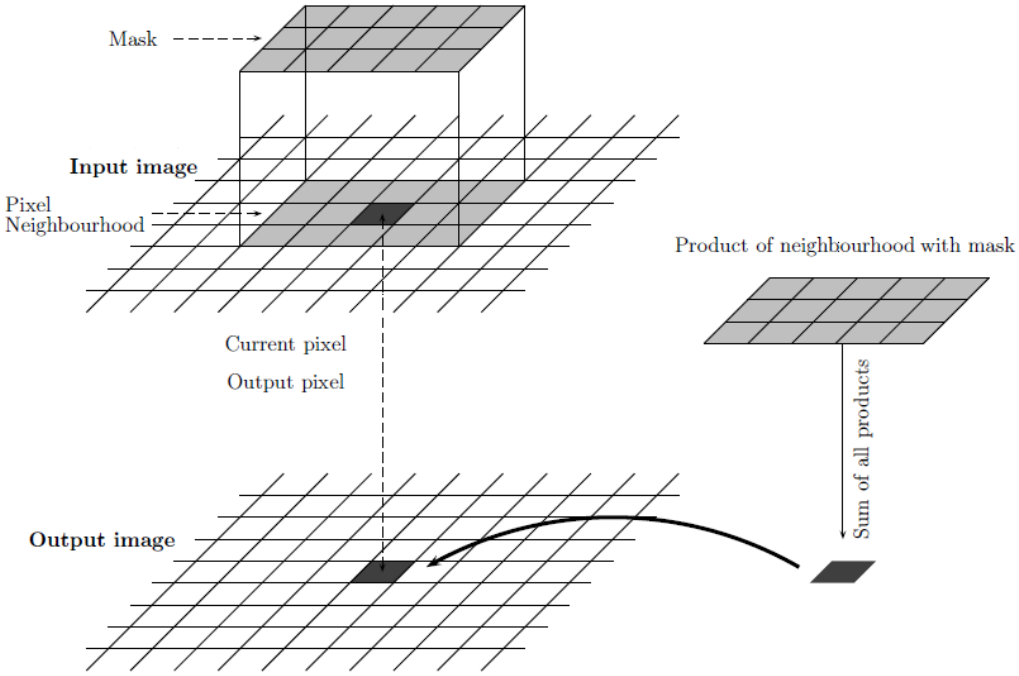
2.2.3.1 กระบวนการกระทำการกับภาพแบบเฉพาะจุด (Point Processing)

กระบวนการกระทำการกับภาพแบบเฉพาะจุดนั้น ค่าระดับเทาซึ่งเป็นค่าที่แสดงระดับความเข้มเทาที่แสดงในแต่ละพิกเซลของภาพผลลัพธ์นั้น จะขึ้นอยู่กับค่าระดับเทาในแต่ละพิกเซลของภาพต้นฉบับซึ่งเป็นภาพที่ถูกนำเข้าพิกเซลต่อพิกเซล ณ ตำแหน่งที่สมนัยกันของภาพต้นฉบับ โดยที่ค่าที่การเปลี่ยนแปลงของพิกเซลของภาพผลลัพธ์นั้นไม่ขึ้นกับค่าพิกเซลที่อยู่บริเวณใกล้เคียงของภาพต้นฉบับ (Original Image)

ตัวอย่างการประมวลผลภาพดิจิทัลได้แก่การปรับความเข้มของภาพด้วยการบวกลบ คูณ หาร ด้วยค่าใดๆ กับภาพต้นฉบับหรือการกระทำการทางตรรกศาสตร์ต่างๆ เป็นต้น ฟังก์ชั่นแบบเชิงเส้น ฟังก์ชั่นแบบลอกการิทึม ฟังก์ชั่นแบบยกกำลัง (Power-Law Function)

2.2.3.2 กระบวนการกระทำการกับภาพแบบเฉพาะบริเวณ (Local Processing)

กระบวนการกระทำการกับภาพแบบเฉพาะบริเวณ นั้นเป็นการนำค่าสีของจุดภาพที่อยู่บริเวณใกล้เคียงมาประมวลผลเพื่อให้ได้ค่าของจุดภาพใหม่ที่อยู่ตำแหน่งตรงกลางของจุดภาพที่อยู่ข้างเคียง




**ภาพที่ 2.48** แสดงกระบวนวนการที่ดำเนินการกับภาพต้นฉบับแบบเฉพาะบริเวณ

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| m (-1,-2) | m (-1,-1) | m (-1,0) | m (-1,1) | m (-1,2) |
| m (0,-2) | m (0,-1) | m (0,0) | m (0,1) | m (0,2) |
| m (1,-2) | m (1,-1) | m (1,0) | m (1,1) | m (1,2) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P(i-1,j-2) | P(i-1,j-1) | P(i-1,j) | P(i-1,j+1) | P(i-1,j+2) |
| P(i,j-2) | P(i,j-1) | P(i,j) | P(i,j+1) | P(i,j+2) |
| P(i+1,j-2) | P(i+1,j-1) | P(i+1,j) | P(i+1,j) | P(i+1,j) |

$$\sum_{s=-1}^{1}\sum_{t=-2}^{2} m(s,t)p(i+s,j+t) \qquad \text{สมการที่ 2.15}$$

$$\sum_{s=-1}^{1}\sum_{t=-2}^{2} m(s,-t)p(i+s,j+t) \qquad \text{สมการที่ 2.16}$$

$$\sum_{s=-1}^{1}\sum_{t=-2}^{2} m(s,t)p(i-s,j-t) \qquad \text{สมการที่ 2.17}$$

$$e = \frac{1}{9}\, a+b+c+d+f+g+h+i \qquad \text{สมการที่ 2.18}$$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | *a* | *b* | *C* | |
| | *d* | *e* | *f* | |
| | *g* | *h* | *I* | |
| | | | | |

**ภาพที่ 2.49** แสดงกระบวนวนการที่ดำเนินการจุดภาพ *e*

2.2.3.3 กระบวนการกระทำการกับภาพแบบทั้งหมด (Global Processing)

กระบวนการกระทำการกับภาพแบบนี้นั้น ค่าระดับเทาซึ่งเป็นค่าที่แสดงระดับความเข้มเทาที่แสดงในแต่ละพิกเซลของภาพผลลัพธ์นั้น จะขึ้นอยู่กับค่าระดับเทาในแต่ละพิกเซลของภาพต้นฉบับซึ่งเป็นภาพที่ถูกนำเข้าพิกเซลต่อพิกเซล ณ ตำแหน่งที่สมนัยกันของภาพต้นฉบับ โดยที่ค่าการเปลี่ยนแปลงของพิกเซลในภาพผลลัพธ์นั้นไม่ขึ้นกับค่าพิกเซลที่อยู่บริเวณใกล้เคียงของภาพต้นฉบับ (Original Image) กระบวนการการกระทำการกับภาพประเภทนี้ได้แก่ การกระทำแบบ Threshold และการกระทำแบบ Histogram Equalization โดยที่กำหนดค่าตัวแปรตามสมการที่ 2.19

กำหนดให้

$f$(x,y) คือภาพต้นฉบับที่นำเข้าสู่กระบวนการประมวลผล

$G$(x,y) คือภาพผลลัพธ์ที่ผ่านกระบวนการประมวลผล

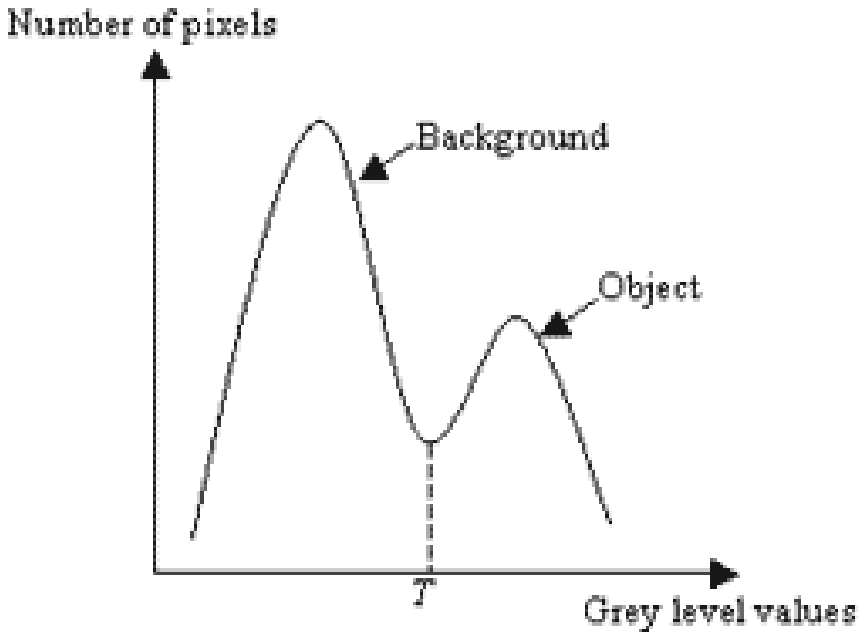
ซึ่งค่าผลลัพธ์ดังสมการที่

$$G(\mathrm{x},\mathrm{y}) = \mathrm{T}[f(\mathrm{x},\mathrm{y})\text{for all pixel}] \qquad \text{สมการที่ 2.19}$$

เทคนิคการกระทำแบบ Thresholding นั้นเป็นการกระทำกับค่าระดับความเข้มเทาคงที่และต้องมีการกำหนดค่าซึ่งในงานวิจัยนี้เราจะเรียกว่า ค่าเกณฑ์ (Threshold value,T) เพื่อแยกส่วนประกอบที่เป็นวัตถุที่ต้องการในภาพ(Objact) ออกจากส่วนที่เป็นพื้นหลังของภาพ (Background) และยังเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งเพื่อใช้ในการสร้างภาพแบบไบนารี ซึ่งสิ่งที่สำคัญของการกระทำแบบนี้นั้นสิ่งที่สำคัญของกระบวนการคือการกำหนดค่าเกณฑ์ (T) ที่เหมาะสม ซึ่งในการกำหนดค่าเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสมนั้นจะทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านกระบวนการประมวลผลภาพ

รายละเอียดบางส่วนขาดหายไป หรือภาพที่ไม่พึ่งประสงค์ปนมาด้วยเช่นสัญญาณรบกวน(Noise) ซึ่งในการกำหนดค่านั้นวิธีในการหาค่าเกณฑ์นั้นมีหลายวิธีซึ่งการนำไปใช้ในงานมีลักษณะแตกต่างกันไป

วิธีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบค่าเดียว (Single Thresholding) เป็นการแยกข้อมูลระหว่างส่วนวัตถุที่ต้องการแยกออกจากส่วนที่เป็นพื้นหลังของภาพโดยจะพิจารณาข้อมูลกราฟฮีสโตแกรม (Histogram) ที่เป็นการกระจายของข้อมูลทั้งสองส่วน โดยจะแยกสองกลุ่มข้อมูลนี้โดยค่าเกณฑ์ที่สามารถแยกข้อมูลออกเป็นสองกลุ่มข้อมูล




**ภาพที่ 2.50** ภาพกราฟฮีสโตแกรมที่มีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบค่าเดียว

หากสังเกตภาพที่ 2.50 เป็นภาพที่แสดงถึงการกระจายของข้อมูลภาพจะเห็นได้ว่ากลุ่มของข้อมูลนั้นถูกแบ่งเป็นสองแยกออกเป็นสองส่วน หากเลือกค่าเกณฑ์ที่ระดับเทาที่อยู่ระหว่างสองกลุ่มข้อมูลในภาพซึ่งจากภาพที่ นั้นเราควรเลือกค่าเกณฑ์ที่ตำแหน่งค่าระดับเทาที่ต่ำสุดของส่วนที่เป็นข้อมูลส่วนที่แสดงว่าเป็นข้อมูลของวัตถุที่ต้องการ จะทำให้เราสามารถแยกส่วนที่เป็นวัตถุที่ต้องการออกจากส่วนที่เป็นพื้นหลังของภาพได้ โดยที่กำหนดค่าตัวแปรตามสมการที่ 2.20

กำหนดให้

$f$(x,y) คือ ฟังก์ชันของภาพนำเข้า $f$(x,y) ที่ตำแหน่ง (x,y) ใดๆ

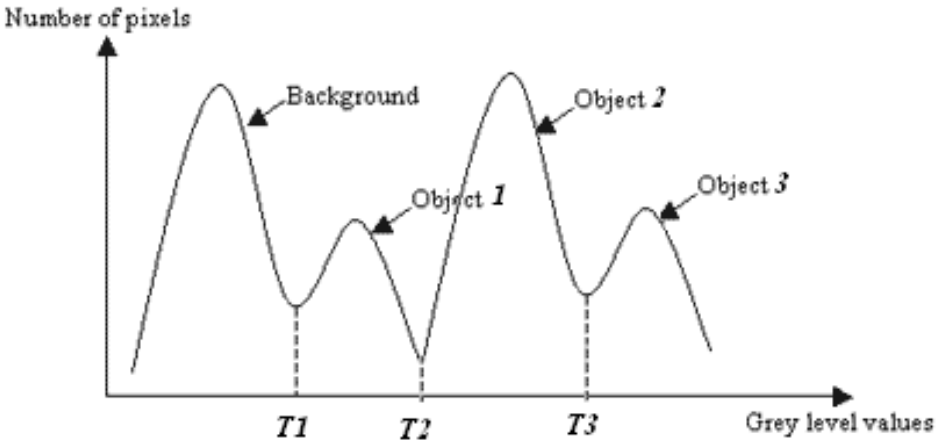
$G$(x,y) คือฟังก์ชันของภาพผลลัพธ์ $G$(x,y) ที่ตำแหน่ง (x,y) ใดๆ

T คือค่าเกณฑ์ระดับสี

$$G(x,y) = \begin{cases} 0, & if\ f(x,y) \geq \mathrm{T} \\ 1, & otherwise \end{cases} \qquad \text{สมการที่ 2.20}$$

ในสมการที่ 2.20 แสดงเป็นการประมวลผลภาพโดยการกำหนดค่าข้อมูลภาพผลลัพธ์ใหม่ซึ่งแทนด้วยฟังก์ชัน $G$(x,y) และข้อมูลภาพดิจิทัลที่นำเข้านั้นถูกแทนด้วยถูกแทนด้วยฟังก์ชัน $f$(x,y) ซึ่งเป็นรูปแบบข้อมูลภาพดิจิทัลทั่วไป โดยตามสมการนั้นสามารถอธิบายได้ว่า ข้อมูลภาพผลลัพธ์ใหม่ซึ่งแทนด้วยฟังก์ชัน $G$(x,y) ที่ตำแหน่ง (x,y) ใดๆ จะเป็นมีค่าใหม่ได้สองกรณีและมีค่าผลลัพพธ์ได้เพียงสองค่าเท่านั้น คือมีค่าข้อมูลเท่ากับ 0 หรืออาจจะมีค่าเท่ากับ 1 ก็ได้ โดยมีเงื่อนไขว่าจะมีค่าเท่า 0 ก็ต่อเมื่อถ้าพบว่า ค่าข้อมูลฟังก์ชัน $f$(x,y) ที่ตำแหน่ง (x,y) ใดๆ นั้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเกณฑ์ T จะกำหนดค่าข้อมูลให้มีค่าเท่ากับ 0 และสำหรับกรณีอื่นจะกำหนดค่าข้อมูลให้มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งหมายความว่าเมื่ออยู่ในกรณีที่ ค่าข้อมูลน้อยกว่าค่าเกณฑ์ T นั้นเอง การประมวลผลภาพให้เป็นดังสมการนั้นจะเห็นได้ว่าค่าข้อมูลใหม่ของภาพผลลัพธ์นั้นขึ้นอยู่กับค่าข้อข้อมูลเดิมและใช้ค่าเกณฑ์เป็นข้อมูลหรือระดับในการอ้างอิงค่าข้อมูลใหม่ซึ่งค่าข้อมูลในที่นี้หมายถึงอาจแทนด้วยค่าข้อมูลสีระดับเทานั้นเอง ดังนั้นการเลือกค่าเกณฑ์ที่จะใช้เพื่อแยกกลุ่มข้อมูลนั้นต้องเป็นค่าที่เหมาะสมมากที่สุดเพื่อให้สามารถแยกส่วนที่เป็นวัตถุหรือสิ่งที่ต้องการคัดแยกจากในภาพต้นแบบมากที่สุดโดยปราศจากสัญญาณรบกวน การกระจายของข้อมูลค่าสีของจุดภาพซึ่งจากกราฟดังแสดงในภาพที่ 2.50 นั้นเป็นการแยกส่วนประกอบของสองกลุ่มด้วยค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมเพียงค่าเดียว

วิธีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบหลายค่า (Muti-Thresholding) การแยกข้อมูลระหว่างส่วนวัตถุที่ต้องการแยกออกจากส่วนที่เป็นพื้นหลังของภาพแต่ต้องกำหนดค่าเกณฑ์ T ซึ่งเป็น T1, T2 และT3 โดยจะกำหนดค่าเกณฑ์มากกว่าหนึ่งค่าเพื่อที่จะทำการแยกส่วนวัตถุหรือสิ่งที่ต้องการเพื่อที่จะแยกข้อมูลของส่วนข้อมูลที่ต้องการออกมา โดยจะพิจารณาข้อมูลของกราฟฮีสโตแกรม (Histogram) ที่เป็นการกระจายของข้อมูลจุดภาพค่าสีระดับเทาของภาพ




**ภาพที่ 2.51** กราฟฮีสโตแกรมที่มีการกำหนดค่าเกณฑ์ของระดับสีเทาแบบหลายค่าและมีหลายวัตถุ

จากภาพที่ 2.51 นั้นเป็นกราฟฮีสโตแกรม (Histogram) ของภาพที่แสดงให้เห็นการกระจายของข้อมูลภาพซึ่งอยู่ในระดับค่าสีเทา (Gray level values) และจำนวนของมูลของพิกเซลที่ระดับค่าสีเทา ในภาพนั้นจะพบว่ามีกลุ่มข้อมูลของวัตถุ 3 ส่วนและส่วนที่เป็นพื้นหลัง 1 ส่วน หากเราต้องการจะแยกวัตถุที่ 2 ออกจากภาพเราอาจจะต้องตัดข้อมูลที่ไม่ใช่วัตถุที่ 2 ออก อาจใช้วิธีการกำนดค่าเกณฑ์ที่ต้องใช้ค่าเกณฑ์สองค่าเพื่อคัดค่าของข้อมูลภาพส่วนที่เป็นวัตถุที่ 2 เราอาจเรียกลักษณะวิธีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบนี้เรียกว่า Double Thresholding ซึ่งอาจเขียนเป็นสมการดังสมการที่ 2.21

กำหนดให้

*f(x,y)* = ฟังก์ชันของภาพนำเข้า *f(x,y)* ที่ตำแหน่ง *(x,y)* ใดๆ

*G(x,y)* = ฟังก์ชันของภาพผลลัพธ์ *G(x,y)* ที่ตำแหน่ง *(x,y)* ใดๆ

*T2* = ค่าเกณฑ์ระดับสีเทา *T2*

*T3* = ค่าเกณฑ์ระดับสีเทา *T3*

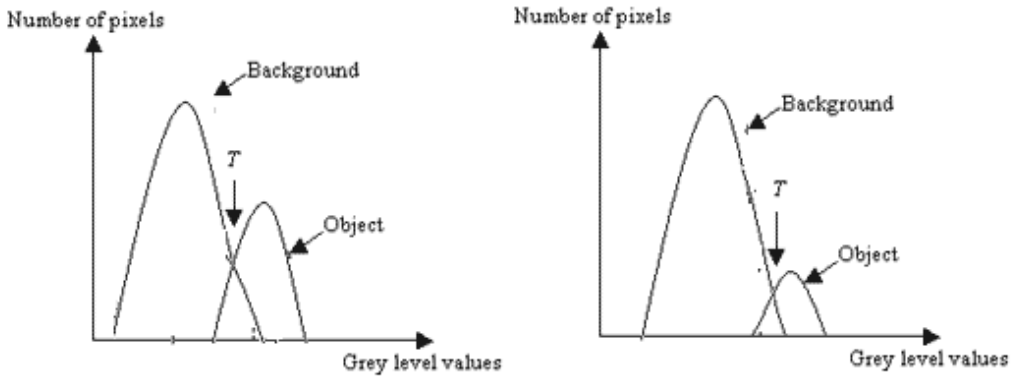
$$G(x,y) = \begin{cases} 0, & if\ f(x,y) \geq T2\ \ and\ \ f(x,y) \leq\ T3 \\ 1, & otherwise \end{cases} \qquad \text{สมการที่ 2.21}$$

จากสมการที่ 2.21 นั้นแสดงกำหนดค่าภาพผลลัพธ์โดยการประมวลผลภาพนั้นให้เป็นไปตามสมการที่ โดยการกำหนดค่าข้อมูลภาพผลลัพธ์ใหม่ซึ่งแทนด้วยฟังก์ชัน *G(x,y)* และ

ข้อมูลภาพดิจิทัลที่นำเข้านั้นถูกแทนด้วยถูกแทนด้วยฟังก์ชัน *f(x,y)* ซึ่งเป็นรูปแบบข้อมูลภาพดิจิทัลทั่วไป โดยตามสมการนั้นสามารถอธิบายได้ว่า ข้อมูลภาพผลลัพธ์ใหม่ซึ่งแทนด้วยฟังก์ชัน *G(x,y)* ที่ตำแหน่ง *(x,y)* ใดๆ จะเป็นมีค่าใหม่ได้สองกรณีและมีค่าผลลัพธ์ได้เพียงสองค่าเท่านั้น คือ มีค่าข้อมูลเท่ากับ 0 หรืออาจจะมีค่าเท่ากับ 1 ก็ได้ โดยมีเงื่อนไขว่าจะมีค่าเท่า 0 ก็ต่อเมื่อถ้าพบว่าค่าข้อมูลฟังก์ชัน *f(x,y)* ที่ตำแหน่ง *(x,y)* ใดๆ นั้นจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเกณฑ์ *T2 และ* จะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าเกณฑ์ *T3* ด้วยจึงจะมีค่าข้อมูลมีค่าเท่ากับ 0 ได้ สำหรับกรณีอื่นนั้นจะกำหนดค่าข้อมูลให้มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งหมายความว่าเมื่ออยู่ในกรณีที่ 1

การประมวลผลภาพให้เป็นดังสมการ นั้นจะเห็นได้ว่าค่าข้อมูลใหม่ของภาพผลลัพธ์นั้นขึ้นอยู่กับค่าของข้อมูลเดิมและใช้ค่าเกณฑ์เป็นข้อมูลหรือระดับค่าสีเทาในการอ้างอิง 2 ถึงค่าเพื่อคัดเลือกเอาแต่เฉพาะข้อมูลที่เป็นของวัตถุที่ 2 เท่านั้น ออกจากภาพ

วิธีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบค่าที่ดีที่สุด (Optimal Thresholding) หรือ Otsu's method ปัญหาคือว่าโดยทั่วไปจากกราฟฮีสโตแกรมของแต่ละวัตถุและพื้นหลังจะซ้อนทับกันหรือเหลื่อมกัน (Overlap) และไม่มีความรู้เดิมของแต่ละกราฟฮีสโตแกรมอาจจะซับซ้อนที่จะหาจุดแยก (Splitting Point) ในภาพที่ 2.52 ด้านล่างนั้นแสดงให้เห็นถึงนี้สมมติว่า กราฟฮีสโตแกรม สำหรับส่วนที่เป็นวัตถุและส่วนที่เป็นพื้นหลังในแต่ละกรณี ซึ่งในแต่ละกรณีนั้นเป็นกราฟฮีสโตแกรม s สำหรับส่วนวัตถุและส่วนพื้นหลังซึ่งเป็นของการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) เราเลือกค่าเกณฑ์ที่ทั้งสองกราฟฮีสโตแกรมนั้นข้อมูล 2 ข้อมูลนั้นข้ามกันซ้อนทับกันในลักษณะที่เรียกว่า "ครอสโอเวอร์(Cross Over)"




**ภาพที่ 2.52** ภาพกราฟฮีสโตแกรมในลักษณะครอสโอเวอร์(Cross Over)

ในทางปฏิบัติถึงแม้ว่ากราฟฮีสโตแกรมนั้นจะไม่ตามที่กำหนดไว้ที่อยู่ในรูป ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องเรียงลำดับของวิธีการแบบอัตโนมัติสำหรับการเลือกค่าเกณฑ์ที่ดีที่สุด (Automatic method for choosing a best threshold) วิธีการหนึ่งคือการอธิบายกราฟฮีสโตแกรม (Histogram) เพื่อเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution)

ดังนั้นความน่าจะเป็นของค่าพิกเซลที่ระดับเทา *i* นั้นมีค่าเท่ากับสัดส่วนของจำนวนของพิกเซลที่ระดับเทา *i* ต่อจำนวนของพิกเซลทั้งหมดดังสมการที่ 2.22

$$p_i = n_i/N \qquad \text{สมการที่ 2.22}$$

กำหนดให้

$P_i$ คือความน่าจะเป็นของพิกเซลที่ระดับเทา *i*

*i* คือระดับเทา *i*

$n_i$ คือจำนวนของพิกเซลที่ระดับเทา *i*

N คือจำนวนของพิกเซลทั้งหมดซึ่งมีระดับเทา *i*

ถ้าเรามีค่าเกณฑ์ที่ระดับของค่าเกณฑ์ซึ่งเป็นค่าที่ระดับสีที่ *k*

$\omega(k)$ คือผลรวมของความน่าจะเป็น $P_i$ โดยที่ *i* มีค่าตั้งแต่ 0 จนถึง k

$\mu(k)$ คือผลรวมของความน่าจะเป็น $P_i$ โดยที่ *i* มีค่าตั้งแต่ k+1 จนถึง L-1

$$\omega(k) = \sum_{i=0}^{k} p_i \qquad \text{สมการที่ 2.23}$$

$$\mu(k) = \sum_{i=k+1}^{L-1} p_i \qquad \text{สมการที่ 2.24}$$

$\mu(k)$ คือผลรวมของความน่าจะเป็น $p_i$ โดยที่ *i* มีค่าตั้งแต่ 0 จนถึง L-1 จะมีค่าเท่ากับ 1

$$\omega(k) + \mu(k) = \sum_{i=0}^{L-1} p_i = 1 \qquad \text{สมการที่ 2.25}$$

$$\mu_T = \sum_{i=0}^{L-1} ip_i \qquad \text{สมการที่ 2.26}$$

การหาค่า $k$

$$\frac{\mu_T\omega(k)-\mu(k)^2}{\omega(k)\mu(k)}$$ สมการที่ 2.27

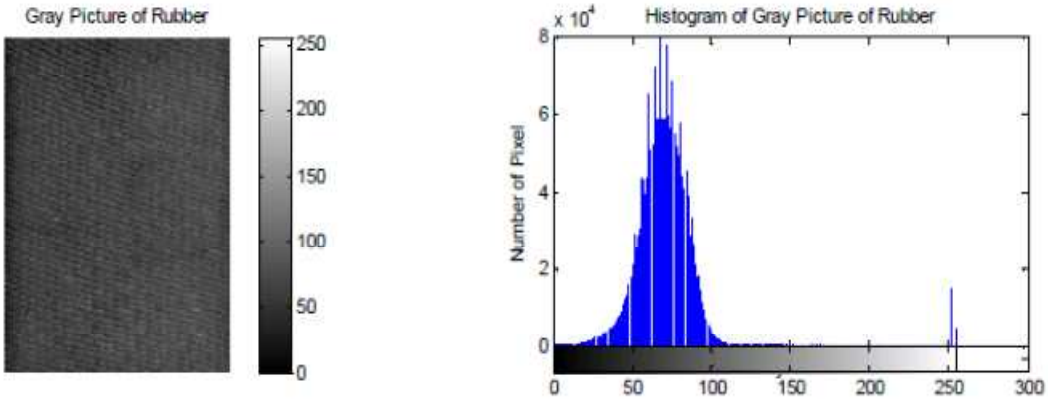
ซึ่งในสำหรับการหาค่าเกณฑ์ที่ดีที่สุด(Optimal Threshold) บางครั้งเรียกว่า Otsu's Method การหาค่าและใช้ค่าที่กำหนดนั้นหากเลือกค่าที่เหมาะจะทำให้สามารถประมวลผลภาพผลลัพธ์ออกมาได้ดีนำมาใช้ในกระบวนการ

## 2.3 การวิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบด้วยคอมพิวเตอร์

ด้วยลักษณะทางกายภาพของแผ่นยางดิบที่สีไม่สม่ำเสมอประกอบกับสีนั้นไม่สามารถบอกได้แน่นอนและชัดเจนจึงต้องอาศัยการวิเคราะห์ภาพโดยสังเกตจากภาพแผ่นยางดิบจึงอาศัยฟังก์ชั่นฮีสโตแกรมที่ช่วยในการอธิบายคุณลักษณะของภาพแผ่นยางที่ได้จากการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับเทคนิคค่าเกณฑ์และการใช้ค่าเกณฑ์นั้นในการประมวลผลภาพและวิเคราะห์จะได้กล่าวต่อไปตามลำดับ

2.3.1 ฟังก์ชั่นฮีสโตแกรม (Histrogram Function)

กราฟฮีสโตแกรมเป็นกราฟแท่งที่สามารถบอกคุณลักษณะของภาพได้ว่าภาพนั้นเป็นภาพที่มืดหรือสว่าง กราฟแท่งนี้จะบอกถึงจำนวนของจุดภาพในแต่ระดับค่าสีที่ต่างระดับกันลักษณะเป็นดังในภาพที่ 2.53




**ภาพที่ 2.53** ภาพยางแผ่นระดับค่าสีเทาและกราฟแท่งฮีสโตแกรม

ดังในภาพที่ 2.53 สังเกตทางด้านซ้ายมือเป็นภาพแผ่นยางดิบซึ่งเป็นภาพระดับค่าสีเทาที่ค่อนข้างสว่างน้อย กราฟแท่งฮีสโตแกรมทางด้านขวามือในภาพที่ 2.53 นั้นแสดงว่าภาพลักษณะค่อนข้างสว่างน้อยหรือมืด เนื่องจากจำนวนจุดภาพส่วนใหญ่อย่างทางซ้ายมือของกราฟฮีสโตแกรม ซึ่งระดับค่าสีทางด้านซ้ายของกราฟนั้นเป็นระดับค่าสีที่มีความสว่างน้อยหรือมืดดำ โดยความน่าจะเป็นที่จะเกิดจุดภาพที่ระดับค่าสีต่างๆนั้นเป็นดังสมการที่ 2.28

$$P(r_k) = \frac{n_k}{n} \qquad \text{สมการที่ 2.28}$$

โดยที่กำหนดให้

$P(r_k)$ คือความน่าจะเป็นที่จะเกิดของจำนวนจุดภาพที่มีค่าระดับค่าสีเท่ากับ $k$

$k$ คือระดับค่าสีที่มีค่าสีซึ่งสามารถมีค่าสีตั้งแต่ 0 ถึง 255

n คือจำนวนจุดภาพทั้งหมดในภาพ

$n_k$ คือจำนวนจุดภาพที่ระดับค่าสี

ซึ่งสามารถนำมาวาดเป็นกราฟฮีสโตแกรมตามภาพที่ 2.52 และเขียนดังสมการที่ 2.27

$$Function\ Histogram = f\ (N_P, C_L) \qquad \text{สมการที่ 2.29}$$

โดยที่กำหนดให้

$N_P$ คือจำนวนจุดภาพที่ระดับค่าสีเดียวกันซึ่งแสดงค่าในแนวแกน Y

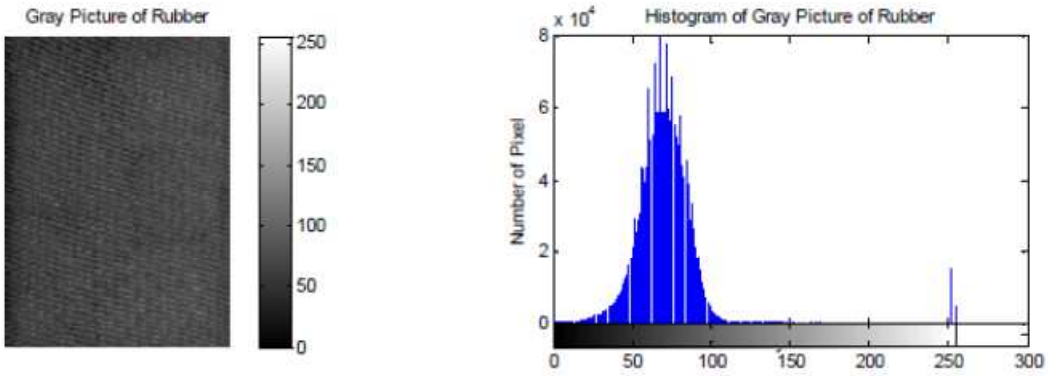
$C_L$ คือระดับค่าสีที่มีค่าสีซึ่งสามารถมีค่าสีตั้งแต่ 0 ถึง 255

จากภาพที่ 2.53 นั้นคือภาพยางแผ่นต้นฉบับที่ถูกเปลี่ยนค่าสีขององค์ประกอบของภาพให้เป็นภาพยางแผ่นระดับในระดับค่าสีเทา Gray-Level และทำการจัดเรียงลำดับจุดภาพตามระดับค่าสีของจุดภาพที่ระดับค่าสีเทาตั้งแต่ 0 – 255 ดังรูปกราฟฮีสโตแกรมนั้นทำให้การประมวลผลรวดเร็วและซับซ้อนน้อยในการวิเคราะห์ภาพและประมวลผลภาพ

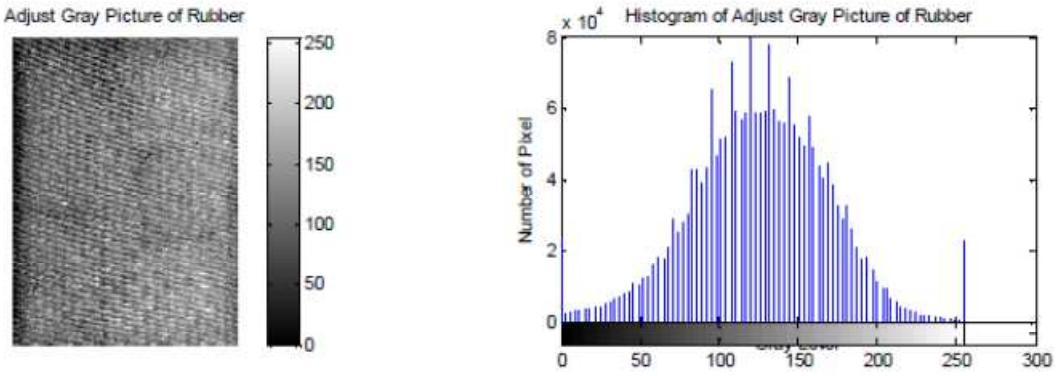
2.3.2 การเปรียบเทียบลักษณะภาพและกราฟฮีสโตแกรม

กราฟฮีสโตแกรมเป็นกราฟแท่งที่สามารถบอกคุณลักษณะของภาพได้ว่าภาพนั้นเป็นภาพที่มืดหรือสว่าง กราฟแท่งจะบอกถึงจำนวนของจุดภาพในแต่ระดับสีที่ต่างระดับกัน สำหรับแกน X ในแนวนอนนั้นจะแสดงระดับของค่าสี ส่วนแกน Y ในแนวตั้งแสดงจำนวนของจุดภาพที่

อยู่ในระดับสีเดียวกัน เช่น ค่าระดับสีเทาที่ 0 แทนความเข้มความสว่างน้อยหรือสีดำ ระดับสีเทาที่ 255 แทนความเข้มความสว่างมากหรือสีขาว




**ภาพที่ 2.54** ภาพยางแผ่นยางดิบและกราฟฮีสโตแกรมภาพ



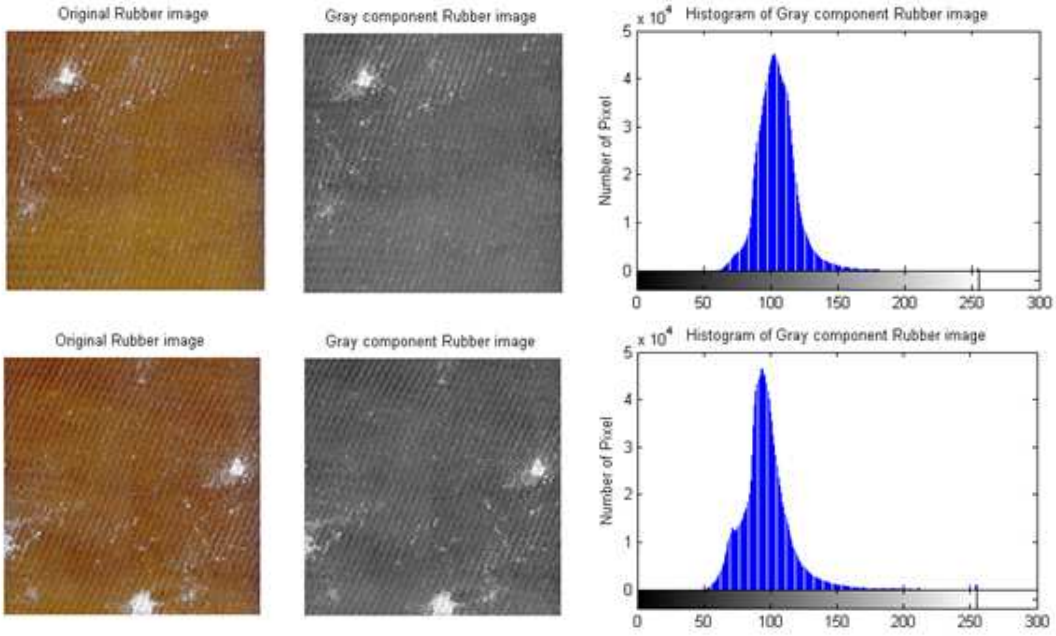

**ภาพที่ 2.55** ภาพยางแผ่นที่มีการปรับปรุงและกราฟฮีสโตแกรมภาพ

จากการสังเกตภาพที่ 2.54 สังเกตว่าภาพแผ่นยางต้นแบบนั้นมีการเปลี่ยนจากภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาซึ่งค่อนข้างดำและเมื่อพล็อตกราฟแท่งฮีสโตแกรมของภาพนั้น จะเห็นว่าจุดภาพส่วนใหญ่อยู่ทางด้านซ้ายของกราฟแสดงว่าภาพค่อนข้างดำ มีจำนวนจุดภาพสูงสุดอยู่ที่ประมาณระดับค่าสี 75

จากการสังเกตภาพที่ 2.55 เป็นภาพที่มีการปรับปรุงภาพสังเกตว่าภาพเดิมสว่างขึ้นและเมื่อพล็อตกราฟแท่งฮีสโตแกรมของภาพนั้นจะเห็นว่าจุดภาพจะอยู่ทางด้านขวาของกราฟแสดงว่าภาพค่อนข้างสว่างมากขึ้น มีจำนวนจุดภาพสูงสุดอยู่ที่ประมาณระดับค่าสี 120 ลักษณะของภาพยางระดับค่าสีเท่านั้นค่อนข้างค่าความเข้มแสงน้อยหรือสว่างน้อยมืดนั้นเอง หากสังเกตจำนวนจุดภาพจะเห็นว่าลักษณะของกลุ่มจุดภาพส่วนใหญ่ไปในทางซ้ายของกราฟนั้นหมายความว่า

ลักษณะของภาพยางระดับค่าสีเท่านั้นค่อนข้างสว่างน้อยมืดนั้นเองซึ่งเป็นไปตามลักษณะของภาพยางระดับค่าสีเทาที่ได้กล่าวมาในขั้นต้นและมีจำนวนจุดภาพมากสุด อยู่ที่ระดับค่าสีประมาณค่าเท่ากับ 102 ซึ่งมีจำนวนจุดภาพประมาณ $4.5 \times 10^4$ จุด และค่าสีของจุดภาพนั้นอยู่ระหว่างช่วงระดับค่าสีประมาณ 60 - 180 ซึ่งกราฟฮีสโตแกรมสามารถบอกถึงคุณลักษณะขององค์ประกอบของภาพได้ว่าค่อนข้างมืดหรือสว่าง และสามารถบอกจำนวนจุดภาพแต่ละระดับค่าสีได้ว่ามีจำนวนมากน้อยเท่าไรได้ แต่ไม่สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งของจุดภาพได้ในลักษณะที่ว่าค่าสีของจุดภาพระดับเท่านี้นั้นอยู่ตรงตำแหน่งใดของภาพ

กราฟฮีสโตแกรมของภาพเป็นการแจกแจงความถี่ของจุดภาพที่มีค่าสี 0 -255 หากสังเกตภาพที่ 2.56 ลักษณะภาพทั้งสองนั้นมีสีโทนสีที่เกิดขึ้นในภาพค่อนข้างใกล้เคียงกันแต่เมื่อดูลักษณะกราฟฮีสโตแกรมเทียบกันแล้วแตกต่างกันนั้นซึ่งก็เป็นไปตามค่าสีของจุดภาพ

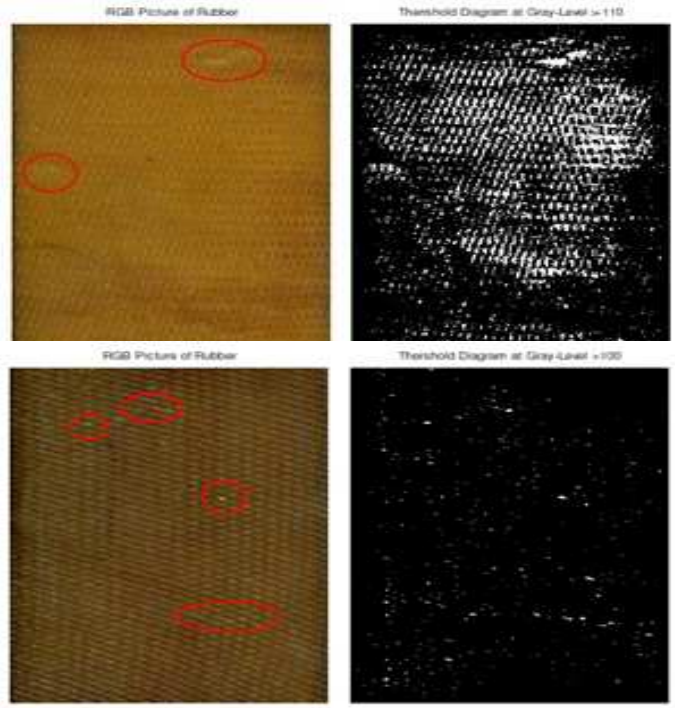



**ภาพที่ 2.56** ภาพยางแผ่นต้นฉบับ A ภาพยางแผ่นระดับสีเทา Gray-Level และกราฟฮีสโตแกรม

ข้อสังเกตที่สำคัญเนื่องจากรูปกราฟแท่งฮีสโตแกรมเป็นการเรียงจุดภาพที่ระดับสีที่แตกต่างกัน ดังนั้นลักษณะของกราฟจะขึ้นอยู่กับจำนวนจุดภาพที่ระดับสีต่างๆ เท่านั้นและแสดงถึงจำนวนของจุดภาพมีมากน้อยเท่าไร ซึ่งกราฟแต่ละแท่งไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งจุดภาพ นั้นหมายความว่าหากพบรูปกราฟมีลักษณะเหมือนกันไม่ได้แสดงว่าเกิดจากเป็นรูปเดียวกันเนื่องจากจุดภาพที่เรียงซ้อนกันที่ระดับค่าสีเดียวในแต่ละแท่งนั้นไม่ได้บอกถึงตำแหน่งของภาพ จึงสรุปว่ากราฟฮีสโตแกรมของภาพที่มีลักษณะเหมือนกันไม่ได้หมายความว่าเป็นรูปเดียวกัน

2.3.3 ค่าเกณฑ์ (Threshold)

ค่าเกณฑ์(Threshold) หมายถึงค่าที่เหมาะสมที่ใช้เป็นขอบเขตในการเปลี่ยนค่าสีสำหรับการทดสอบภาพเพื่อทำการเลือกระดับค่าสีเทาเหมาะสมโดยต่อไปจะเรียกค่านี้ว่า “ค่าเกณฑ์” ซึ่งทำให้เห็นฟองอากาศในเนื้อยางชัดเจนมากขึ้น โดยตั้งสมมุติฐานฟองอากาศในเนื้อยางนั้นสีขาว โดยเริ่มจากการแปลงภาพระดับค่าสีเทาทำการพล็อตกราฟแท่งและเลือกค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมในการประมวลผล โดยได้ผลการทดสอบและค่าเกณฑ์ตามตารางที่1 ถึงแม้ว่าทำให้เห็นฟองอากาศในเนื้อยางได้ชัดเจนขึ้นก็จริงแต่ก็ค่อนข้างลำบากและยังทำได้ไม่ดีพอ สังเกตและเปรียบเทียบภาพทางซ้ายมือและขวามือของภาพที่ 2.57

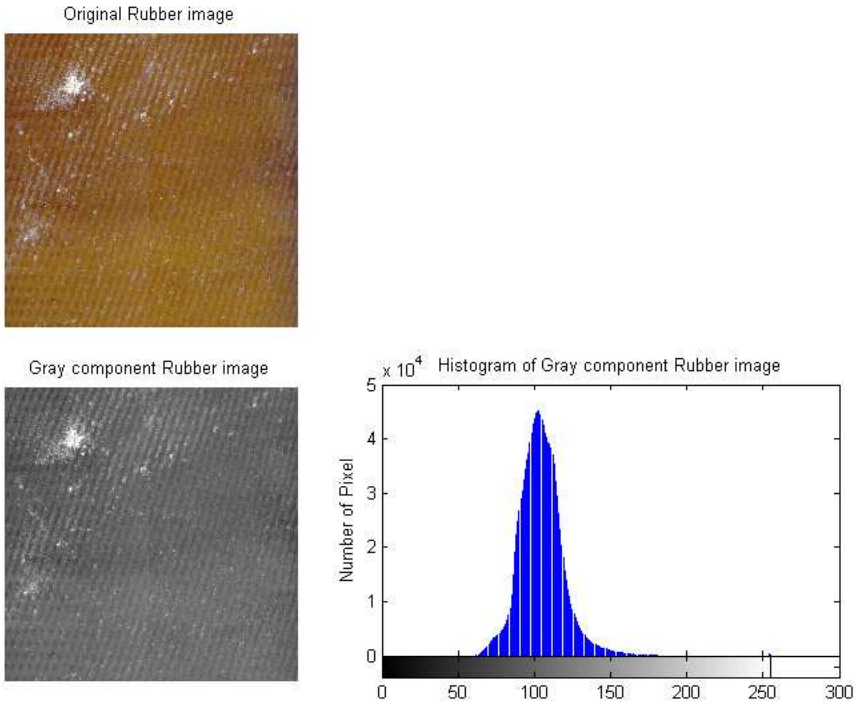


**ภาพที่ 2.57** ภาพกวาดสแกนแผ่นยางและภาพสองระดับ

**ตารางที่ 2.8** ผลการทดสอบการเลือกค่าเกณฑ์ของภาพกวาดสแกน

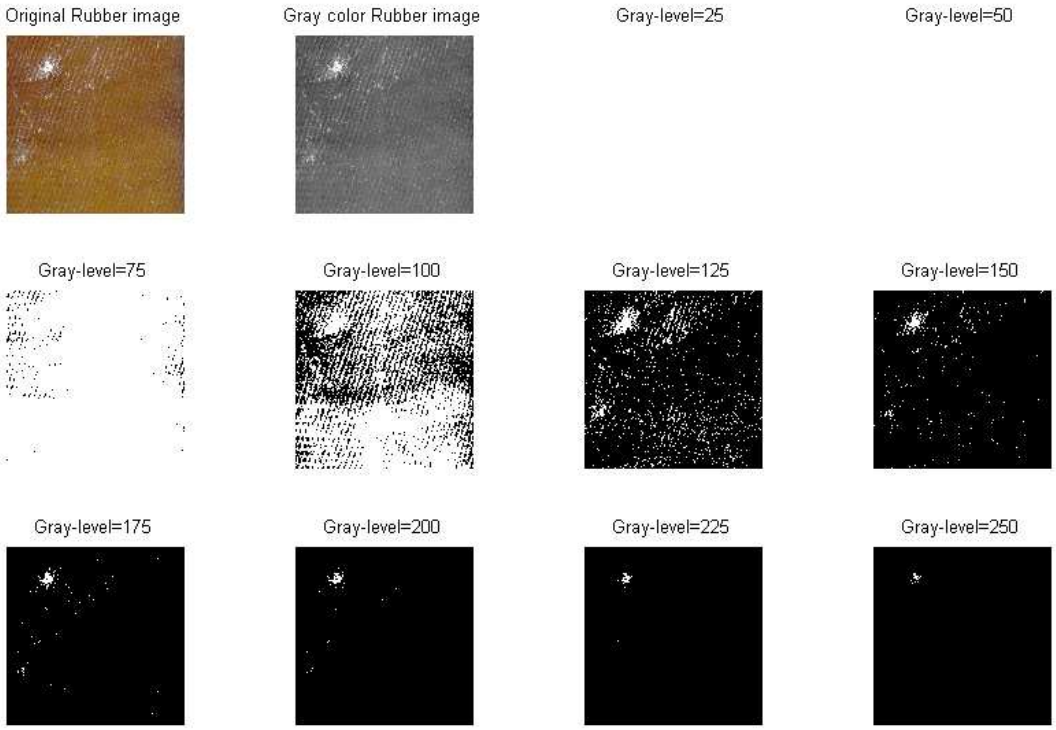
| ลักษณะสีเนื้อยาง | จุดภาพอยู่ในช่วงระดับค่าสี | ค่าเกณฑ์เท่ากับ |
|---|---|---|
| สีเหลืองอ่อน | 100 – 120 | 110 |
| สีเขียวคล่ำ | 80 – 120 | 100 |

ตัวอย่างภาพผลลัพธ์การประมวลผลภาพและวิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการประมวลผลภาพโดยใช้ค่าเกณฑ์เพื่อนำมาช่วยทำให้สามารถวิเคราะห์ภาพแผ่นยางดิบที่มีราขาวและฟองยางบนเนื้อแผ่นยางซึ่งลักษณะมีสีค่อนข้างขาวกระจายบนเนื้อยางซึ่งอาจไม่เด่นชัดทั้งหมด เพื่อจะให้การวิเคราะห์ภาพนั้นมีความซับซ้อนน้อยจึงเลือกใช้วิธีการเลือกระดับค่าสีซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า “ค่าเกณฑ์ หรือ Threshold” เราจะทำการเลือกแบบสุ่มด้วยค่าคงที่ เพื่อหาค่าระดับสีที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่จะใช้เปลี่ยนค่าสีให้อยู่ในภาพแบบสองระดับขาว-ดำ ซึ่งเป็นภาพในลักษณะนี้ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถคำนวณหาพื้นที่สะดวก โดยเราจะทำวิเคราะห์สังเกตด้วยสายตาและเปรียบเทียบความคล้ายกับภาพต้นฉบับ




**ภาพที่ 2.58** ภาพยางแผ่นดิบที่ทดสอบภาพยางแผ่นระดับสีเทาและกราฟฮีสโตแกรม

ผลทดสอบที่ 1.1 : การประมวลผลภาพโดยการเลือกค่าเกณฑ์คงที่



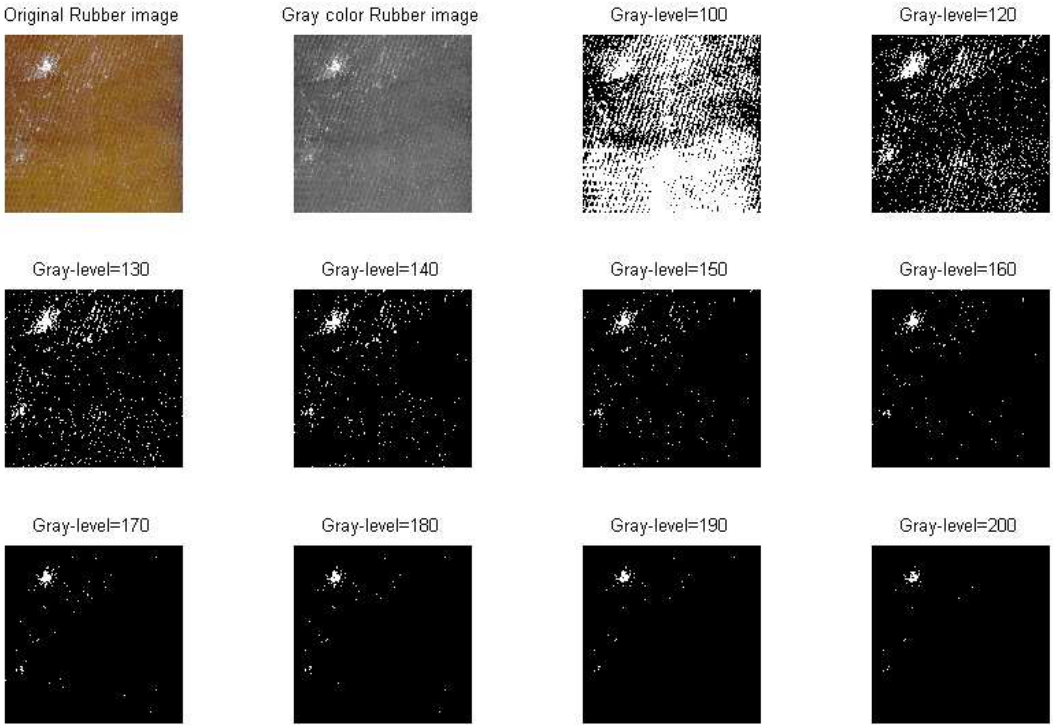

**ภาพที่ 2.59** เปรียบเทียบผลการประมวลผลภาพยางระดับสีเทา Gray-Level ของกราฟฮีสโตแกรม

ภาพการประมวลผลด้วยวิธีการเกณฑ์คงที่เพื่อใช้ประมวลผลภาพระดับเทาที่ใช้เป็นตัวแทนของภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับ ทำให้เห็นถึงการเลือกค่าเกณฑ์นั้นมีผลกับการประมวลผลและหาค่าที่เหมาะสมได้ค่อนข้างยาก แสดงการเปรียบเทียบการประมวลผลภาพดังในภาพที่ 2.59 จากการสังเกตด้วยตานั้นสามารถสรุปดังตารางที่ 2.9

**ตารางที่ 2.9** การเลือกค่าเกณฑ์และผลการวิเคราะห์ด้วยการสังเกตเปรียบเทียบผลกับภาพต้นฉบับ

| ลำดับที่ | ค่าเกณฑ์เท่ากับ | ผลการวิเคราะห์ด้วยสายตา |
|---|---|---|
| 1 | 25, 50, 75, 100 | เห็นบริเวณที่สนใจเด่นชัดขึ้น |
| 2 | 125, 150 | เห็นบริเวณที่สนใจเด่นชัดขึ้น แต่ไม่แน่ใจว่าใช่ทั้งหมด |
| 3 | 175, 200, 225, 250 | เห็นบริเวณที่สนใจลดน้อยลงและขาดหายไป |

ผลทดสอบที่ 1.2 : การประมวลผลภาพโดยการเลือกค่าเกณฑ์แบบคงที่ซึ่งระดับค่าสีช่วงระหว่าง 100 - 200 ผลลัพธ์ภาพการประมวลผลภาพดังในภาพที่ 2.60 เป็นการประมวลผลด้วยวิธีการกำหนดค่าเกณฑ์แบบคงที่เพื่อใช้ประมวลผลภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับ ทำให้เห็นถึงการเลือกค่าเกณฑ์นั้นมีผลกับการประมวลผลและหาค่าที่เหมาะสมได้ค่อนข้างยาก จากการสังเกตด้วยตาสามารถเปรียบเทียบสรุปดังตารางที่ 2.10

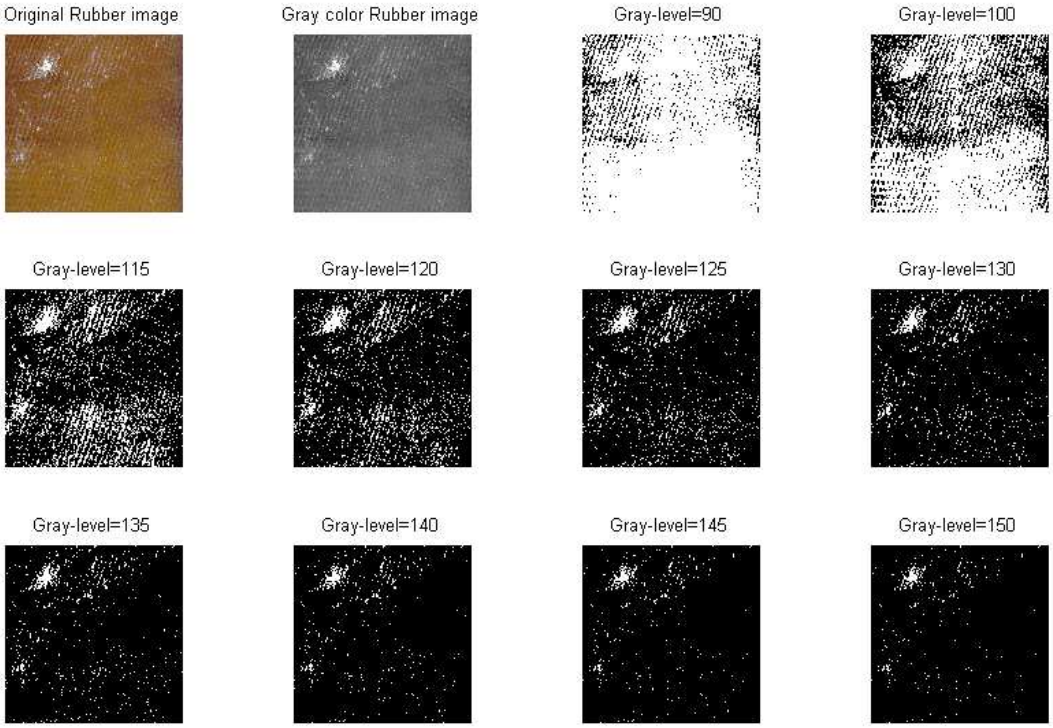



**ภาพที่ 2.60** เปรียบเทียบผลการประมวลผลภาพยางระดับสีเทา Gray-Level ของกราฟฮีสโตแกรม

**ตารางที่ 2.10** การเลือกค่าเกณฑ์และผลการวิเคราะห์ด้วยสายตาเมื่อเปรียบเทียบผลกับภาพต้นฉบับ

| ลำดับที่ | ค่าเกณฑ์เท่ากับ | ผลการวิเคราะห์ด้วยสายตา |
|---|---|---|
| 1 | 100, 120 | เห็นบริเวณที่สนใจเด่นชัดขึ้น |
| 2 | 130, 140 | เห็นบริเวณที่สนใจเด่นชัดขึ้น แต่ไม่แน่ใจว่าใช่ทั้งหมด |
| 3 | 150, 160, 170,180 | เห็นบริเวณที่สนใจลดน้อยลง และขาดหายไป |

ผลทดสอบที่ 1.3 : การประมวลผลภาพโดยการเลือกค่าเกณฑ์คงที่ (ระดับค่าสีช่วงระหว่าง 90 - 150)



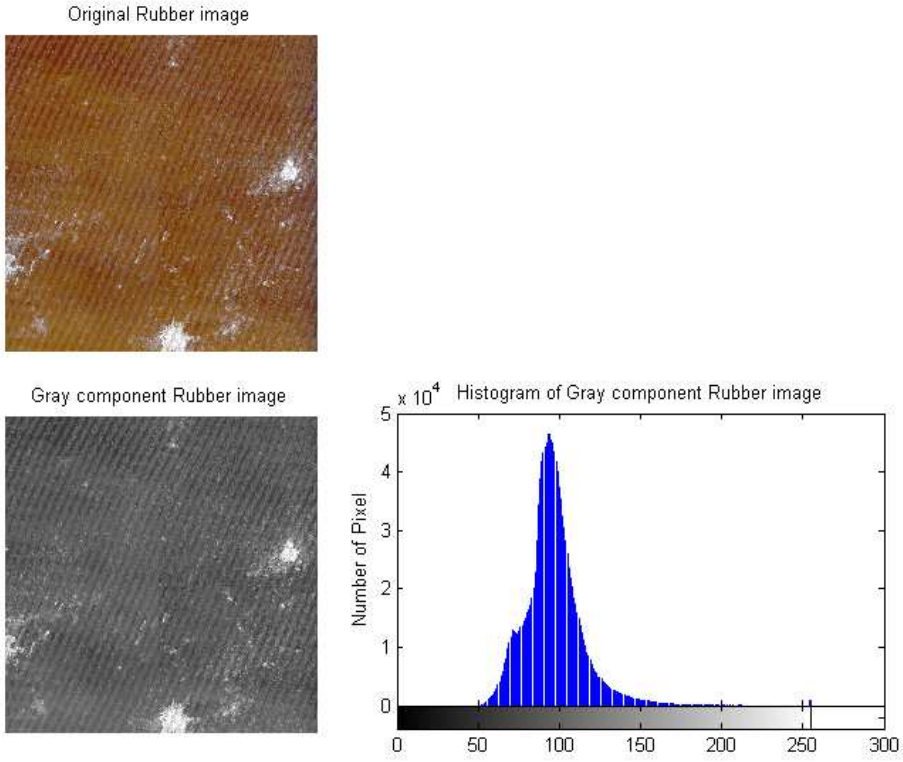

**ภาพที่ 2.61** เปรียบเทียบผลการประมวลผลภาพยางระดับสีเทา Gray-Level ของกราฟฮีสโตแกรม

ภาพการประมวลผลด้วยวิธีการเกณฑ์คงที่เพื่อใช้ประมวลผลภาพระดับเทาที่ใช้เป็นตัวแทนของภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับ ทำให้เห็นถึงการเลือกค่าเกณฑ์นั้นมีผลกับการประมวลผลและหาค่าที่เหมาะสมได้ค่อนข้างยาก แสดงการเปรียบเทียบการประมวลผลภาพดังในภาพที่ 2.60 จากการสังเกตด้วยตานั้นสามารถสรุปดังตารางที่ 2.11

**ตารางที่ 2.11** การเลือกค่าเกณฑ์และผลการวิเคราะห์ด้วยสายตาเมื่อเปรียบเทียบผลกับภาพต้นฉบับ

| ลำดับ | ค่าเกณฑ์ที่ | ผลการวิเคราะห์ด้วยสายตา |
|---|---|---|
| 1 | 90, 100 | เห็นบริเวณที่สนใจเด่นชัดขึ้น |
| 2 | 115, 120, 125 | เห็นบริเวณที่สนใจเด่นชัดขึ้น แต่ไม่แน่ใจว่าใช่ทั้งหมด |
| 3 | 135, 140,145, 150 | เห็นบริเวณที่สนใจลดน้อยลงและขาดหายไป |

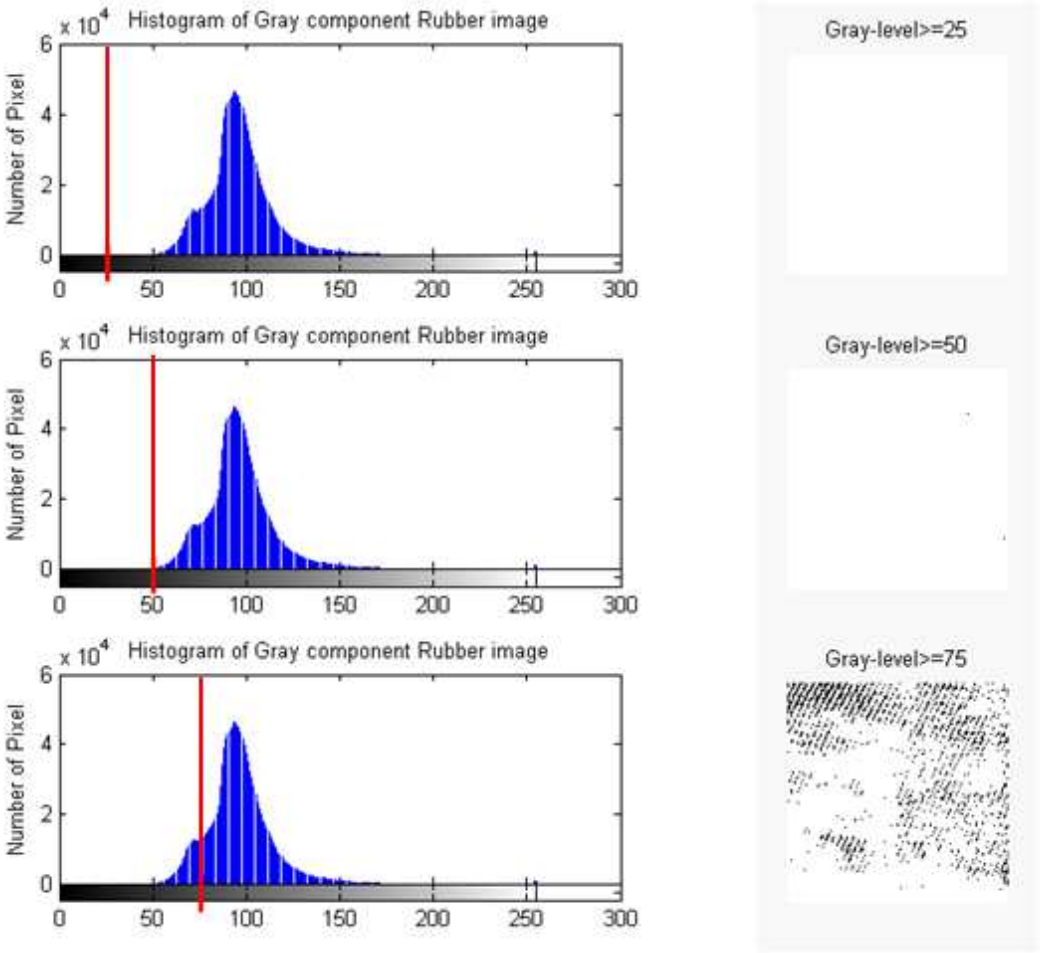
ทำการทดสอบใหม่อีกครั้งกับภาพแผ่นยางดิบที่ 2




**ภาพที่ 2.62** แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภาพและกราฟฮีสโตแกรม (Histogram)

การประมวลผลด้วยวิธีการเกณฑ์คงที่ซึ่งการประมวลผลภาพระดับเทาที่ใช้เป็นตัวแทนของภาพแผ่นยางดิบต้นฉบับ ทำให้เห็นถึงการเลือกค่าเกณฑ์นั้นมีผลกับการประมวลผลและหาค่าที่เหมาะสมได้ค่อนข้างยาก แสดงการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์ดังในภาพที่ 2.62 โดยการเลือกค่าเกณฑ์หลาย ๆ ค่าซึ่งการเลือกค่าเกณฑ์ที่ต่างกันนั้นทำให้ได้ผลลัพธ์ภาพหลังประมวลผลข้อมูลภาพทซึ่งจะมีความแตกต่างกันไปตามระดับค่าสีที่ถูกกำหนดเป็นค่าเกณฑ์ที่เราใช้ในการประมวลผลภาพอาจทดลองแบบใช้การกำหนดค่าเกณฑ์หลายๆ ค่าเพื่อสังเกตภาพผลลัพธ์ซึ่งสามารถผลการทดสอบเป็นดังผลการทดสอบที่ 2.1 ผลการทดสอบที่ 2.2และผลการทดสอบที่ 2.3

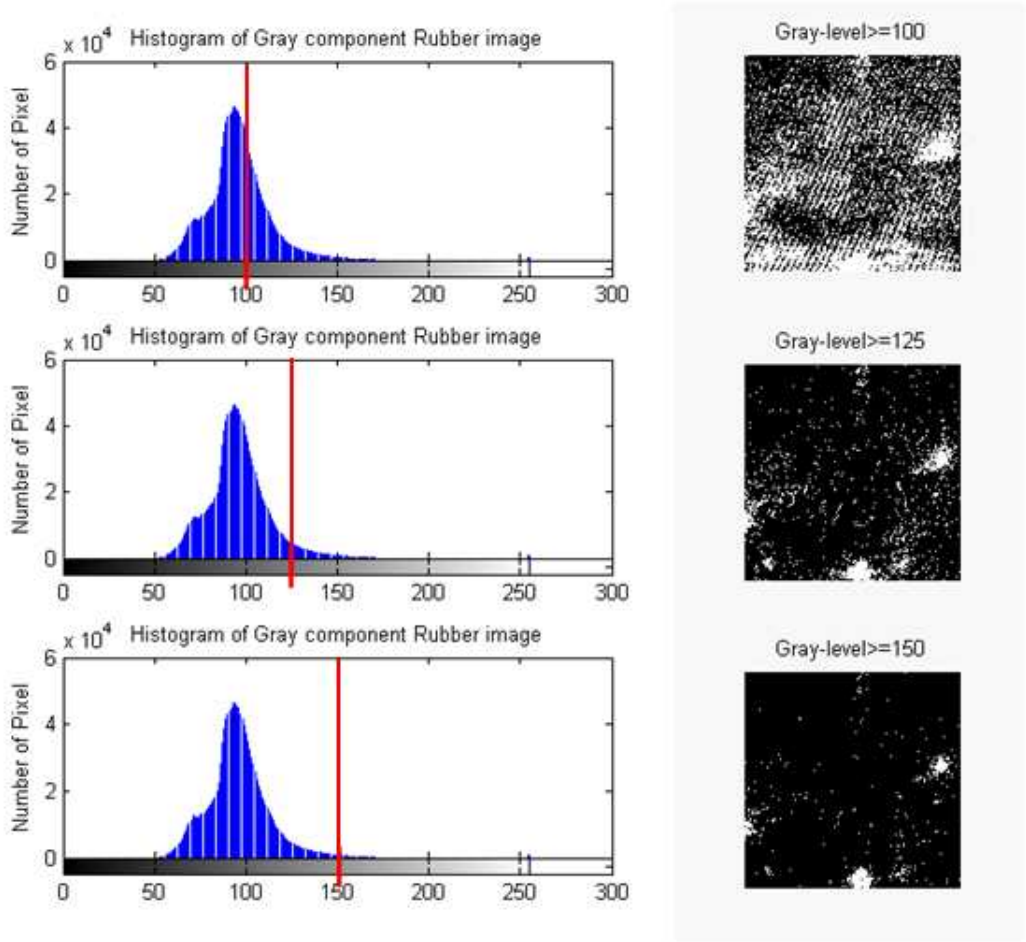
ผลทดสอบที่ 2.1 : การประมวลผลภาพโดยการเลือกค่าเกณฑ์คงที่ (ระดับค่าสีเท่ากับ 25, 50 และ 75)




**ภาพที่ 2.63** เปรียบเทียบผลการเลือกค่าเกณฑ์จากกราฟฮีสโตแกรม (Histogram) ที่เลือกค่าเกณฑ์แตกต่างกันและภาพผลลัพธ์ที่ได้ภาพยางดิบภาพสองระดับ (ขาว - ดำ)

หากสังเกตกราฟทางด้านซ้ายและภาพผลลัพธ์การประมวลผลภาพทางด้านขวาในภาพที่ 2.63 เมื่อเปรียบเทียบการเลือกค่าเกณฑ์ซึ่งจากการสังเกตนั้นพบว่าภาพผลลัพธ์จากการเลือกค่าเกณฑ์ที่เลือกค่าเกณฑ์แตกต่างกันและภาพผลลัพธ์ที่ได้ภาพยางดิบภาพสองระดับ (ขาว - ดำ) ทำให้เห็นถึงการเลือกค่าเกณฑ์นั้นมีผลกับการประมวลผลซึ่งในภาพนั้นจะเห็นว่า การเลือกค่าเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 25 และค่าเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 50 นั้นทำให้ภาพผลลัพธ์นั้นไม่มีจุดภาพเกิดขึ้นในภาพ แต่เมื่อเลือกค่าเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 75 ทำให้ได้ภาพที่มีจุดภาพเกิดขึ้นในภาพ

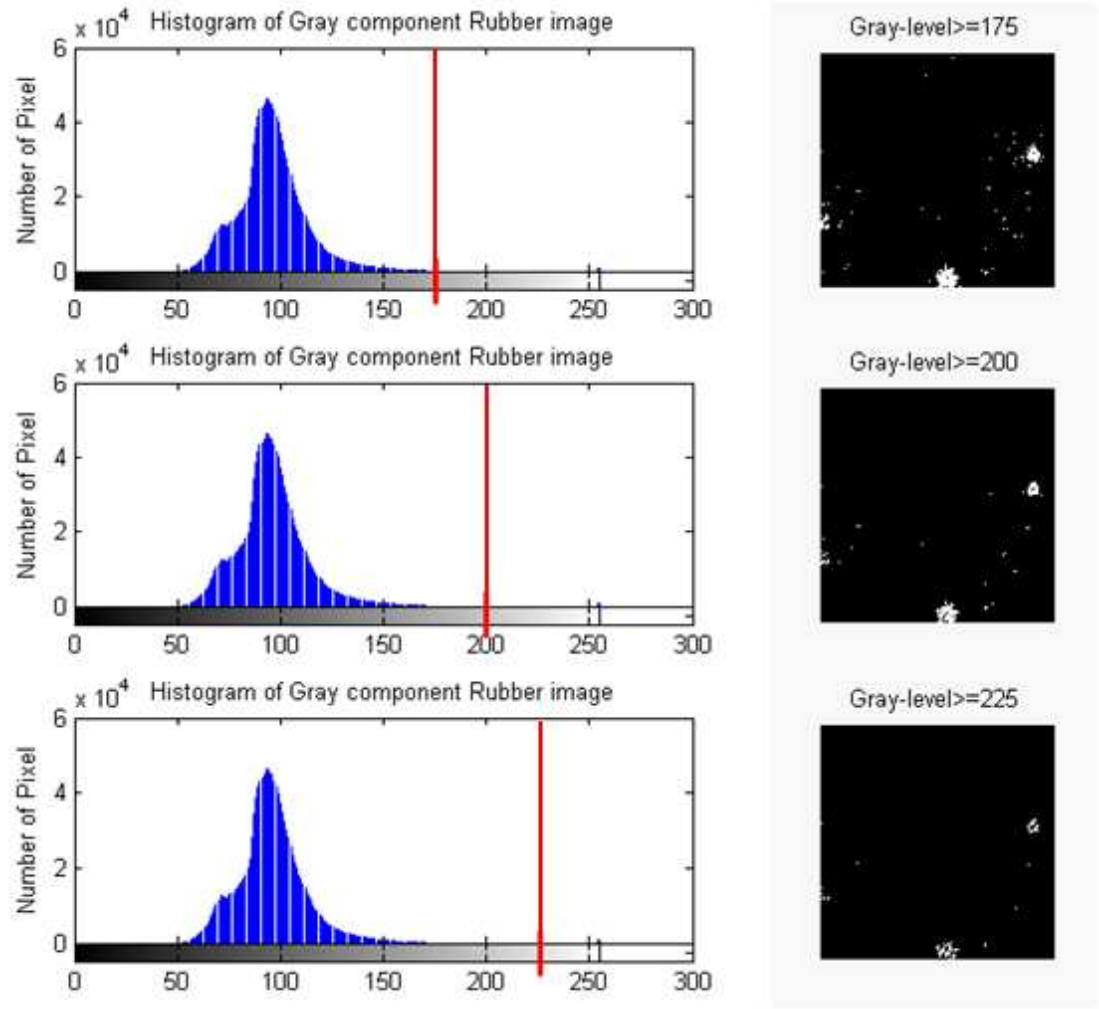
ผลทดสอบที่ 2.2 : การประมวลผลภาพโดยการเลือกค่าเกณฑ์คงที่ (ระดับค่าสีเท่ากับ 100, 125 และ150)




**ภาพที่ 2.64** เปรียบเทียบผลการเลือกค่าเกณฑ์จากกราฟฮีสโตแกรม (Histogram) ที่เลือกค่าแตกต่างกันและภาพผลลัพธ์ที่ได้ภาพยางดิบภาพสองระดับ (ขาว - ดำ)

หากสังเกตกราฟทางด้านซ้ายและภาพผลลัพธ์การประมวลผลภาพทางด้านขวาในภาพที่ 2.64 เมื่อเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์จากการเลือกค่าเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 100 นั้นทำให้ได้ภาพที่มีจุดภาพเกิดขึ้นมากค่อนข้างมาก แต่ไม่สามารถระบุส่วนที่บริเวณที่เป็นราขาวและฟองยางที่เกิดขึ้นบนภาพได้อย่างแน่ชัดซึ่งภาพผลลัพธ์นั้นเห็นจุดภาพที่ต้องการมากกว่าการเลือกค่าเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 125 และ150 นั้นทำให้ภาพผลลัพธ์นั้นจุดภาพเกิดขึ้นในภาพปริมาณค่อนข้างน้อย

ผลทดสอบที่ 2.3 : การประมวลผลภาพโดยการเลือกค่าเกณฑ์คงที่ (ระดับค่าสี 175, 200 และ 225)




**ภาพที่ 2.65** เปรียบเทียบผลการเลือกค่าเกณฑ์จากกราฟฮีสโตแกรมและภาพผลลัพธ์สองระดับ

จากผลการทดสอบภาพในเบื้องต้นนั้นพอจะสรุปหลักการและแนวคิดเทคนิคค่าเกณฑ์นั้นทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้นซึ่งมีหลายข้อดังนี้

1. เลือกระดับค่าสีต่ำเกินไปไม่เห็นจุดภาพหรือบริเวณที่สนใจ
2. เลือกระดับค่าสีสูงเกินไป ส่วนที่สนใจขาดหายไปไม่สมบรูณ์
3. เลือกระดับค่าสีช่วงตรงกลางนั้นภาพดีขึ้นเด่นชัด แต่หาค่าที่เหมาะสมนั้นยาก

**2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

เพื่อที่จะค้นคว้าข้อมูลทางวิชาการที่เป็นเอกสารงานวิจัยและวิทยานิพนธ์รวมทั้งบทความทางวิชาการภายในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิธีการประมวลผลภาพในการตรวจสอบ ตรวจหาบริเวณที่สนใจ หาจำนวน ซึ่งการจะทำเช่นนั้นได้ต้องมีกระบวนการวิเคราะห์ภาพเพื่อระบุขอบเขตบริเวณหรือพื้นที่เราสนใจในภาพให้ได้เสียก่อน จึงจำเป็นต้องทำการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่มีการรวบรวมผลงานจำนวนมากและข้อมูลเอกสารน่าเชื่อถือ

จึงทำการสืบค้นข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ตโดยการเข้าถึงข้อมูลของฐานข้อมูลแหล่งสืบค้นขนาดใหญ่ที่รวบรวมห้องสมุดมหาวิทยาลัยและสถาบันอุดมศึกษาทั้ง 24 แห่ง มหาวิทยาลัยราชภัฏ 41 แห่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 9 แห่ง มหาวิทยาลัยสงฆ์ 2 แห่ง และสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน เป็นการรวบรวมเครือข่ายห้องสมุดมหาวิทยาลัยไทยที่เรียกว่า “เครือข่าย ThaiLIS” (ThaiLIS-Thai Library Integrated System) ซึ่งเป็นโครงการพัฒนาเครือข่ายระบบห้องสมุดในประเทศไทย (ThaiLIS) ดำเนินการเชื่อมโยงเครือข่ายห้องสมุดมหาวิทยาลัยส่วนกลาง (Thai Library Network - Metropolitan : Thailinet) เครือข่ายห้องสมุดมหาวิทยาลัยส่วนภูมิภาค (Provincial University Library Network : Pulinet) และสำนักงานปลัดทบวงมหาวิทยาลัย สำหรับเป้าหมายนั้นทำเพื่อให้บริการสืบค้นฐานข้อมูลเอกสารฉบับเต็ม ซึ่งเป็นเอกสารฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ รายงานการวิจัยของอาจารย์ รวบรวมจากมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั่วประเทศ นับว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์ในการสืบค้นและข้อมูลมีความน่าเชื่อได้ว่าข้อมูลนั้นผ่านการคัดกรองเป็นที่ยอมรับในระดับประเทศข้อมูลเชื่อถือได้

สำหรับการสืบค้นนั้นเนื่องจากตัวเนื้องานนั้นมีความเกี่ยวข้องกับการประมวลภาพเทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อจะช่วยให้สามารถใช้ภาพยางแผ่นในการคัดเกรดแผ่นยางโดยการใช้ภาพแผ่นยางซึ่งต้องทำการวิเคราะห์ภาพ สำหรับศาสตร์ทางด้านการประมวลผลภาพนั้นมีความเกี่ยวข้องกับการนำไปประยุกต์ใช้หลายๆ ลักษณะ จึงต้องอาศัยการสืบค้นที่โดยใช้คำเพื่อสืบค้นผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้องและใกล้เคียงกับงานที่สนใจและต้องการ โดยใช้คำสำคัญในการช่วยสืบค้นและผลของการสืบค้นนั้นเป็นดังตารางที่ สำหรับการสืบค้นในฐานข้อมูล ThaiLis และ TDC พบข้อมูลหลายรายการเลือกกำหนดการสืบค้นเลือกแหล่งข้อมูลเลือกแบบ “ทุกมหาวิทยาลัย/สถาบัน” และทุกอย่างที่เป็นเอกสารจึงเลือกแบบ “ชนิดเอกสาร” ซึ่งสืบค้นทุกรวบทุกผลงานที่เป็นเอกสารในที่นี้หมายถึงเอกสารงานวิจัยเอกสารวิทยานิพนธ์และบทความวิชาการ

**ตารางที่ 2.12** คำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้นและจำนวนรายการที่พบเอกสาร*

| ลำดับ | คำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้น | จำนวนรายการที่พบเอกสาร |
|---|---|---|
| 1 | การประมวลผลภาพ | 55 |
| 2 | เทคนิคการประมวลผลภาพ | 14 |
| 3 | การวิเคราะห์ภาพ | 26 |
| 4 | การตรวจสอบลาย | 6 |
| 5 | Image processing | 33 |
| 6 | Image Anaiysis | 9 |
| 7 | Digital image processing | 6 |
| 8 | Adaptive Threshold | 1 |

**หมายเหตุ.** **หมายถึง อาจมีข้อมูลที่เกิดซ้ำกันจากการใช้คำสืบค้นเดียวกัน*

จากข้อมูลขั้นต้นทำให้เราทราบว่าการประมวลผลภาพนั้นถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลายลักษณะด้วยกันยกตัวอย่างเช่น การวิจัยเรื่องการตรวจสอบลายนิ้วมือ การจำแนกชั้นของเนื้อมะพร้าวน้ำหอมอ่อนด้วยวิธีการประมวลผลภาพจากภายนอกผล การประยุกต์การประมวลผลภาพสำรวจแนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีถึงจังหวัดนราธิวาส การตรวจสอบความสูงรอยนูนจากการบัดกรีในชิ้นส่วนฟลิบชิบโดยใช้การประมวลผลภาพ การวิเคราะห์ความแก่ของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ก้านผล การศึกษาการวัดความหยาบผิวไม้ยางพาราแปรรูปโดยวิธีการประมวลผลภาพ ระบบการตรวจจับรอยแตกร้าวของแท่งอลูมิเนียมด้วยการประมวลผลภาพ การปรับปรุงภาพเอกสารที่บกพร่องเนื่องจากราโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ ART เป็นต้น ซึ่งจากรายชื่อผลงานจากฐานข้อมูลนั้นทำให้เราเห็นได้ชัดว่า ศาสตร์ทางด้านการประมวลภาพนั้นสามารถนำไปใช้งานได้หลายลักษณะจริงๆ อาจทำให้เราสามารถแนวคิดนำมาประยุกต์ใช้งานได้สำหรับผู้ที่สนใจงานในลักษณะนี้

อย่างไรก็ตามในผลการสืบค้นดังกล่าวนั้นทำให้เห็นข้อเท็จจริงบางอย่างที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลการสืบข้อมูลซึ่งการหางานเอกสารอ้างอิง เพื่อที่นำแนวคิดและหลักการจากผลงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตจากฐานข้อมูลระดับประเทศที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารจำนวนมากและจากหลายแหล่งอยู่ในประเทศไทย การจะหาผลงานที่เกี่ยวข้องโดยทางตรงเพื่อนำใช้กับการสร้าง

ผลงานวิทยานิพนธ์เล่มนี้ซึ่งเกี่ยวข้องการประมวลผลภาพ ภาพแผ่นยางดิบ เทคนิคการประมวลผลภาพ การวิเคราะห์ภาพนั้นค่อยข้างยากซึ่งอาจจะดูได้จากผลการสืบค้นที่มีจำนวนค่อนข้างน้อยซึ่งจากการสืบค้นนั้นพบว่าผลงานเอกสารวิชาการเป็นดังตารางที่ 2.13

**ตารางที่ 2.13** ผลงานเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพแผ่นยางดิบ

| ลำดับ | รายละเอียด | ปีการศึกษา |
|---|---|---|
| | วิทยานิพนธ์และการศึกษาปัญหาวิจัย | |
| 1 | ระบบคัดแยกคุณภาพแผ่นยางพาราโดยการประมวลผลภาพ<br>โดย : ปรัชญา บำรุงกุล<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ | 2550 |
| 2 | การตรวจสอบราขาวและฟองอากาศบนผิวและในเนื้อหายางแผ่นโดยการใช้วิธีการประมวลผลภาพ<br>โดย : สิทธิโชค อุ่นแก้ว<br>มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2549 |
| 3 | การตรวจสอบลายและสิ่งสกปรกบนผิวและในเนื้อยางแผ่น<br>โดย : สันติ สถิตวรรธนะ<br>มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2548 |
| | บทความวิชาการ *(เพิ่มเติม)* | |
| 4 | การตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นโดยวิธีการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคค่าขีดเริ่มเปลี่ยนคุณลักษณะของสี<br>โดย :สิทธิโชค อุ่นแก้ว และธเนศ เคารพาพงศ์<br>*บทความการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ) 29EECON- (29* | 2549 |
| 5 | การหาขอบภาพลายยางแผ่นด้วยการประมวลผลภาพ<br>โดย : สันติ สถิตวรรธนะ<br>*(มอ. บทความวิชาการ 162- 165)* | 2547 |
| 6 | การตรวจสอบลายยางแผ่นด้วยวิธีการประมวลผลภาพ<br>โดย :สิทธิโชค อุ่นแก้ว และธเนศ เคารพาพงศ์<br>*(NCSEC2003)* | 2546 |

ข้อมูลในตารางที่ 2.13 ทำให้เห็นถึงจำนวนผลงานทางวิชาการซึ่งมีจำนวนผู้ที่สนใจและจำนวนผลงานที่ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับการสืบค้นฐานข้อมูลการสืบค้นที่มีการรวมผลงานเอกสารจำนวนมาก หากผลการสืบค้นที่เกี่ยวข้องโดยตรงดังตารางดังกล่าวนั้นเป็นจริง แสดงว่ามีผู้สนใจที่เห็นถึงความสำคัญของการวิเคราะห์ภาพยางนั้นเป็นปัญหาที่น่าสนใจและยังแสดงถึงแนวคิดหรือแนวทางแก้ไขปัญหารวมถึงวิธีการที่กระบวนการนั้นสามารถจะนำใช้ช่วยวิเคราะห์ภาพยางที่เป็นไปได้ด้วยเช่นกัน จากข้อมูลแสดงให้เห็นถึงโอกาสและความเป็นไปได้นั้นทำให้น่าศึกษาและค้นคว้าต่อเพื่อที่จะนำแนวคิดมาต่อยอดงานวิจัยต่อไปหรือนำหลักการมาปรับปรุงเพิ่มเติม

และในทางกลับกันอาจทำให้เห็นถึงว่าการวิเคราะห์ภาพยางนั้นเป็นงานที่ค่อนข้างยากด้วยเช่นกัน ดังนั้นแนวทางการวิจัยอาจจะต้นเริ่มจากการแนวคิดขั้นพื้นฐานที่เป็นไปได้ไม่ซับซ้อนแต่สามารถทำให้คอมพิวเตอร์หรือหน่วยประมวลสามารถที่จะทำการวิเคราะห์ภาพได้โดยไม่ต้องพยายามตัดเงื่อนไขและข้อจำกัดหรือเหตุการณ์ที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นในภาพยางตัวอย่างที่เข้าทำการคัดเกรดได้น้อย ให้ความสำคัญและมุ่งสนใจที่ภาพยางตัวอย่าง วิธีการหรือกระบวนการที่มีขั้นตอนชัดเจนและได้ผลลัพธ์ที่เป็นในทางบวกและค่อยมาสนใจปรับปรุงกระบวนการเพิ่มเติมนั้นคือภาพผลลัพธ์ที่ทำให้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ประมวลผลภาพง่ายเป็นไปได้จริงในทางปฏิบัตินั้นกระบวนการไม่ซับซ้อน คอมพิวเตอร์ต้องสร้างเงื่อนไขในการตัดสินใจซึ่งสามารถอ้างอิงด้วยตัวเลขได้เพียงอย่างเดียวและตัวแปรที่แทนด้วยสัญลักษณ์ตัวอักษรรวมทั้งเขียนโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ผลซึ่งหลังจากการประมวลผลจะได้ผลลัพธ์ที่ต้องการนั้นเอง

การศึกษาปัญหาวิจัยหัวข้อเรื่อง“ระบบคัดแยกคุณภาพแผ่นยางพาราโดยการประมวลผลภาพ” โดยนายปรัชญา บำรุงกุล (2550) นั้นการคัดเกรดยางโดยใช้การหาลักษณะเด่นในการคัดเกรด ซึ่งในที่นี้คือความใสและปริมาณจุดด่างที่เกิดจากราโดยสร้างระบบที่มีหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างด้านล่างแล้วใช้กล้องถ่ายรูปการเก็บภาพแผ่นยางจากด้านบน โดยที่มีแสงส่องผ่านแผ่นยางซึ่งในการทดสอบระบบมีการเตรียมยางแผ่นตามมาตรฐาน 4 เกรด คือ A, B, C และD อย่างละ 25 แผ่นรวมทั้งสิ้น 100 แผ่น ใช้วิธีการสุ่มภาพยางแต่ละเกรดอย่างละ 10 ภาพ ผ่านกระบวนการประมวลผลภาพ โดยเริ่มจากแปลงภาพยางแผ่นเป็นภาพสีระดับเทาจากนั้นผ่านการกรองเพื่อปรับปรุงภาพ จากนั้นหาค่าขีดเริ่มเพื่อใช้แปลงเป็นภาพสองระดับที่เรียกว่า “ภาพขาวดำ” จะนั้นทำการประมวลผลภาพ ทำการหาค่าเฉลี่ยความใสซึ่งในที่นี้คือพื้นที่จุดภาพสีขาวและค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดภาพที่เกิดเป็นจุดภาพสีดำและซึ่งจะใช้ค่านั้นเป็นเกณฑ์ในการคัดเกรดยางด้วยการประมวลผลภาพของแต่ละเกรด สุดท้ายทำการหาค่าร้อยละของความถูกต้องของแต่ละเกรด

จากนั้นทำการรวมค่าร้อยละทั้งหมดซึ่งการนำเสนอวิธีนี้คัดแยกถูกต้อง 89 % จากนำภาพเข้าทดสอบ 100 ภาพ

วิทยานิพนธ์หัวข้อเรื่อง “การตรวจสอบราขาวและฟองอากาศบนผิวและในเนื้อหายางแผ่นโดยการใช้วิธีการประมวลผลภาพ” โดยนายสิทธิโชค อุ่นแก้ว (2550) ซึ่งทำกระบวนการที่ 1 คือการตรวจสอบราขาวโดยใช้แนวคิดหาพื้นที่จากจุดภาพของกลุ่มราขาวจัดกลุ่มจุดภาพแบบค่าขีดเริ่มเปลี่ยนคุณลักษณะของสีในระบบสีแบบ RGB ผลการทดสอบการหากลุ่มของปริมาณพื้นที่จุดภาพราขาว กระบวนการที่ 2 คือการหาฟองอากาศบนผิวเนื้อยางโดยใช้การแยกลักษณะเด่นของเส้นรูปร่างโดยการใช้ฮัฟทรานส์แปลงภาพ และเปรียบเทียบเปรียบเทียบค่าสีจุดภาพในเส้นรูปร่างในระบบสี HSV เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการตรวจสอบด้วยสายตาโดยนักวิชาการด้านการเกษตรผลการ ถูกต้อง 100% และเวลาในการประมวลผลภาพต่อหนึ่งภาพ ดังสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.14

**ตารางที่ 2.14** ผลการวัดประสิทธิภาพในการตรวจสอบราขาวและฟองอากาศ

| | การตรวจสอบราขาว | | | | การตรวจสอบฟองอากาศ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การวัดประสิทธิภาพ | ความถูกต้อง (%) | | เวลาในการประมวลผลต่อหนึ่งภาพ | | ความถูกต้อง(%) | | เวลาในการประมวลผลต่อหนึ่งภาพ | |
| รูปแบบ | 1 | 2 | 1 | 2 | A | B | A | B |
| คอมพิวเตอร์ | 100 | | 1.92 | | 70.07 | 91.09 | 0.28 | 0.35 |
| นักวิชาการ | 97.73 | 100 | 2.45 | 1.91 | 100 | 100 | 7.84 | 4.47 |
| เกษตรกร | 96.21 | 100 | 2.62 | 2.13 | | | | |

1 หมายถึงการทดสอบแบบที่ 1ใช้สายตาเพียงอย่างเดียว

2 หมายถึงการทดสอบแบบที่ 2 ใช้สายตาร่วมกับประสาทสัมผัส

A หมายถึงการแยกลักษณะเด่นด้วยรหัสลูกโซ่แล้วจับคู่กับต้นฉบับ

B หมายถึงการแยกลักษณะเด่นด้วยการแปลงฮัฟ ค่าฮีสโตแกรมและค่าสีภายในเส้นรูปร่างในระบบสี HSV

วิทยานิพนธ์หัวข้อเรื่อง “การตรวจสอบลายและสิ่งสกปรกบนผิวและในเนื้อยางแผ่น” โดยนายสันติ สถิตวรรธนะ (2548) นั้นหาขอบภาพโดยใช้วิธีการ Canny ทำการแบ่งภาพออกเป็นส่วนแล้วหาเกณฑ์ที่จะใช้ในการเปรียบเทียบโดยหากพบว่าหากนับจำนวนเส้นที่เกิดในภาพมีค่ามากกว่านเกณฑ์ให้ถือว่าเป็นภาพดีสม่ำเสมอ ใช้วิธีการเปรียบเทียบกับเกณฑ์เช่นเดียวกับการตรวจสอบสิ่งสกปรกแต่ในขั้นตอนการเตรียมภาพนั้นมีการสร้างระบบการถ่ายภาพที่มีการใช้แสงสว่างผ่านทางด้านล่าง แล้วจึงค่อยนำภาพสู่การประมวลผลด้วยการประมวลผลภาพ สำหรับการตรวจหาราขาวนั้นใช้การเตรียมภาพแยกข้อมูลโดยใช้ค่าขีดเริ่มใช้วิธีการ Unsharp filter บทสรุปของการวัดประสิทธิภาพด้วยสายตาจากผู้เชี่ยวชาญนั้นอยู่ในเกณฑ์พอใช้สำหรับการตรวจสอบลายยางและฟองอากาศ แต่การตรวจราขาวและสิ่งสกปรกนั้นอยู่ในเกณฑ์ดีการผลอยู่ในระดับดี

บทความทางวิชาการเรื่อง “การตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นโดยวิธีการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคค่าขีดเริ่มเปลี่ยนคุณลักษณะของสี” (EECON-29,2549) โดยนายสิทธิโชค อุ่นแก้ว และธเนศ เคารพาพงศ์ (2549) เขาพบว่าการตรวจสอบด้วยมนุษย์ขาดความเที่ยงตรงนำตัวอย่างข้อมูลทางสถิติของซึ่งเป็นค่าข้อมูลจุดภาพสีซึ่งเป็นข้อมูลทางสถิติโดยทำการเก็บเพื่อใช้ในหาค่าเฉลี่ยจุดภาพสี สำหรับการทดสอบนั้นต้องทำการเตรียมสภาวะแวดล้อมให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน เนื่องอุปสรรคที่พบนั้นคือความแตกต่างกันทั้งของลักษณะยางและสีของเนื้อยางนำมาแยกองค์ประกอบภาพสี RGB นำมาแบ่งจุดภาพและเพื่อวัดปริมาณของราขาวจำแนกถูกต้องประมาณ 98.7%

บทสรุปผลงานวิจัยและบทความวิชาการที่สืบค้นโดยทางตรงซึ่งเกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพยางแผ่นทั้งสิ้นซึ่งพบว่าแนวคิดและมีวิธีการที่หลากหลายที่จะทำให้สามารถใช้การประมวลภาพเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลภาพซึ่งพบข้อสังเกตหลายข้อดังนี้

ข้อ 1 ภาพยางแผ่นมักถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของภาพสีระดับเทา (Gray-Scale) ก่อนอาจเป็นการทำให้ประมวลผลได้งานเวลาเข้าสู่กระบวนการหรือขั้นตอนต่อไป และสุดท้ายก่อนที่จะได้ผลลัพธ์ภาพยางแผ่นนั้นมักถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของภาพขาวดำเพื่อนับจำนวนจุดภาพซึ่งถูกใช้เป็นวิธีการในการหาพื้นที่

ข้อ 2 เนื่องจากอุปสรรคภาพยางแผ่นนั้นมีหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นเรื่องความแตกต่างของสีและลักษณะของลายยาง โทนสีและความไม่สม่ำเสมอของสีทำให้ต้องให้ผู้วิจัยมักต้องใช้ค่าเฉลี่ยทางสถิติมาเป็นเกณฑ์ในการวัดและเปรียบเทียบค่าสีของจุดภาพ การหาค่าที่ใช้เป็นเกณฑ์หรือตัวแทนการใช้สุ่มค่าข้อมูลเพื่อทางสร้างข้อมูลทางสถิติ ซึ่งมีหลากหลายวิธีซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ข้อ 3 เกณฑ์การใช้ทดสอบและวัดประสิทธิภาพของการใช้วิธีการตรวจหาสิ่งที่สนใจนั้น มีทั้งวิธีการที่มีระบบระเบียบแบบแผน มีลำดับขั้นตอนของการกระบวนการและที่มาที่มีการเตรียมข้อมูลไว้ก่อนเพื่อใช้ในการวัดผลเปรียบเทียบ จนถึงการใช้ประสาทตาใช้การประเมินจากการสังเกตผลลัพธ์ว่าถูกต้องมากน้อยอยู่ในเกณฑ์ความพอใจระดับไหนกับการเห็นภาพผลลัพธ์เปรียบเทียบกับต้นฉบับ จึงทำให้เห็นได้ว่าตามนุษย์มีประสิทธิภาพที่จะใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องได้

**2.5 สรุป**

สรุปเนื้อความในบทนี้นั้นได้กล่าวทั้งวิธีการคัดเกรดยางในปัจจุบัน มาตรฐานที่ใช้ประเมิน ของผู้ประเมินวิธีการสังเกต ที่ผู้ประเมินนั้นสังเกตซึ่งสามารถนำไปใช้และทำให้สามารถตั้งสมมุติฐานในการวิจัยวิธีการเดียวกับผู้ประเมิน จากลักษณะเด่นต่างๆ เช่น ราสีขาวฟองยางที่มีสีค่อนข้างขาวบนแผ่นยาง สิ่งสกปรกที่ปะปนนั้นมีสีดำ ลายยางนั้นเป็นลายที่มีลักษณะที่เป็นรูปเหมือนกัน

เทคนิคการประมวลผลภาพถูกนำมาใช้วิเคราะห์ภาพเพื่อหาส่วนประกอบในภาพที่เราสนใจ เทคนิคที่นำมาใช้ในการประมวลผลภาพนั้นมีความหลากหลายวิธีเพื่อแล้วแต่ว่าจะเลือกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาในการวิเคราะห์ภาพอาจได้ผลดีและอาจจะมีวิธีการที่ดีกว่าขึ้นอยู่กับเงื่อนไขซึ่งข้อมูลภาพนั้นสามารถนำมาเขียนกราฟฮีสโตแกรมและสามารถเลือกค่าเกณฑ์เพื่อใช้ในการประมวลผลภาพให้อยู่ในภาพแบบขาว-ดำ หรือที่เราเรียกว่า ภาพสองระดับซึ่งภาพในลักษณะนี้นั้นสะดวกในการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตามการเลือกค่าเกณฑ์ที่เราเรียกว่า “Threshold” ช่วยทำให้สามารถทำให้ภาพชัดขึ้นก็จริงแต่เราจะพบปัญหาว่าเราจะเลือกค่าอย่างไรให้เหมาะสมกับภาพหรือเราจะมีกระบวนการขั้นตอนในการประมวลผลภาพอย่างไรเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาที่เราต้องการได้ดี ค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมทำให้สามารถนำเสนอเทคนิคในประมวลผลภาพแผ่นยางดิบในเบื้องต้นก่อนจะนำภาพไปใช้ในขั้นตอนคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบแทนการคัดเกรดแผ่นยางดิบซึ่งเป็นการใช้เพียงภาพแผ่นยางดิบตัวแทนแผ่นยางดิบมาประมวลผล สำหรับวิธีการที่จะใช้ในการประมวลผลภาพนั้นสามารถนำภาพผลลัพธ์หลังการประมวลผลภาพมาใช้การเปรียบเทียบต้นฉบับกับตาคนซึ่งน่าจะเหมาะสมกับงานวิทยานิพนธ์นี้การตรวจสอบซึ่งกระบวนการและขั้นตอนของเทคนิคที่นำเสนอนั้นจะนำเสนอในบทที่ 3 โดยกล่าวถึงระเบียบวิธีการวิจัยซึ่งจะอยู่ในบทต่อไป