

บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย

ในส่วนของการขั้นตอนการดำเนินงาน จะกล่าวถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการแสดงความเปรียบเทียบของภาพ ตลอดจนขั้นตอนการดำเนินงาน เริ่มต้นจากการออกแบบกระบวนการเก็บภาพลายนิ้วมือแฝง การศึกษาปัจจัยต่างๆ ในการเก็บภาพลายนิ้วมือแฝง การวิเคราะห์และประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัล สุดท้ายแสดงผลความเปรียบเทียบในลักษณะกราฟความเข้มของภาพที่แต่ละตำแหน่ง

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- กระดาษอัดรูป (Photographic printing paper), Fujicolor รุ่น Crystal Archive paper
- ฟิลเตอร์โพลาไรซ์แบบวงกลม (circular polarizing filter), Hoya รุ่น Slim frame
- หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 26 วัตต์ (compact fluorescent light blub), Bioblub รุ่น Dimmer-D26
- หลอดไฟสีน้ำเงิน แดง เหลือง เขียว 5 วัตต์, Nationine
- กล้องถ่ายรูปดิจิทัล Digital single-lens reflex camera), Nikon รุ่น D3000
- เครื่องออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์ (optical power meter), Newport รุ่น Model 1830-C)
- กระดาษไขเขียนแบบ (semitransparent paper)
- ขาดังกล้อง
- ฮีเลียม-นีออนเลเซอร์ (He-Ne laser)
- อุปกรณ์หรี่ไฟ (dimmer switch)
- โคมไฟ
- แผ่นพลาสติก
- Optical Breadboard

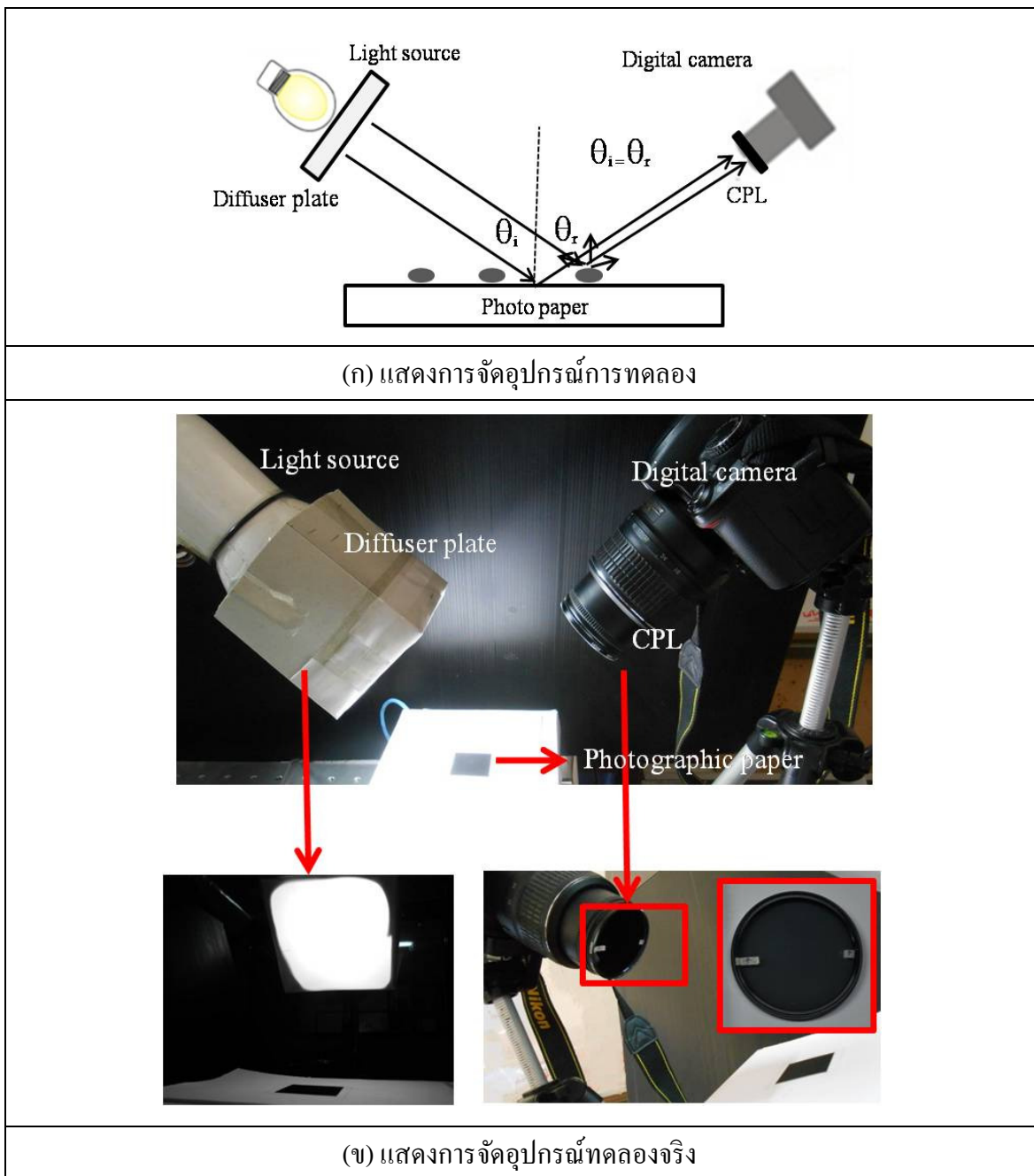
3.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

- MATLAB Version R2010a
- GelQuest Version 3.0.7 (ดาวน์โหลดที่ <http://www.sequentix.de/gelquest>)

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 ออกแบบวิธีถ่ายภาพลายนิ้วมือแฝง

ในการจัดอุปกรณ์การถ่ายภาพลายนิ้วมือแฝงแบบไม่สัมผัส โดยอาศัยหลักการสะท้อนแบบสเปกคูลา และมีโพลาไรเซชันเป็นหลักการพื้นฐาน สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ มุมที่ตกกระทบจะต้องเท่ากับมุมสะท้อน ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบและจัดชุดอุปกรณ์การทดลองพื้นฐานให้สามารถปรับมุมได้



รูปที่ 3.1 แสดงการจัดชุดอุปกรณ์พื้นฐานเพื่อถ่ายภาพลายนิ้วมือแฝง

จากรูปที่ 3.1 ให้แสงขาวจากหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงผ่าน diffuser plate หรือแผ่นตัดเงา ในการทดลองนี้ใช้กระดาษไขเขียนแบบหุ้มกล่องสี่เหลี่ยมสวมทับปิดด้านหน้าหลอดไฟ เพื่อตัดเงาของหลอดไฟที่จะตกกระทบลงบนบริเวณพื้นผิวที่มีรอยนิ้วมือแฝงอยู่ และใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่มีฟิลเตอร์โพลาไรซ์แบบวงกลมวางด้านหน้ากล้องในการถ่ายภาพและจัดเก็บไฟล์ข้อมูลดิจิทัลสำหรับการประมวลผลภาพต่อไป ปรับมุมตกกระทบและมุมสะท้อนที่ทำการศึกษาค้นคว้าที่ต้องการด้วยแผ่นพลาสติกที่ตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุมขนาดต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลภาพถ่ายตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับลายนิ้วมือแฝงต่อไป ตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงที่ใช้ในการศึกษาจะใช้ลายนิ้วมือจากนิ้วชี้ด้านขวา จำลองรอยนิ้วมือแฝงลงบนพื้นผิวตัวอย่างขนาด 3×3 เซนติเมตร ในที่นี้ใช้กระดาษอัดรูปชนิดมันที่มีคุณสมบัติสะท้อนภาพได้ดีกว่าชนิดด้านและลายนิ้วมือสามารถคงสภาพอยู่ได้ตลอดเวลาที่ทำการถ่ายภาพ เห็นรอยนิ้วมือชัดเจนไม่มีการซีบหายไปของสารบนรอยนิ้วมือ และสามารถทราบถึงคุณสมบัติของกระดาษอัดรูปยี่ห้อที่เลือกใช้ และสามารถกำหนดค่าสีได้ โดยก่อนที่จะทำการจำลองรอยนิ้วมือนั้นจะทำการล้างมือให้สะอาดก่อน จากนั้นกดนิ้วมือลงบนกระดาษอัดรูป เลือกรอยนิ้วมือที่มีการสะสมของสารบนรอยนิ้วมือที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นรอยนิ้วมือที่ไม่หนาเกินไปและไม่บางเกินไปมาใช้ในการทดลอง ทำการถ่ายภาพลายนิ้วมือภายในวันเดียวกันและเก็บกระดาษอัดรูปที่ใช้ในการทดลองในถุงพลาสติกที่ปราศจากฝุ่น ในส่วนของการปรับสีพื้นกระดาษอัดรูปได้ทำการกำหนดค่าที่แน่นอนจากคอมพิวเตอร์ในโหมด RGB โดยกำหนดค่าของสีหลัก 3 สี คือ แดง เขียว น้ำเงิน ให้มีค่าดังตารางที่ 3.1

หมายเหตุ ในส่วนของการใช้ฟิลเตอร์โพลาไรซ์แบบวงกลมหน้ากล้องถ่ายภาพดิจิทัล ได้ทำการศึกษาคู่สมบัติของฟิลเตอร์โพลาไรซ์แบบวงกลมในภาคผนวก ก

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าหลัก 3 สีของสีพื้นกระดาษอัดรูป

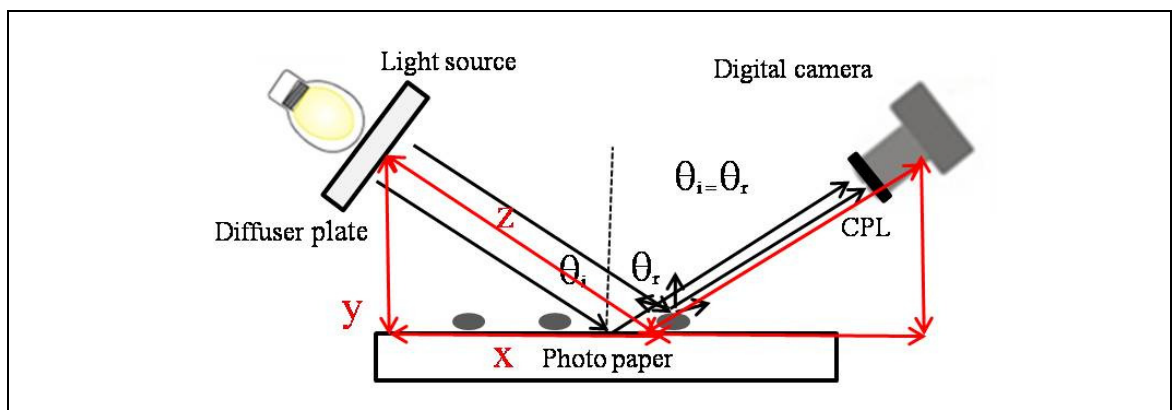
Color	Level of RGB (Red Green Blue)		
Black	0	0	0
White	255	255	255
Red	255	0	0
Green	0	255	0
Blue	0	0	255

3.3.2 กำหนดตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการศึกษากาการถ่ายภาพลายนิ้วมือแฝง

ตัวแปรที่จะทำการศึกษามี 5 ตัวแปร ได้แก่

- มุมตกกระทบที่แตกต่างกัน
- การมีและไม่มีฟิลเตอร์โพลาไรซ์แบบวงกลมภายใต้แสงขาว
- สีพื้นแตกต่างกัน ภายใต้แสงขาว
- แสงขาวภายใต้กำลังแสงต่างกัน
- สีของแหล่งกำเนิดแสงที่ตกกระทบแตกต่างกัน

ตัวแปรที่ 1 มุมตกกระทบที่แตกต่างกัน 30, 45, 75 องศา จัดชุดอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.2 โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงขาวจากหลอดไฟฟลูออโรสเคินส์ที่มีความเข้มแสงเท่ากัน โดยวัดกำลังแสงบริเวณตรงกลางด้านหน้าแผ่นตัดเงาด้วยเครื่องออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์ ในที่นี้ใช้ความเข้มแสงขนาด 0.500 ไมโครวัตต์ ทำมุมตกกระทบ 30, 45, 75 องศาจากเส้นปกติที่ตั้งฉากกับพื้นผิว ห่างจากพื้นผิวกระดาษอัดรูปสีดำที่มีรอยนิ้วมือแฝงระยะทางตามแนวแกน z อยู่ประมาณ 20 เซนติเมตรวัดจากบริเวณขอบด้านหน้าของหลอดไฟ ติดตั้งกล้องถ่ายรูปด้านตรงข้ามทำมุมเท่ากับมุมตกกระทบที่ระยะห่างจากพื้นผิวกระดาษอัดรูปไปยังขอบด้านบนของกระบอกเลนส์ระยะทางตามแนวแกน z อยู่ประมาณ 20 เซนติเมตรเช่นเดียวกัน ปรับมุมตกกระทบและมุมสะท้อนด้วยแผ่นพลาสติกที่วางตัวในแนวแกน z ขนานกับหลอดไฟและกระบอกเลนส์ ในการศึกษาตัวแปรที่ 1 บริเวณด้านหน้ากล้องจะไม่มีฟิลเตอร์โพลาไรซ์แบบวงกลม



รูปที่ 3.2 แสดงการจัดระยะห่างจากพื้นผิวกระดาษอัดรูปไปยังหลอดไฟและกล้องถ่ายภาพ

ตัวแปรที่ 2 การมีและไม่มีฟิลเตอร์โพลารไรซ์แบบวงกลมภายใต้แสงขาว จัดชุดอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.2 เช่นเดียวกัน โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงขาวจากหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ที่มีความเข้มแสงเท่ากัน โดยวัดกำลังแสงบริเวณตรงกลางด้านหน้าแผ่นตัดเงาด้วยเครื่องออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์ ในที่นี้ใช้ความเข้มแสงขนาด 0.500 ไมโครวัตต์ ทำมุมตกกระทบ 45 องศาจากเส้นปกติที่ตั้งฉากกับพื้นผิว ห่างจากพื้นผิวกระดาษอัดรูปสีดำที่มีรอยนิ้วมือแผ่ระยะทางตามแนวแกน z อยู่ประมาณ 20 เซนติเมตรวัดจากบริเวณขอบด้านหน้าของหลอดไฟ ติดตั้งกล้องถ่ายภาพด้านตรงข้ามทำมุมเท่ากับมุมตกกระทบที่ระยะห่างจากพื้นผิวกระดาษอัดรูปไปยังขอบด้านบนของกระบอกเลนส์ระยะทางตามแนวแกน z อยู่ประมาณ 20 เซนติเมตรเช่นเดียวกัน ปรับมุมตกกระทบและมุมสะท้อนด้วยแผ่นพลาสติกสามเหลี่ยมมุมฉากที่วางตัวในแนวแกน z ขนานกับหลอดไฟและกระบอกเลนส์ ทำการถ่ายภาพทั้งขณะที่มีและไม่มีฟิลเตอร์โพลารไรซ์แบบวงกลมติดอยู่บริเวณด้านหน้ากล้อง ปรับให้แนวแกนเชิงเส้นของฟิลเตอร์โพลารไรซ์แบบวงกลมวางตัวในแนวขนานกับระนาบของพื้นผิวกระดาษอัดรูปตลอดที่มีการใช้ฟิลเตอร์โพลารไรซ์แบบวงกลม

ตัวแปรที่ 3 สีพื้นแตกต่างกันภายใต้แสงขาว ในที่นี้จะใช้สีพื้นของกระดาษอัดรูปทั้งหมด 5 สี คือ สีดำ สีขาว สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน จัดชุดอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.2 เช่นเดียวกัน โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงขาวจากหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ผ่านแผ่นตัดเงาด้านหน้า ในที่นี้ใช้กำลังแสงขนาด 0.300 ไมโครวัตต์ เมื่อวัดกำลังแสงบริเวณด้านหน้าพื้นผิวของกระดาษอัดรูปด้วยเครื่องออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์ ทำมุมตกกระทบ 45 องศาจากเส้นปกติที่ตั้งฉากกับพื้นผิว ห่างจากพื้นผิวกระดาษอัดรูปที่มีรอยนิ้วมือแผ่ระยะทางตามแนวแกน z อยู่ประมาณ 20 เซนติเมตรวัดจากบริเวณขอบด้านหน้าของหลอดไฟ ติดตั้งกล้องถ่ายภาพด้านตรงข้ามทำมุมเท่ากับมุมตกกระทบที่ระยะห่างจากพื้นผิวกระดาษอัดรูปไปยังขอบด้านบนของกระบอกเลนส์ระยะทางตามแนวแกน z อยู่ประมาณ 20 เซนติเมตรเช่นเดียวกัน ปรับมุมตกกระทบและมุมสะท้อนด้วยแผ่นพลาสติกสามเหลี่ยมมุมฉากที่วางตัวในแนวแกน z ขนานกับหลอดไฟและกระบอกเลนส์ ทำการถ่ายภาพขณะที่มีฟิลเตอร์โพลารไรซ์แบบวงกลมติดอยู่บริเวณด้านหน้ากล้อง ปรับให้แนวแกนเชิงเส้นของฟิลเตอร์โพลารไรซ์แบบวงกลมวางตัวในแนวขนานกับระนาบของพื้นผิวกระดาษอัดรูปตลอดที่มีการใช้ฟิลเตอร์โพลารไรซ์แบบวงกลม

ตัวแปรที่ 4 แสงขาวภายใต้กำลังแสงต่างกัน จัดชุดอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.2 เช่นเดียวกัน โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงขาวจากหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ผ่านแผ่นตัดเงาด้านหน้า ทำมุมตกกระทบ 45 องศาจากเส้นปกติที่ตั้งฉากกับพื้นผิว ห่างจากพื้นผิวกระดาษอัดรูปสีดำที่มีรอยนิ้วมือแฝงระยะทางตามแนวแกน z อยู่ประมาณ 20 เซนติเมตรวัดจากบริเวณขอบด้านหน้าของหลอดไฟ วัดกำลังแสงบริเวณด้านหน้าพื้นผิวของกระดาษอัดรูปด้วยเครื่องออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์ ได้กำลังแสงต่ำสุดและสูงสุดได้เท่ากับ 0.114 และ 0.500 ไมโครวัตต์ ติดตั้งกล้องถ่ายภาพด้านตรงข้ามทำมุมเท่ากับมุมตกกระทบที่ระยะห่างจากพื้นผิวกระดาษอัดรูปไปยังขอบด้านบนของกระบอกเลนส์ระยะทางตามแนวแกน z อยู่ประมาณ 20 เซนติเมตรเช่นเดียวกัน ปรับมุมตกกระทบและมุมสะท้อนด้วยแผ่นพลาสติกสามเหลี่ยมมุมฉากที่วางตัวในแนวแกน z ขนานกับหลอดไฟและกระบอกเลนส์ ทำการถ่ายภาพขณะที่มีฟิลเตอร์โพลาไรซ์แบบวงกลมติดอยู่บริเวณด้านหน้ากล้อง ปรับให้แนวแกนเชิงเส้นของฟิลเตอร์โพลาไรซ์แบบวงกลมวางตัวในแนวขนานกับระนาบของพื้นผิวกระดาษอัดรูปตลอดที่มีการใช้ฟิลเตอร์โพลาไรซ์แบบวงกลม จากนั้นใช้อุปกรณ์หรีไฟในการปรับค่ากำลังแสงที่ตกกระทบลงบนพื้นผิวกระดาษอัดรูปเพิ่มขึ้นครั้งละ 0.100 ไมโครวัตต์และทำการถ่ายภาพ จะได้ภาพถ่ายลายนิ้วมือแฝงที่มีกำลังแสงบริเวณด้านหน้าพื้นผิวของกระดาษอัดรูปที่แตกต่างกันจำนวน 3 ค่า คือ 0.210, 0.310, 0.410 ไมโครวัตต์

ตัวแปรที่ 5 สีของแหล่งกำเนิดแสงที่ตกกระทบแตกต่างกัน ในส่วนนี้เราจะทำการเปลี่ยนสีของแหล่งกำเนิดแสงจากอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่ายนั่นคือ หลอดไฟสีต่างๆ ได้แก่หลอดไฟสีน้ำเงิน แดง เหลือง เขียว ที่กำลังแสงสูงสุดของหลอดไฟแต่ละสี จัดชุดอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.2 เช่นเดียวกัน ทำมุมตกกระทบ 45 องศาจากเส้นปกติที่ตั้งฉากกับพื้นผิว ห่างจากพื้นผิวกระดาษอัดรูปสีดำและสีขาวที่มีรอยนิ้วมือแฝงระยะทางตามแนวแกน z อยู่ประมาณ 20 เซนติเมตรวัดจากบริเวณขอบด้านหน้าของหลอดไฟ วัดกำลังแสงบริเวณด้านหน้าพื้นผิวของกระดาษอัดรูปด้วยเครื่องออปติคัลเพาเวอร์มิเตอร์ของแสงสีน้ำเงิน แดง เหลือง เขียวสูงสุดได้เท่ากับ 2.740, 2.750, 3.870, 2.660 ไมโครวัตต์ตามลำดับ ติดตั้งกล้องถ่ายภาพด้านตรงข้ามทำมุมเท่ากับมุมตกกระทบที่ระยะห่างจากพื้นผิวกระดาษอัดรูปไปยังขอบด้านบนของกระบอกเลนส์ระยะทางตามแนวแกน z อยู่ประมาณ 20 เซนติเมตรเช่นเดียวกัน ปรับมุมตกกระทบและมุมสะท้อนด้วยแผ่นพลาสติกสามเหลี่ยมมุมฉากที่วางตัวในแนวแกน z ขนานกับหลอดไฟและกระบอกเลนส์ ทำการถ่ายภาพขณะที่มีฟิลเตอร์โพลาไรซ์แบบวงกลมติดอยู่บริเวณด้านหน้ากล้อง ปรับให้แนวแกนเชิงเส้นของฟิลเตอร์โพลาไรซ์แบบวงกลมวางตัวในแนวขนานกับ

ระนาบของพื้นผิวกระดาษัธรูปตลอดที่มีการใช้ฟิลเตอร์โพลาไรซ์แบบวงกลม จะได้ภาพถ่าย
ลายนิ้วมือแฝงที่มีสีของแสงที่ตกกระทบแตกต่างกัน

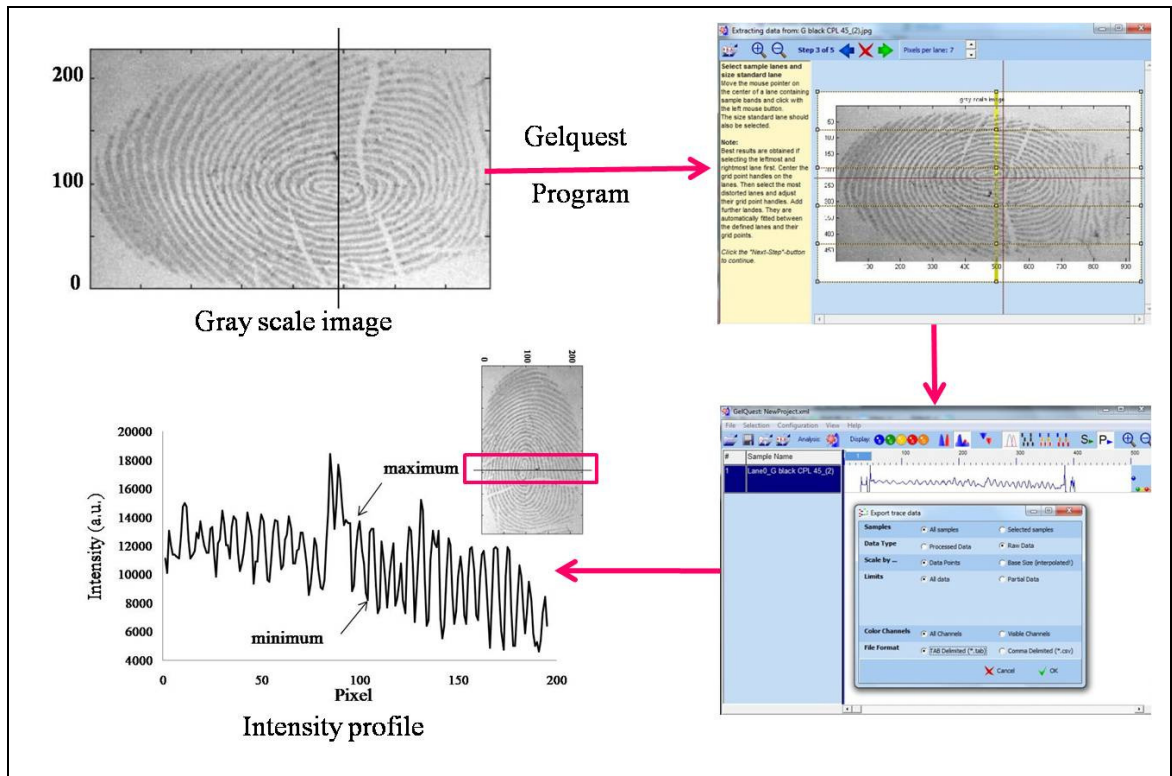
3.3.3 การประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัล

ขั้นตอนในการประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัลนั้น เมื่อได้ภาพถ่ายลายนิ้วมือแฟงมาแล้วทำการตัดภาพครอบคลุมเฉพาะบริเวณที่มีลายนิ้วมือทั้งหมด ในเบื้องต้นจะทำการสังเกตด้วยสายตาว่าภาพถ่ายดิจิทัลที่ได้จากการเปลี่ยนตัวแปรที่ทำการศึกษาต่างๆ มีความสมบูรณ์และชัดเจนของลายนิ้วมือมากน้อยเพียงใด จากนั้นจะใช้โปรแกรม MATLAB เพื่อทำการปรับปรุงภาพ (improvement) โดยการแปลงภาพจากภาพต้นฉบับ (original image) ที่ไม่ได้ทำการปรับค่าหรือแต่งภาพใดๆ ไปเป็นภาพระดับเทา (gray scale image) โดยคงอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวคงที่ และเขียนโปรแกรมด้วยคำสั่งแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงลำดับและความหมายของคำสั่ง เพื่อใช้แปลงภาพต้นฉบับเป็นภาพระดับเทา

คำสั่ง	ความหมาย
<code>.%read input image</code>	อ่านไฟล์ภาพที่ต้องการแปลงไปเป็นภาพระดับเทา
<code>I=imread('white no (3).jpg');</code>	
<code>%convert color image to gray scale image</code>	แปลงไฟล์ภาพไปเป็นภาพระดับเทา
<code>I2=rgb2gray(I);</code>	
<code>%show image</code>	แสดงภาพต้นฉบับและภาพระดับเทา
<code>figure,imagesc(I)</code>	
<code>figure,imagesc(I2),colormap gray</code>	

ในขั้นตอนนี้ใช้โปรแกรม GelQuest ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถดาวน์โหลดจากอินเทอร์เน็ต มาใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มแสง (แกน y) ของแต่ละตำแหน่ง (แกน x) เพื่อแสดงความคมชัดของภาพระดับเทาที่ได้ โดยให้โปรแกรมอ่านไฟล์ภาพระดับเทา จากนั้นทำการเลือกแนวของภาพที่ต้องการและนำข้อมูลที่ได้นำมาแสดงความสัมพันธ์ในลักษณะกราฟ (intensity profile) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ความเปรียบเทียบของภาพถ่ายลายนิ้วมือแฟงในเชิงปริมาณ แสดงดังรูปที่ 3.3



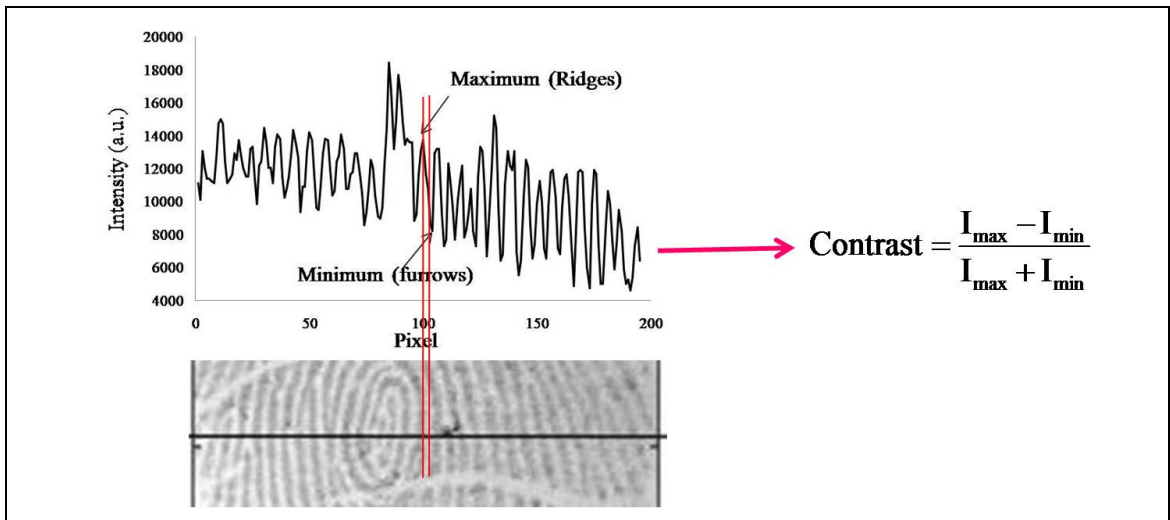
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนในการแสดงผลในรูปกราฟการกระจายความเข้มที่ตำแหน่งฟิสิกเซลล์ต่างๆ

3.3.4 วิเคราะห์ข้อมูลกราฟการกระจายความเข้มแสงที่ตำแหน่งพิกเซลต่างๆ

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มแสง (แกน y) ของแต่ละตำแหน่ง (แกน x) สามารถแสดงความแตกต่างที่ทุกตำแหน่งได้ดังสมการที่ 3.1

$$\text{Contrast} = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad (3.1)$$

โดยกราฟแสดงความเข้มที่แต่ละตำแหน่งของรอยนิ้วมือรอยเดียวกันจะมีความคล้ายคลึงกัน สามารถสังเกตได้ว่าตำแหน่งใดคือตำแหน่งเดียวกัน จากนั้นคำนวณหาค่าความแตกต่างที่ตำแหน่งใดๆ ของภาพจากตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุดที่อยู่ติดกันกันดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงการคำนวณหาค่าความแตกต่างที่ตำแหน่งใดๆ ของภาพ