การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ลายทอผ้า

นางสาวเบ็ญจพร แสวงหาทรัพย์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545
ISBN 974-17-2910-3
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPUTER PROGRAM DEVELOPMENT FOR IDENTIFICATION OF WEAVE PATTERNS

Miss Benchaphon Sawangharsub

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Applied Polymer Science and Textile Technology

Department of Materials Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University

Academic Year 2002
ISBN 974-17-2910-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ลายทอผ้า
โดย	นางสาว เบ็ญจพร แสวงหาทรัพย์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประณัฐ โพธิยะราช

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประณัฐ โพธิยะราช)

…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา)

……กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไพพรรณ สันติสุข)

……กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ดุษฎี สุนทราชุน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวเบ็ญจพร แสวงหาทรัพย์ : การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ลายทอผ้า. (COMPUTER PROGRAM DEVELOPMENT FOR IDENTIFICATION OF WEAVE PATTERNS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ประณัฐ โพธิยะราช, 64 หน้า. ISBN 974-17-2910-3.

ลายทอส่งผลกระทบโดยตรงกับสมบัติในการใช้งานของผ้าทอ การพิสูจน์เอกลักษณ์ของลายทอมักทำโดยการอ่านลายด้วยตาเปล่า กระบวนการนี้สามารถเกิดความผิดพลาดได้ง่าย เนื่องจากขึ้นกับทักษะความชำนาญของผู้อ่านลาย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมและโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับพิสูจน์เอกลักษณ์ของลายทอ ภาพของผ้าทอจะถูกวิเคราะห์โดยการคำนวณความแตกต่างของสีในแต่ละพิกเซล พบว่าข้อมูลของการคำนวณความแตกต่างของสีจากภาพที่อ่านได้โดยตรงไม่เหมาะสำหรับการนำมาใช้ จึงมีการดัดแปลงข้อมูลภาพด้วยวิธีสหสัมพันธ์อัตโนมัติ (autocorrelation) ก่อนที่จะนำไปคำนวณความแตกต่างของสี จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวาดเป็นแผนภาพ ตำแหน่งของแต่ละโฟลตสามารถแยกได้อย่างชัดเจนโดยอาศัยจุดสูงสุดบนและจุดสูงสุดล่างของกราฟในแผนภาพ ความยาวของโฟลตสามารถคำนวณได้จากความกว้างของด้ายแต่ละเส้น โปรแกรมภาษาวิชวลเบสิกถูกพัฒนาขึ้นโดยอาศัยพื้นฐานของอัลกอริทึมดังกล่าว ภาพของผ้าผืนขนาดหนึ่งตารางนิ้วซึ่งได้มาจากเครื่องกราดภาพในรูปแบบของบิตแมปด้วยความละเอียด 600 จุดต่อนิ้ว จะถูกนำมาแสดงบนหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้ระบุแนวอ่านภาพ ทั้งแนวตั้งและแนวนอน จากนั้นโปรแกรมจะแสดงจำนวนด้ายยืนและด้ายพุ่งที่ รวมทั้งลายทอที่วิเคราะห์ได้โดยอัตโนมัติ จากการทดลองพบว่าความถูกต้องในการวิเคราะห์จำนวนของด้ายยืนและด้ายพุ่ง รวมทั้งลายทอขึ้นกับตำแหน่งแนวอ่านภาพที่ผู้ใช้ระบุ โดยมีระยะเวลาเฉลี่ยในการวิเคราะห์ภาพแต่ละครั้งประมาณ 15 วินาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาวัสดุศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์ฯ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2545

4472313823 : MAJOR APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGY
KEY WORD: IMAGE ANALYSIS / WEAVE PATTERN / WOVEN FABRIC

BENCHAPHON SAWANGHARSUB: COMPUTER PROGRAM DEVELOPMENT FOR IDENTIFICATION OF WEAVE PATTERNS. THESIS ADVISOR : PRANUT POTIYARAJ, ASST.PROF.DR. 64 pp. ISBN 974-17-2910-3.

Weave patterns affect the end-use properties of woven fabrics. Identification of weave patterns has been done traditionally by visual evaluation. This is prone to errors as it depends on the skill of inspectors. This research aims to develop an algorithm and a computer program for identification of weave. The fabric images were analyzed by calculation color differences between each pixel. It was found that color different data obtained directly could not be used. Thus, the autocorrelation technique was performed on the image prior to the calculation. A diagram acquired from the calculated color differences were made available. Position of each yarn float was then obtained by detecting upper and lower peak of the curve in the diagram. Length of each float can be obtained using information about yarn size. A Visual Basic program was developed based on the above algorithm. Images of a square-inch woven fabric were obtained using an ordinary scanner with resolution of 600 dots per inch and saved in bitmap format. Users were asked to specify the scanning lines, vertically and horizontally. Weave pattern was then displayed. It was found that preciseness of the program to analyze number of yarns in each direction and the weave pattern can be identified depended on the selected scanning lines. Average scanning time for each fabric is around seconds.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department of Material Science Student's

Field of study Applied Polymer Science and Textile Technology Advisor's

Academic year 2002

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้อย่างสมบูรณ์นั้น เป็นเพราะได้รับคำแนะนำด้านวิชาการ ความเอื้อเฟื้อด้านเครื่องมือ วัตถุดิบ และสถานที่สำหรับทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งยังได้รับความช่วยเหลือและแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์จากผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่างๆ เป็นอย่างดี

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. ประณัฐ โพธิยะราช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาและแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ รศ.เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ. ไพพรรณ สันติสุข รศ.ดร. วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา และดร. ดุษฎี สุนทรารชุน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

ขอขอบคุณภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์ทดสอบสิ่งทอ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณบัณฑิต พงศาโรจน์ บริษัท ไทยนำโชค เท็กซ์ไทล์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องทอ วัตถุดิบในการทอ

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและคอยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆ ไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณสำหรับคำปรึกษาและกำลังใจคนสำคัญ เพื่อนๆ พี่ๆ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อีกทั้งอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยเหลือประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าจนสามารถสร้างสรรค์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฌ

สารบัญรูป.....ญ

บทที่

1 บทนำ.....1

2 วารสารปริทรรศน์.....3

2.1 การทอผ้า..... 3

2.1.1 ลายขัด.....4

2.1.2 ลายทแยง.....4

2.1.3 ลายต่วน.....9

2.2 จุดบกพร่องบนผ้า.....12

2.2.1 รอยเส้นยืนหย่อน.....12

2.2.2 รอยเส้นยืนขาด.....12

2.2.3 รอยเส้นพุ่งขาดหาย.....12

2.2.4 รอยเส้นพุ่งหย่อน.....13

2.2.5 เส้นพุ่งลอย.....13

2.2.6 รอยเส้นพุ่งขาดกลาง.....13

2.3 ทดสอบผ้า.....13

2.3.1 การตรวจสอบด้วยตาเปล่า.....14

2.3.2 การตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์.....15

2.4 วิทยาศาสตร์ของสี.....17

2.5 ภาษาไมโครซอฟต์วิชวลเบสิค.....21

2.6 การติดต่อกับฐานข้อมูล.....25

หน้า

2.6.1 ตาราง....26
2.6.2 ความสัมพันธ์และคีย์....26
2.6.2.1 คีย์หลัก....27
2.6.2.2 คีย์เชื่อมโยง....27
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....29
3 การทดลอง....34
3.1 ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการอ่านลายทอ....34
3.2 การเก็บภาพผ้าทอ....35
3.3 การอ่านค่าสีของภาพผ้าทอ....36
3.4 การอ่านลายทอ....40
3.5 ขั้นตอนการตรวจสอบโปรแกรม....41
4 โปรแกรมสำหรับการอ่านค่าลาย....44
4.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่จำเป็น....44
4.1.1 คอมพิวเตอร์....44
4.1.2 เครื่องกราดภาพ....44
4.2 การเริ่มต้นโปรแกรมและการเลือกแนวสำหรับอ่านค่าสี....44
4.3 การเลือกภาพผ้าและแนวในการอ่านลาย....45
4.4 โปรแกรมอ่านลายทอคำนวณ....48
4.5 ผลการทำงานของโปรแกรมอ่านลายทอ....50
4.5.1 ไม่ใช้ Autocorrelation....50
4.5.2 ใช้ Autocorrelation....51
5 สรุปผลการทดลอง....60
5.1 สรุปผลการทดลอง....60
5.2 ข้อเสนอแนะ....61
รายการอ้างอิง....62
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์....64

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ขนาดของหน่วยซ้ำและตัวนับที่เป็นไปได้.....10
ตารางที่ 2.2 ความยาวคลื่นที่แสงสีต่างๆ.....17
ตารางที่ 3.1 จำนวนเส้นด้ายของผ้าทอต่อพื้นที่ 1x1 ตารางเซนติเมตร.....43
ตารางที่ 4.1 ผลการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายของผ้าลายขัด 1.....55
ตารางที่ 4.2 สรุปผลการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายของผ้าลายขัด 1.....55
ตารางที่ 4.3 ผลการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายของผ้าลายขัด 2.....56
ตารางที่ 4.4 สรุปผลการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายของผ้าลายขัด 2.....56
ตารางที่ 4.5 ผลการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายของผ้าลายทแยง.....57
ตารางที่ 4.6 สรุปผลการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายของผ้าลายทแยง.....57

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ลักษณะการขัดสานของด้ายเมื่อ
(ก) ด้ายยืนอยู่เหนือด้ายพุ่ง (ข) ด้ายพุ่งอยู่เหนือด้ายยืน.....3
รูปที่ 2.2 กระดาษออกแบบมาตรฐาน.....4
รูปที่ 2.3 การแทนสัญลักษณ์ของลักษณะด้ายที่ขัดกันในกระดาษออกแบบ.....4
รูปที่ 2.4 โครงสร้างผ้าทอลายขัด.....5
รูปที่ 2.5 โครงสร้างผ้าทอลายทแยง.....5
รูปที่ 2.6 ลายทแยงเอียงขวาแนว Z.....6
รูปที่ 2.7 ลายทแยงเอียงขวาแนว S.....6
รูปที่ 2.8 ลายทแยงตามตัวอย่าง.....6
รูปที่ 2.9 ลายทแยง 1/3/2/1.....7
รูปที่ 2.10 ลายทแยง 2/3 ซึ่งมีเลขขั้นเท่ากับ (ก) 1 (ข) 2 และ (ค) –1.....7
รูปที่ 2.11 โครงสร้างผ้าทอลายต่วน.....9
รูปที่ 2.12 ลายต่วน 5 ตะกอที่มีตัวนับเท่ากับ 3 (ก) ลายต่วนด้ายยืน (ข) ลายต่วนด้ายพุ่ง.....10
รูปที่ 2.13 ลายต่วน 6 ตะกอที่มีตัวนับเป็น 1 3 5 2 6 และ 4.....11
รูปที่ 2.14 เครื่องตรวจสอบผ้า.....14
รูปที่ 2.15 แว่นขยาย.....15
รูปที่ 2.16 Industrial Measurement.....16
รูปที่ 2.17 Criminal Forensics.....16
รูปที่ 2.18 ปริภูมิสีมันเซลล์.....17
รูปที่ 2.19 Spectral luminous efficiency function.....18
รูปที่ 2.20 Spectral sensitivity curve.....19
รูปที่ 2.21 การทดลองหา RGB-color matching function.....20
รูปที่ 2.22 CIE RGB-color matching function.....21
รูปที่ 2.23 แผนผังของโปรแกรมวิชวลเบสิค.....23
รูปที่ 2.24 Integrated Development Environment ของภาษาวิชวลเบสิค.....24
รูปที่ 2.25 ตัวอย่างตารางของ Microsoft Access.....26
รูปที่ 2.26 ADC หรือ ActiveX Data Control.....28
รูปที่ 2.27 แสดงความสัมพันธ์ของ ADO และ OLE DB.....29

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการอ่านลายทอ.....34
รูปที่ 3.2 ภาพสแกนผ้าทอลายขัดตัวอย่าง.....35
รูปที่ 3.3 ภาพสแกนของผ้าทอลายขัดสีเทาที่ยังไม่ได้ Equalization.....36
รูปที่ 3.4 ภาพสแกนของผ้าทอลายขัดสีเทาที่ทำ Equalization 36
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างรูปภาพ.....31
รูปที่ 3.5 (ก) เป็นรูปตัวอย่าง $f(x)$ (unknown image)
(ข) เป็นรูปของต้นแบบ $g(x)$ (known image).....38
รูปที่ 3.6 กราฟของ correlation $f(x) \circ g(x)$.....38
รูปที่ 3.7 กราฟ autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายขัด 1/1.....40
รูปที่ 3.8 (ก) ลายขัด และ (ข) การแทนลายขัดด้วยเมทริกซ์.....41
รูปที่ 3.9 ภาพสแกนของผ้าทอลายขัด(ก) ลายขัด 1 (ข) ลายขัด 2.....42
รูปที่ 3.10 ภาพสแกนผ้าทอลายทแยง.....42
รูปที่ 4.1 หน้าจอของโปรแกรม.....45
รูปที่ 4.2 หน้าจอของโปรแกรมหลังจากกดปุ่มคำสั่ง Preprocessor.....36
รูปที่ 4.3 หน้าจอของโปรแกรมเมื่อเลือก Files →Open.....47
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างการเลือกแนวเส้นด้ายเพื่อให้โปรแกรมคำนวณ.....47
รูปที่ 4.5 ภาพหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Perform.....48
รูปที่ 4.6 กราฟของด้ายยืนเมื่อกดปุ่ม PostprocessorWarp.....49
รูปที่ 4.7 กราฟด้ายพุ่งเมื่อกดปุ่ม PostprocessorWeft.....50
รูปที่ 4.8 กราฟค่า RGB ของภาพสแกนผ้าทอลายขัดที่ไม่ได้เปลี่ยนให้เป็นรูปสีเทา.....51
รูปที่ 4.9 กราฟ Autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายขัด 1 ตามแนวด้ายยืน
(รูปที่ 3.9(ก)).....52
รูปที่ 4.10 กราฟ Autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายขัด 1ตามแนวด้ายพุ่ง
(รูปที่ 3.9(ก)).....52
รูปที่ 4.11 กราฟ Autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายขัด 2 ตามแนวด้ายยืน
(รูปที่ 3.9(ข)).....53
รูปที่ 4.12 กราฟ Autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายขัด 2 ตามแนวด้ายพุ่ง
(รูปที่ 3.9(ข)).....53

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.13 กราฟ Autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายทแยง ตามแนวด้ายยืน (รูปที่ 3.10).....54
รูปที่ 4.14 กราฟ Autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายทแยง ตามแนวด้ายพุ่ง (รูปที่ 3.10).....54

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ผ้าทอเกิดจากการขัดสานกันของด้ายยืนและด้ายพุ่ง ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบ 2 มิติ ในการศึกษาการจัดเรียงตัวของเส้นด้าย สามารถดูได้จากโครงสร้างการจัดเรียงตัวที่พื้นผิวของผ้า ซึ่งพื้นผิวของผ้านั้นก็คือพื้นผิวของเส้นด้ายนั่นเอง หรือดูได้จากลักษณะของช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นด้าย 2 เส้น ซึ่งมีผลต่อสมบัติทางแสงและสมบัติเชิงกลของผ้า ในทางปฏิบัติคุณภาพของผ้าทอมีความสัมพันธ์กับรูปร่างและความไม่สม่ำเสมอของการกระจายตัวของลายทอ ส่วนสมบัติการมองเห็นและสัมผัสของผ้ามีความสัมพันธ์กับโครงสร้างพื้นผิวของผ้า ดังนั้นการวิเคราะห์ผ้าจึงเป็นการทำเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างของผ้า โดยทั่วไปการตรวจสอบจะกระทำโดยการมองด้วยตาเปล่า ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องใช้เวลามาก และขาดความแม่นยำ

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หนึ่งที่แสดงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ในขณะที่คอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการใช้งานต่างๆ ได้มากขึ้นแต่กลับมีราคาถูกลง ทำให้มีการใช้งานคอมพิวเตอร์อย่างกว้างขวาง คอมพิวเตอร์จึงถูกนำมาใช้งานในงานทางด้านสิ่งทอเพิ่มมากขึ้น และมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการตรวจสอบโครงสร้างของผ้า เพื่อให้การตรวจสอบและวิเคราะห์ลายทอเป็นไปอย่างรวดเร็ว และมีความแม่นยำโดยไม่ต้องอาศัยความชำนาญส่วนบุคคล

การตรวจสอบโครงสร้างต่างๆของผ้าทอ เช่น ลายทอ จุดบกพร่องบนผ้าผืน ขนาดของเส้นด้าย ความหนาแน่นของเส้นด้าย สามารถประยุกต์เทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์มาใช้แทนการตรวจสอบด้วยตาเปล่าได้ โดยได้มีงานวิจัยหลายงานที่ใช้การตรวจสอบผ้าทอด้วยระบบคอมพิวเตอร์จากวิธีวิเคราะห์ทางภาพ (image analysis) เพื่อตรวจสอบลายทอ การออกแบบสีของเส้นด้าย หาแผนการร้อยและยกตะกอแบบอัตโนมัติ โครงสร้างของผ้า เช่น เบอร์ผ้า ความหยิกงอของเส้นด้าย ความหนาของผ้า น้ำหนักของผ้าต่อพื้นที่ เป็นต้น ซึ่งโดยมากแล้วนั้นใช้วิธีการจับภาพของผ้าทอด้วยกล้องดิจิตอล ซึ่งมีอุปกรณ์และกระบวนการที่ค่อนข้างยุ่งยาก นอกจากการจับภาพผ้าทอด้วยกล้องดิจิตอลแล้ว ยังสามารถจับภาพด้วยเครื่องกราดภาพ (scanner) ซึ่งมีความยุ่งยากน้อยกว่า โดยงานวิจัยอื่นๆ ได้ใช้วิธีนี้เพื่อตรวจสอบความไม่สม่ำเสมอของการจัดเรียงตัวของเส้นด้ายบนผิวหน้าของผ้า

โครงการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับใช้ในการอ่านลายทอจากผ้าทอโดยเน้นให้โปรแกรมสามารถใช้งานได้ง่าย ราคาถูก และใช้ทรัพยากรในการทำงานน้อย โดยกระบวนการจับภาพลายทอจะใช้อุปกรณ์ที่ไม่ซับซ้อนและราคาไม่แพง คือ เครื่องกราดภาพ ทางด้านซอฟต์แวร์ เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในระบบ 32 บิต สำหรับใช้ในระบบปฏิบัติการแบบวินโดวส์ทั้ง 95/98/NT/Me/XP ทั้งนี้เนื่องจากระบบปฏิบัติการแบบวินโดวส์เป็นระบบปฏิบัติการที่ใช้แพร่หลายในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ข้อดีประการสำคัญของระบบปฏิบัติการวินโดวส์คือใช้งานง่าย มีวิธีการที่คล้ายคลึงกันในแต่ละโปรแกรม ภาษาที่เลือกใช้ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ คือ ภาษาไมโครซอฟต์วิชวลเบสิค เนื่องจากเป็นภาษาที่ใช้เวลาน้อยในการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยใช้ซอฟแวร์ไมโครซอฟต์วิชวลเบสิคเวอร์ชัน 6 ภาษาวิชวลเบสิค เป็นภาษาสำหรับการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และนับว่าเป็นภาษาที่รวดเร็วและใช้งานง่าย

การอ่านค่าลายทอในงานวิจัยนี้จะใช้การเขียนคำสั่งเพื่อให้โปรแกรมอ่านค่าสีแบบ RGB จากจุด pixel ทุกจุด ในรูปภาพของพื้นผิวของผ้าทอที่ได้จากการเก็บภาพด้วยสแกนเนอร์ จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าสีของจุด 2 จุดที่อยู่ติดกันเพื่อหาว่าค่าสีต่างกันมากกว่าค่าที่กำหนดหรือไม่ ถ้าต่างกันมากกว่าค่าที่กำหนดก็แสดงว่า 2 จุดนั้นเป็นจุดที่อยู่บนเส้นด้ายคนละเส้น และถ้าหากค่าสีที่อ่านได้จากจุดที่ต่อเนื่องกันมีค่าใกล้เคียงกันหรือเท่ากันเป็นความยาวค่าต่างๆ ก็สามารถบอกได้ว่าเส้นด้าย 1 เส้นนั้นมีขนาดเท่าไร และจำนวนที่เส้นด้ายเส้นหนึ่งทับเส้นด้ายอีกเส้นหนึ่งเป็นกี่เส้น ทำให้สามารถอ่านลายทอของผ้านั้นได้

หากการพัฒนาระบบอ่านลายทอด้วยคอมพิวเตอร์นี้เป็นผลสำเร็จน่าจะสามารถลดต้นทุนการผลิต ประหยัดเวลา เอื้อให้อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมสามารถพัฒนาได้รวดเร็วขึ้น และช่วยในการตรวจสอบหาลายทอของผ้าจะได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำมากขึ้นกว่าการอ่านลายทอด้วยวิธีแบบเก่า โดยไม่ต้องขึ้นกับความชำนาญส่วนบุคคล ผลที่ได้อาจนำมารวบรวมเป็นฐานข้อมูลลายทอซึ่งจะเอื้อให้ผู้ประกอบการรายย่อยที่มีการจ้างนักออกแบบเป็นการเฉพาะเพิ่มขีดจำกัดในการแข่งขันในตลาดสิ่งทอได้

การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อช่วยในการตรวจสอบลายทอผ้า มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับธุรกิจโรงทอของประเทศไทย ซึ่งน่าจะช่วยให้สามารถลดต้นทุนการผลิต ประหยัดเวลา เอื้อให้อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมสามารถพัฒนาได้รวดเร็วขึ้น

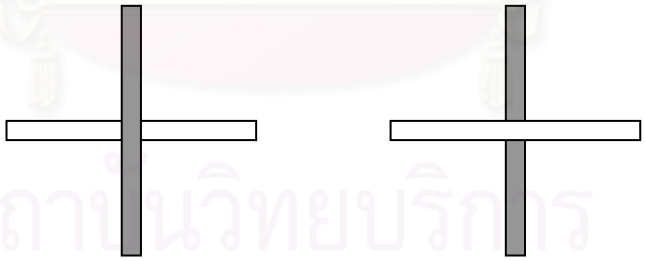
บทที่ 2

วารสารปริทรรศน์

2.1 การทอผ้า

กระบวนการสร้างผ้าผืนที่สำคัญอาจแบ่งได้เป็น 3 วิธี คือ การทอผ้า (weaving) การถักผ้า (knitting) และการทำนอนวูฟเวน (nonwoven) นอกจากนี้ยังอาจมีการสร้างผ้าผืนด้วยเทคนิคอื่นๆ สำหรับงานเฉพาะทาง เช่น สานด้าย เพื่อสร้างผ้าผืนที่หุ้มสายไฟเป็นต้น ในบรรดาการสร้างผ้าผืนเหล่านี้การทอผ้านับว่าเป็นกระบวนการที่เก่าแก่ที่สุด และยังคงเป็นผ้าที่มีปริมารการบริโภคมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ผ้าทอในการตัดเย็บเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม

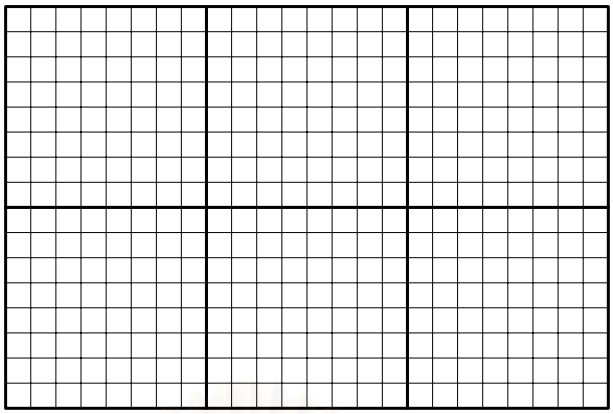
ในกระบวนการทอ ด้ายยืน (warp) หรือเส้นด้ายที่วางตัวในแนวยาวจากด้านหลังมายังด้านหน้าของเครื่องทอ จะขัดสานด้วยมุม 90° กับเส้นด้ายพุ่ง (weft) ซึ่งเป็นเส้นด้ายในแนวขวาง ณ จุดขัดสาน (interlacing point) กันนี้เอง เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งจะมีลักษณะการวางตัวได้ 2 ลักษณะ ก็คือ เส้นด้ายยืนอยู่เหนือเส้นด้ายพุ่ง และเส้นด้ายพุ่งอยู่เหนือเส้นด้ายยืน รูปที่ 2.1 แสดงจุดขัดสานกันในผ้าทอ โดยการสลับสับเปลี่ยนลักษณะการวางตัวของด้ายพุ่งและด้ายยืนนี้เอง ทำให้เกิดเป็นผ้าผืนขึ้นมาได้ [ดร.ประณัฐ โพธิยะราช และคณะ,2545.]



(ก) (ข)

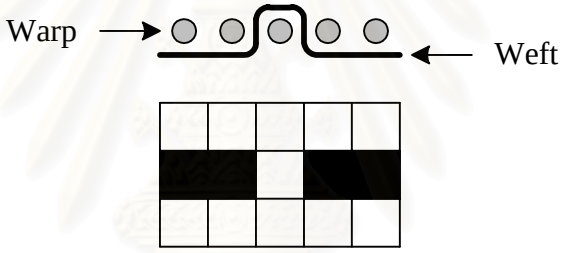
รูปที่ 2.1 ลักษณะการขัดสานของด้ายเมื่อ (ก) ด้ายยืนอยู่เหนือด้ายพุ่ง (ข) ด้ายพุ่งอยู่เหนือด้ายยืน

นิยมเขียนวิธีการสลับสับเปลี่ยนลงบนกระดาษออกแบบ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกระดาษกราฟที่มีเส้นแบ่งเป็นช่องเล็กๆ ในกระดาษออกแบบมาตรฐานนอกจากจะแบ่งเป็นช่องเล็กๆ แล้ว ทุก 8 ช่องจะใช้เส้นสีเข้มกว่าปกติ ส่วนหนึ่งของกระดาษออกแบบมาตรฐานแสดงไว้ในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 กระดาษออกแบบมาตรฐาน

ลักษณะในการสลับสับเปลี่ยนด้ายยืนและด้ายพุ่งจะถูกบันทึกลงบนกระดาษออกแบบ โดยนิยมแทนลักษณะที่ด้ายยืนอยู่เหนือด้ายพุ่งด้วยช่องทึบหรือกากบาท ส่วนช่องว่างจะแทนตำแหน่งที่ด้ายพุ่งอยู่เหนือด้ายยืน ดังแสดงในรูปที่ 2.3



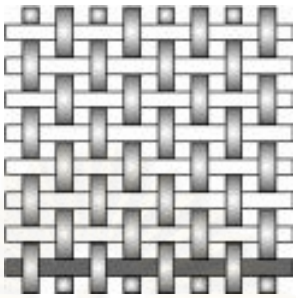
รูปที่ 2.3 การแทนสัญลักษณ์ของลักษณะด้ายที่ขัดกันในกระดาษออกแบบ
[ดร.ประณัฐ โพธิยะราช และคณะ, 2545.]

ลักษณะการสลับสับเปลี่ยนตำแหน่งการขัดสานของเส้นด้ายที่ทำให้เกิดเป็นโครงสร้างผ้าทอที่มีลวดลายต่างกันไปนี้เรียกว่าลายทอ (weave pattern) ลายทออาจมีลักษณะซ้ำๆ กัน ลายทอแต่ละลายที่มีลักษณะซ้ำกันเรียกว่า 1 หน่วยลายทอ หรือ 1 หน่วยซ้ำ (weave repeat) ลายทอที่เป็นพื้นฐานสำหรับการทอผ้าโดยทั่วไปมี 3 ประเภท คือ ลายขัด ลายทแยง และลายต่วน ซึ่งจะได้อธิบายต่อไป

2.1.1 ลายขัด (The Plain Weave) [ผศ.มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด,2541., ดร.ประณัฐ โพธิยะราช และคณะ, 2545.]

ลายขัดเป็นลายทอที่ง่ายที่สุด และมีการใช้เป็นจำนวนมากด้วย หน่วยซ้ำของลายขัดนี้ประกอบไปด้วยด้ายยืน 2 เส้นและเส้นด้ายพุ่ง 2 เส้น ด้ายยืนและด้ายพุ่งจะขัดสานสลับกัน ขึ้นบน

แล้วลงล่าง เส้นด้ายที่ข้ามไปบนเส้นด้ายอีกเส้นหนึ่งเรียกว่า ด้ายลอย (float) ผิวหน้าผ้าของผ้าลายขัดจะมีความเรียบแน่น และจะมีลักษณะเหมือนกันทั้งสองด้าน ตัวอย่างผ้าลายขัดแสดงไว้ในรูปที่ 2.4

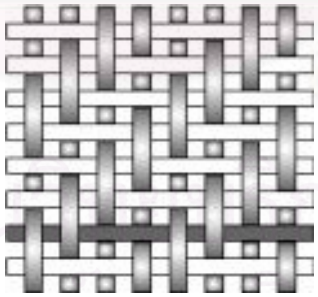


รูปที่ 2.4 โครงสร้างผ้าทอลายขัด

[http://www.netcomposites.com/education.asp?sequence=42, 2002.]

2.1.2 ลายทแยง (Twill Weave) [ดร.ประณัฐ โพธิยะราช และคณะ]

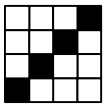
การทอลายทแยงเป็นการทอที่กำหนดให้ด้ายยืนและด้ายพุ่งขัดสานกันแล้วเกิดด้ายลอยเรียงเป็นแนวทแยงมุม ลักษณะเฉพาะของลายทแยงก็คือ จะเห็นเส้นเฉียงในเนื้อผ้าอย่างชัดเจน ไว้ในรูปที่ 2.5 ผ้าลายทแยงสามารถนำไปใช้ได้ในงานหลาย ๆ ประเภท เช่น เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม และผ้าสำหรับเฟอร์นิเจอร์



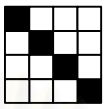
รูปที่ 2.5 โครงสร้างผ้าทอลายทแยง

[http://www.netcomposites.com/education.asp?sequence=42, 2002.]

แนวเส้นทแยงอาจอยู่ได้ทั้งสองแนว คือ เอียงขวา เรียกว่าแนว Z และเอียงซ้าย เรียกว่าแนว S ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.6 และ รูปที่ 2.7 ตามลำดับ โดยปกติ หากไม่ได้ระบุ จะถือว่าลายทแยงเป็นลายทแยงเอียงขวา



รูปที่ 2.6 ลายทแยงเอียงขวาแนว Z



รูปที่ 2.7 ลายทแยงเอียงซ้ายแนว S

ในการทอผ้าลายทแยง จำเป็นต้องใช้ด้ายพุ่งและด้ายยืนที่น้อยที่สุด 3 เส้นในแต่ละแนว เพื่อสร้างหน่วยซ้ำหน่วยหนึ่ง หน่วยซ้ำของลายทแยงสามารถแทนได้ด้วยตัวเลข ยกตัวอย่างเช่น

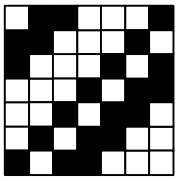
$$\frac{1}{2}$$

ตัวเลขที่อยู่เหนือเส้นเรียกว่า “ด้ายยืนอยู่บน” ส่วนตัวเลขที่อยู่ใต้เส้นเรียกว่า “ด้ายยืนอยู่ล่าง” ซึ่งหมายถึงจุดที่ด้ายยืนอยู่ด้านบนหรือด้านใต้ของด้ายพุ่งนั่นเอง เมื่อบวกตัวเลขทั้งหมดเข้าด้วยกัน จะได้ขนาดของหน่วยซ้ำของลายทแยง หน่วยซ้ำลายทแยงตามตัวอย่างแสดงไว้ในรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 ลายทแยงตามตัวอย่าง

จะเห็นได้ว่าลายทอตามตัวอย่างเป็นการอ่านตัวแทนด้ายยืน ในบางกรณีก็สามารถอ่านตามแนวด้ายพุ่งได้เช่นกัน เพื่อความสะดวก การเขียนแทนลายทแยง สามารถเขียนโดยสลับตัวเลขด้ายยืนอยู่บนและด้ายยืนอยู่ลาย โดยคั่นด้วยเครื่องหมายทับ “/” ตัวอย่างเช่น 1/2

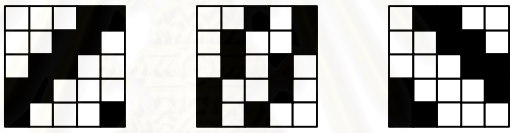
สำหรับลาย $\frac{1\ \ 2}{3\ \ 1}$ สามารถเขียนแทนได้ด้วย 1/3/2/1 แสดงหน่วยซ้ำของลายทแยงนี้



รูปที่ 2.9 ลายทแยง 1/3/2/1

แม้ว่าเราจะสามารถออกแบบลายทแยงให้มีขนาดเท่าใดก็ได้ แต่ควรระมัดระวังให้มีจุดขัดสานเพียงพอที่จะไม่ทำให้โครงสร้างหลวมเกินไป จนทำให้ด้ายลื่นออกจากัน ทำให้ผ้าใช้งานไม่ได้ตามที่ต้องการโดยทั่วไปค่าด้ายยืนอยู่บนหรือด้ายยืนอยู่ล่างไม่ควรมากกว่า 7

ความชันของเส้นทแยงกำหนดด้วยตัวแปรที่เรียกว่าเลขขั้น (step number) ยิ่งเป็นเลขจำนวนสูงๆ ก็จะมีความชันขึ้น เลขขั้นมีได้ทั้งค่าบวกและค่าลบ ซึ่งแสดงถึงเส้นเฉลียงตามแนว Z และแนว S ตามลำดับ ถ้าไม่กำหนดจะถือว่า เลขขั้นมีค่าเท่ากับ 1 รูปที่ 2.410 แสดงลายทแยง 2/3 ซึ่งมีเลขขั้นเท่ากับ 1, 2 และ –1 ตามลำดับ



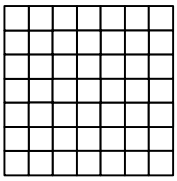
(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2.40 ลายทแยง 2/3 ซึ่งมีเลขขั้นเท่ากับ (ก) 1 (ข) 2 และ (ค) -1

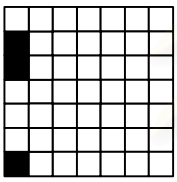
ลายทแยงยังแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือลายทแยงแบบสมดุล (balanced or even sided twill) และลายทแยงแบบไม่สมดุล (unbalanced or uneven sided twill) ลายทแยงแบบสมดุลจะมีทั้งสองด้านเหมือนกัน ไม่ว่าจะมองจากด้านไหน เพียงแต่แนวของเส้นทแยงจะกลับกัน กล่าวคือ ถ้าด้านหน้าเป็นลายเอียงขวา ด้านหลังจะเป็นลายเอียงซ้าย ส่วนถ้าด้านหน้าเป็นลายเอียงซ้าย ด้านหลังจะเป็นลายเอียงขวา ตัวอย่างของลายทแยงแบบสมดุล เช่น ลาย 4/4 หรือ 6/6 เป็นต้น ส่วนลายทแยงแบบไม่สมดุลจะมีด้านหน้าและด้านหลังแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ตัวอย่างเช่น ลาย 2/3/2/1 หรือ 4/2/1/2/1/2

ตัวอย่างต่อไปนี้แสดงการสร้างลายทอ 1/3/2/1 เลขขั้นเท่ากับ 2

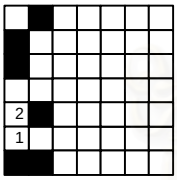
1) คำนวณขนาดของหน่วยซ้ำ ได้แก่ 1+3+2+1=7 แล้วสร้างกรอบลาย



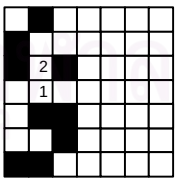
2) เลขตัวแรกแสดงถึงจำนวนจุดขัดสานที่ด้ายยืนอยู่เหนือด้ายพุ่ง ทำเครื่องหมายไล่ไปตามแนวด้ายยืน ในกรณีเท่ากับ 1 เริ่มทำเครื่องหมายที่มุมล่างด้านซ้าย แล้วเว้นไปเท่ากับเลขตัวที่สอง ในกรณีนี้เท่ากับ 3 ทำเครื่องหมายเท่ากับเลขตัวที่ 3 ในกรณีนี้เท่ากับ 2 ส่วนตัวสุดท้ายเว้นไว้เท่ากับเลขตัวสุดท้าย



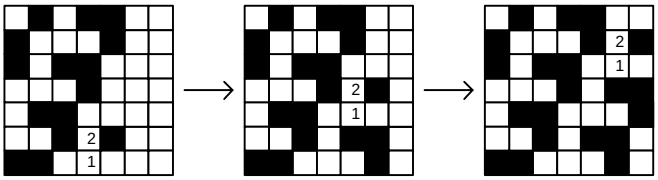
3) ที่ด้ายยืนที่สอง นับขึ้นไปตามด้ายยืนสองจุด เนื่องจากเลขขั้นเท่ากับ 2 ส่วนของลายที่เกินไปให้นำมาต่อที่ด้านล่าง



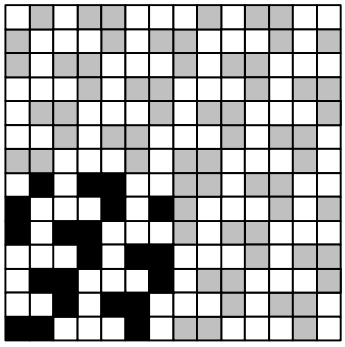
4) ด้ายยืนที่สาม ที่ด้ายยืนที่สอง นับขึ้นไปตามด้ายยืนสองจุด เนื่องจากเลขขั้นเท่ากับ 2 ส่วนของลายที่เกินไปให้นำมาต่อที่ด้านล่าง



5) ทำต่อไปจนครบจำนวนด้ายยืน

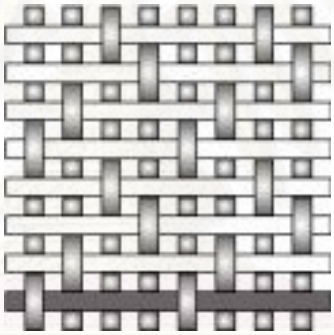


6) จะได้ลายทแยง 1/3/2/1 เลขขั้นเท่ากับ 2



2.1.3 ลายต่วน (Satin/Sateen Weaves) [ดร.ประณัฐ โพธิยะราชและคณะ, 2545.]

ผ้าลายต่วนมีลักษณะเฉพาะ คือมีความราบรื่น (smooth) และเงา (lustre) ผ้าต่วนใช้กับงานเสื้อผ้า เครื่องเฟอร์นิเจอร์ เครื่องตกแต่งบ้าน ในหน่วยซ้ำของลายต่วน ด้ายยืนและด้ายพุ่งแต่ละเส้นจะมีการขัดสานกันได้เพียงหนึ่งครั้งเท่านั้น ตัวอย่างของลายต่วนแสดงไว้ในรูปที่ 2.51



รูปที่ 2.51 โครงสร้างของผ้าทอลายต่วน

[http://www.netcomposites.com/education.asp?sequence=42, 2002.]

การสร้างลายต่วนอาศัยตัวนับ (count number) โดยตัวนับจะต้องเป็นไปตามกฎต่อไปนี้

1) มีค่ามากกว่า 1

2) มีค่ามากกว่าขนาดของหน่วยซ้ำ อย่างน้อย 2

3) ขนาดของหน่วยซ้ำ และตัวนับ ต้องไม่มีตัวประกอบร่วมกัน

ตารางที่ 2.1 แสดงการคำนวณตัวนับของลายต่วนที่มีขนาดของหน่วยซ้ำต่างๆ

ตารางที่ 2.1 ขนาดของหน่วยซ้ำและตัวนับที่เป็นไปได้

ขนาดของหน่วยซ้ำ	ตัวนับที่เป็นไปได้	ตัวนับที่ไม่เป็นไปตามกฎ	ตัวนับที่เป็นไปตามกฎ
2	1	1	ไม่มี
3	1,2	1,2	ไม่มี
4	1,2,3	1,2,3	ไม่มี
5	1,2,3,4	1,4	2,3
6	1,2,3,4,5	1,2,3,5	ไม่มี
7	1,2,3,4,5,6	1,6	2,3,4,5

ลายต่วนหนึ่งหน่วยซ้ำมีจำนวนของด้ายยืนและจำนวนด้ายพุ่งต่อหน่วยเท่ากัน เราสามารถเขียนแทนลายต่วนได้ด้วยตัวเลขเช่นกัน โดยระบุจำนวนด้ายพุ่งหรือด้ายยืนในหนึ่งหน่วยซ้ำ และตัวนับที่เลือกใช้ เช่น ลายต่วน 5 ตะกอ ตัวนับ 3 หมายถึงลายต่วนที่มีจำนวนด้ายพุ่งหรือด้ายยืนในหนึ่งหน่วยซ้ำเท่ากับ 5 เส้น และใช้ตัวนับเป็น 3

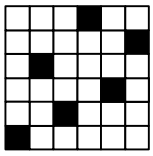
ความแตกต่างของลายต่วนด้ายยืน (satin) และลายต่วนด้ายพุ่ง (sateen) ก็คือ ลายต่วนด้ายยืนเป็นลายต่วนที่มีจำนวนของจุดขัดสานที่ด้ายยืนอยู่เหนือด้ายพุ่ง มากกว่าจุดขัดสานที่ด้ายพุ่งอยู่เหนือด้ายยืน ในทางตรงกันข้าม ลายต่วนด้ายพุ่งเป็นลายต่วนที่จำนวนของจุดขัดสานที่ด้ายพุ่งอยู่เหนือด้ายยืนมากกว่าจุดขัดสานที่ด้ายยืนอยู่เหนือด้ายพุ่ง อย่างไรก็ตามหากผ้าต่วนด้านใดเป็นลายต่วนด้ายพุ่งอีกด้านจะเป็นลายต่วนด้ายยืนเสมอ หรือในทางตรงกันข้ามถ้าด้านหนึ่งเป็นลายต่วนด้ายพุ่งอีกด้านหนึ่งจะเป็นลายต่วนด้ายยืน รูปที่ 2.16(ก) และ (ข) แสดงลายต่วนด้ายยืนและลายต่วนด้ายพุ่งที่มีขนาดของหน่วยซ้ำเท่ากับ 5 (เรียกว่าลายต่วน 5 ตะกอ)

(ก) (ข)

รูปที่ 2.16 ลายต่วน 5 ตะกอที่มีตัวนับเท่ากับ 3 (ก) ลายต่วนด้ายยืน (ข) ลายต่วนด้ายพุ่ง

โดยทั่วไปแล้ว ผ้าลายต่วนจะทอด้วยลายต่วนด้ายพุ่ง ทั้งนี้เนื่องจากในการทอลายดังกล่าวจะยกตะกอเพียงครั้งละ 1 ตะกอ ซึ่งทำให้สภาพความตึงในเครื่องทอสามารถถูกควบคุมได้ง่าย

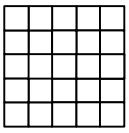
จากตารางที่ 2.1 จะเห็นว่าสำหรับหน่วยซ้ำบางขนาด ไม่สามารถหาตัวนับที่ตรงตามกฎได้ แต่สามารถสร้างลายต่วนได้ด้วยการเปลี่ยนตัวนับไปเรื่อยๆ ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.1



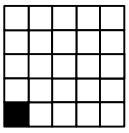
รูปที่ 2.13 ลายต่วน 6 ตะกอที่มีตัวนับเป็น 1 3 5 2 6 และ 4

ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นการสร้างลายต่วน 5 ตะกอที่มีตัวนับเท่ากับ 2

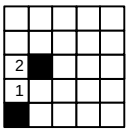
1) สร้างกรอบลายขนาด 5×5



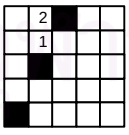
2) เริ่มทำเครื่องหมายเลขที่มุมล่างด้านซ้าย



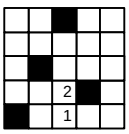
3) ที่ด้ายยืนที่สอง นับไปเท่ากับตัวนับ แล้วทำเครื่องหมาย



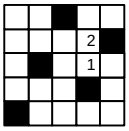
4) ที่ด้ายยืนที่สาม นับไปเท่ากับตัวนับ แล้วทำเครื่องหมาย



5) ที่ด้ายยืนที่สี่ นับไปเท่ากับตัวนับ เนื่องจากเกินกรอบลาย วนกลับมานับใหม่ที่ด้านล่าง



6) ที่ด้ายยืนที่ห้า นับไปเท่ากับตัวนับ แล้วทำเครื่องหมาย



2.2 จุดบกพร่องบนผ้า (Defects) [รศ.ดร.ลิลลี่ โกศัยยานนท์, 2541.]

จุดบกพร่องที่อยู่บนผ้านั้นมีผลต่อสมบัติของผ้า เช่น ทำให้ความแข็งแรงของผ้าลดลง พื้นผิวของผ้าไม่สวยงาม เป็นต้น ลักษณะของจุดบกพร่องบนผ้าโดยทั่วไปมีดังนี้คือ

2.2.1 รอยเส้นยืนหย่อน (Slack Warps)

ในการทอผ้า เส้นยืนทุกเส้นต้องมีความตึงอย่างเหมาะสมและสม่ำเสมอจะมีเส้นยืนเส้นหนึ่งเส้นใดตึงหรือหย่อนผิดปกติไม่ได้ เพราะจะทำให้เนื้อผ้าที่ทอได้ไม่สม่ำเสมอราบเรียบ โดยเฉพาะการทอผ้าเนื้อละเอียด และเมื่อนำไปย้อมสีจะทำให้มองเห็นตำหนิเป็นแถบเล็กหรือใหญ่ยาวไปตามแนวของเส้นด้ายยืนได้อย่างเด่นชัด

2.2.2 รอยเส้นยืนขาด (Broken Ends)

การขาดของเส้นด้ายยืนในเครื่องทอขึ้นอยู่กับคุณภาพของเส้นด้าย ยังมีสาเหตุจากขั้นตอนการผลิต ได้แก่ การต่อเส้นด้ายไม่แน่นหรือต่อเส้นด้ายที่มีเส้นโตเกินไป หรือเส้นยืนพันกันในระหว่างสืบหรือลงแป้งในขั้นตอนการเตรียมเส้นด้าย นอกจากนี้อาจเกิดจากตะกอสึกหรือลวดตะกอเป็นสนิม หรือเวลาของการเปิดตะกอไม่สัมพันธ์กัน หรือการตีกระสวยเหวี่ยงหรือไม่ตรง

2.2.3 รอยเส้นพุ่งขาดหาย (Mispicks)

ลักษณะของผ้าจะถูกเว้นว่างตลอดหน้าผ้า เนื่องจากเส้นด้ายพุ่งขาดหาย อาจจะเป็นจำนวน 1 เส้น 2 เส้น หรือมากกว่าซึ่งจะทำให้ผ้าตกเกรด หรือผ้าเสียใช้ไม่ได้ ขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นพุ่งที่ขาดหาย หรือจำนวนครั้งที่เกิดขึ้น

2.2.4 รอยเส้นพุ่งหย่อน (Snarls)

สิ่งที่สังเกตเห็นได้ในผ้าเนื่องจากตำหนิเช่นนี้ จะเห็นเส้นพุ่งเป็นรอยหนาๆ คล้ายเส้นด้ายสลับ (slub yarn) แต่เกิดจากเส้นพุ่งหย่อนและขมวดเข้าหากัน สาเหตุเกิดจากเส้นด้ายตีเกลียวมากเกินไป หรือตีกระสวยแรงเกินไป

2.2.5 เส้นพุ่งลอย (Overshot, Undershot)

ลักษณะตำหนิของผ้ากรณีเช่นนี้ เส้นพุ่งจะไม่ขัดกับเส้นยืนตามโครงสร้างผ้าที่กำหนด แต่จะลอยข้ามเส้นยืนเป็นบางจุดเรียกว่า overshot ถ้าลอดใต้เส้นยืนจะเรียกว่า undershot บ้างก็เรียกว่าเส้นพุ่งกระโดด สาเหตุเกิดจากการตีกระสวยเร็วหรือช้าเกินไป หรือหนามที่ยึดริมผ้าตั้งไว้สูงเกินไป หรือลูกหนังส่งกระสวยสึกหรอ หรือสายโยงตะกอไม่ดี

2.2.6 รอยเส้นพุ่งขาดกลาง (Broken Picks)

ลักษณะของผ้าเสียจะปรากฏให้เห็นว่ามีเส้นพุ่งขาดหายไปตรงช่วงกลางของผืนผ้าหรือขาดหายไปจากด้านใดด้านหนึ่งของริมผ้า สาเหตุอาจเกิดจากหลอดด้ายพุ่งไม่อยู่ในแนวหรือหลอดชำรุด หรือเส้นด้ายพุ่งมีสลับ (slub) หรือการต่อเส้นด้ายไม่ดีมาจากแผนกปั่น หรือปลายฟิลเลอร์เปลี่ยนหลอดคม

2.3 การทดสอบผ้า

การทดสอบผ้าเป็นการทดสอบเพื่อให้รู้โครงสร้าง (structure) ความหนา (thickness) น้ำหนัก (weight) ความกว้าง-ยาว (dimension) และความแข็งแรง (strength) ของผ้า[รศ.ดร.ลิลลี่ โกศัยยานนท์, 2541.] การทดสอบผ้าเพื่อให้รู้โครงสร้างของผ้า สามารถทำได้ด้วยการตรวจสอบการจัดเรียงตัวของเส้นด้ายในโครงสร้างของผ้าหรือลายทอของผ้า พิจารณาได้จากการจัดเรียงตัวที่พื้นผิวของผ้า ซึ่งการจัดเรียงตัวที่แตกต่างนี้ มีผลต่อสมบัติต่าง ๆ ของผ้า เราจึงจำเป็นต้องตรวจสอบโครงสร้างของผ้า นอกจากการตรวจสอบโครงสร้างของผ้าเพื่อให้รู้ลายทอของผ้าแล้ว เราก็เราก็สามารถรู้จำนวนเส้นด้ายยืน-ด้ายพุ่งต่อหน่วยความยาว (นิ้วหรือเซนติเมตร) ได้อีกด้วย วิธีการตรวจสอบได้ทั่วไปในปัจจุบันนี้มีอยู่ 2 วิธีคือ

2.3.1 <u>การตรวจสอบด้วยตาเปล่า</u>

การตรวจสอบด้วยตาเปล่าสามารถใช้ได้กับการตรวจสอบลายทอของผ้าและจุดบกพร่องบนผ้า อุปกรณ์ที่ใช้ก็มีทั้งขนาดเล็กไปจนถึงเครื่องจักรขนาดใหญ่ อย่างเช่นในโรงงานทอผ้าก็จะใช้เครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่ มีความกว้างเท่ากับขนาดของหน้าผ้า ตัวอย่างของเครื่องตรวจสอบขนาดใหญ่แสดงดังแสดงในรูปที่ 2.7 โดยในการตรวจสอบจะใช้ผ้าผืนที่ทอออกมาจากเครื่องทอแล้วตรวจสอบทันที (เป็นกระบวนการต่อเนื่อง) หรือเป็นม้วนผ้าผืนที่ทอเก็บไว้ก่อนก็ได้ นำผ้าผืนในแต่ละม้วนมาตรวจสอบหาจุดบกพร่องบนผ้า (defect) บนเครื่องตรวจสอบ ผ้าจะถูกขึงตึงบนกระจกโปร่งแสงและส่องไฟผ่านมาจากด้านหลังของผ้าเพื่อให้สามารถเห็นจุดบกพร่องได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผ้าทั้งผืนจะทำให้ถูกวิ่งไปบนเครื่องอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งหมดม้วน สำหรับการหาลายทอของผ้าและจำนวนด้ายยืน-ด้ายพุ่งต่อหน่วยความยาว (นิ้วหรือเซนติเมตร) นิยมใช้อุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กอย่างเช่นแว่นขยายทำการตรวจสอบ ที่แสดงในรูปที่ 2.15 ลักษณะของแว่นขยายจะมีเลนส์ขยายติดในแนวขนานกับกรอบสี่เหลี่ยมที่วัดความกว้างของผ้าที่ตรวจสอบได้พร้อมกับมีเข็มที่หมุนให้เลื่อนได้ใช้สำหรับชี้เส้นด้ายเพื่อทำการนับ

รูปที่ 2.74 เครื่องตรวจสอบผ้า

[http://www.almac-machinery.com/Inspection/wfim.html, 2003.]

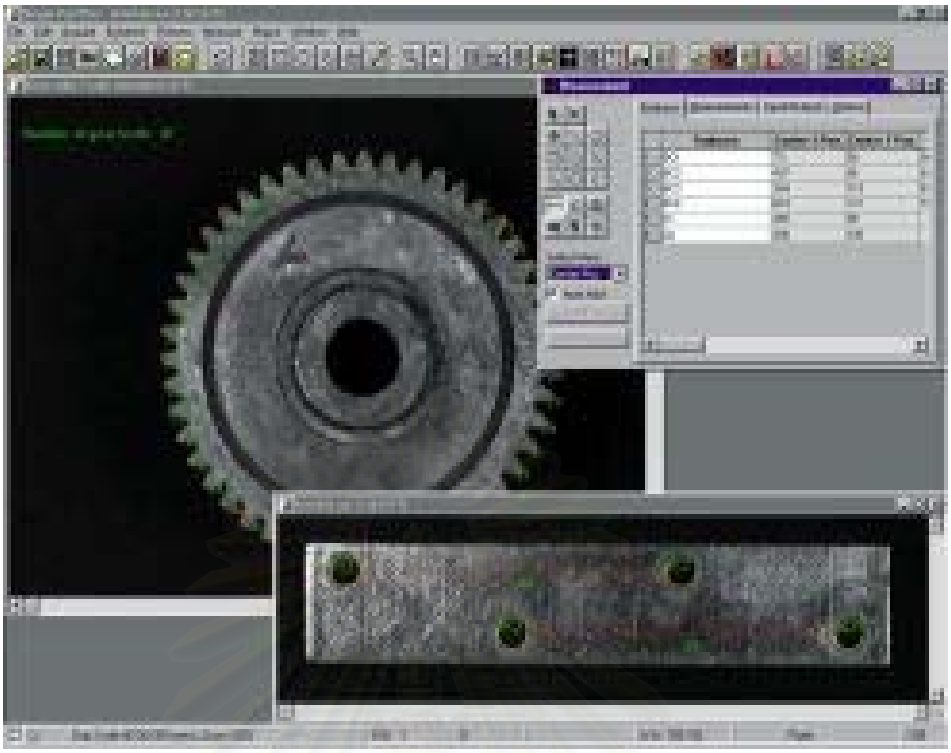
รูปที่ 2.15 แว่นขยาย [http://www.adelaideoptical.com.au/mags2.html, 2003.]

การตรวจสอบด้วยตาเปล่าก็เป็นวิธีการที่ต้องใช้เวลานาน ต้องอาศัยความชำนาญส่วนบุคคล และหากทำเป็นเวลานานทำให้เกิดความเมื่อยล้าที่เป็นสาเหตุให้เกิดความผิดพลาดได้

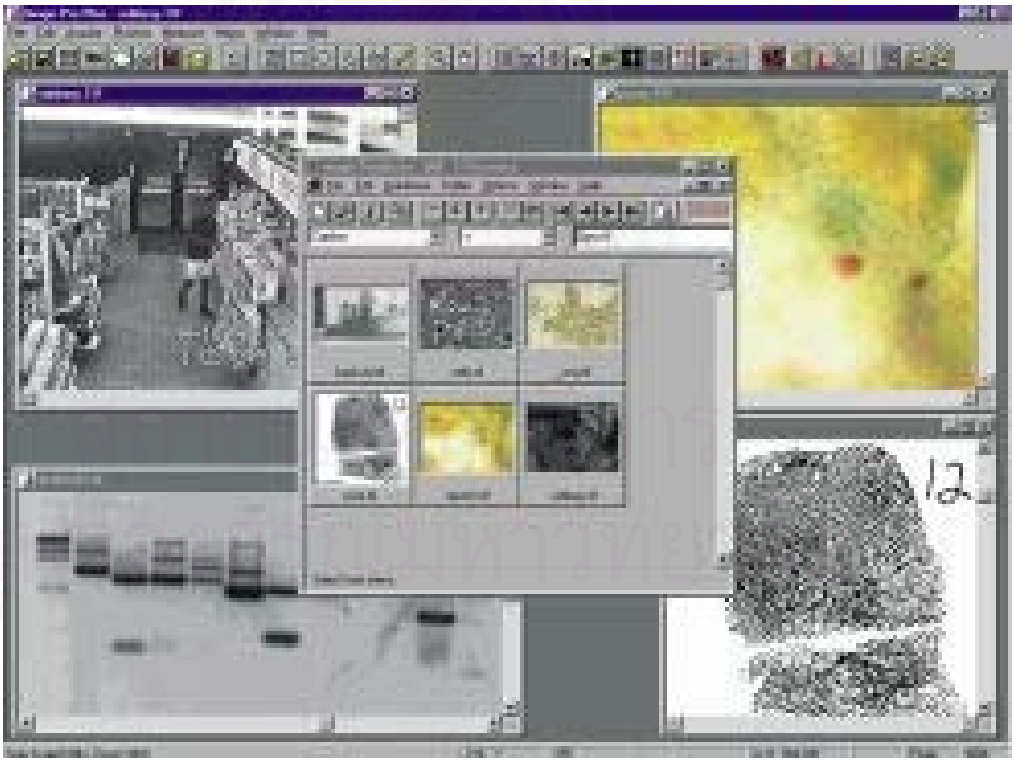
2.3.2 <u>การตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์</u>

การตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีที่เรียกว่า Image Analysis หรือการวิเคราะห์ทางภาพ ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ที่ทำให้สามารถตรวจสอบโครงสร้างผ้าได้สะดวก รวดเร็ว มีความแม่นยำ และไม่ต้องอาศัยความชำนาญส่วนบุคคล วิธีการที่ใช้จะต้องมีภาพของผ้าที่ต้องการหาโครงสร้างผ้า การจับภาพของผ้าโดยมากจะใช้การถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอล และจากนั้นทำการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลหาโครงสร้างผ้า หรือจำนวนเส้นด้ายยืน-ด้ายพุ่งต่อหน่วยความยาว (นิ้วหรือเซนติเมตร) หรือจุดบกพร่องบนผ้า ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้เขียนโปรแกรม ตัวอย่างการนำวิธีวิเคราะห์ทางภาพมาใช้งานด้านอื่นๆ เช่น การตรวจสอบเครื่องจักร (industrial measurement), การตรวจสอบลายนิ้วมือ (criminal forensics)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.86 Industrial Measurement [http://www.mediacy.com/ippage.htm, 2003.]



รูปที่ 2.17 Criminal Forensics [http://www.mediacy.com/ippage.htm, 2003.]

2.4 วิทยาศาสตร์ของสีเบื้องต้น

สีเป็นแสงชนิดหนึ่ง มีสมบัติเป็นคลื่นตามขวาง แสงอาจอยู่ในรูปของรังสี (ray), คลื่น (wave), พลังงาน (quantum) โดยสเปกตรัมของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร ซึ่งแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 ความยาวคลื่นที่แสงสีต่างๆ

ม่วง	น้ำเงิน	เขียว	เหลือง	ส้ม	แดง
400-450	450-500	500-570	570-590	590-610	610-700

การเกิดสีต่างๆ ได้นั้นเกิดจากการผสมกันของสเปกตรัมในปริมาณต่างๆ และสีนั้นเป็นสีอะไรก็เนื่องจากสีนั้นๆ ถูกสะท้อนแสงได้มาก ในทางวิทยาศาสตร์ของสีแสงที่มีสีต่างๆ เช่น สีม่วง สีแดง เรียกว่า cromatic หรือมีสี ส่วนสีดำและสีขาวจะถือว่าเป็น acromatic หรือไม่มีสี

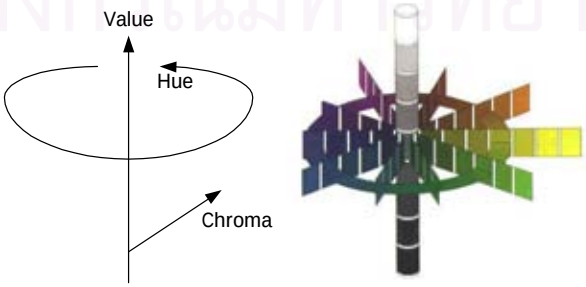
ลักษณะของสีที่มองเห็นแบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ

1) Hue หรือเฉดสี

2) Value (Lightness) หรือค่าความสว่างของสี

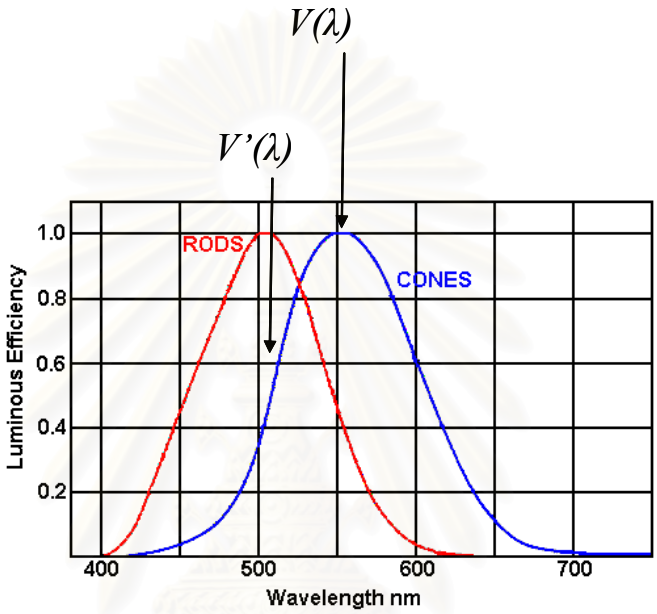
3) Chroma (Saturation) หรือความสดใสของสี หรือความอิ่มตัวของสี

เมื่อนำลักษณะของสีที่มองเห็นทั้งสาม มาจัดลำดับด้วยการใช้สายตา จะเรียกระบบในการจัดลำดับสีนี้ว่า ระบบมันเซลล์ (Munsell) ซึ่งเป็นระบบที่พัฒนาขึ้นในปีค.ศ.1905 โดย Albert H. Munsell ดังแสดงในรูปที่ 2.98



รูปที่ 2.98 ปริภูมิสีมันเซลล์

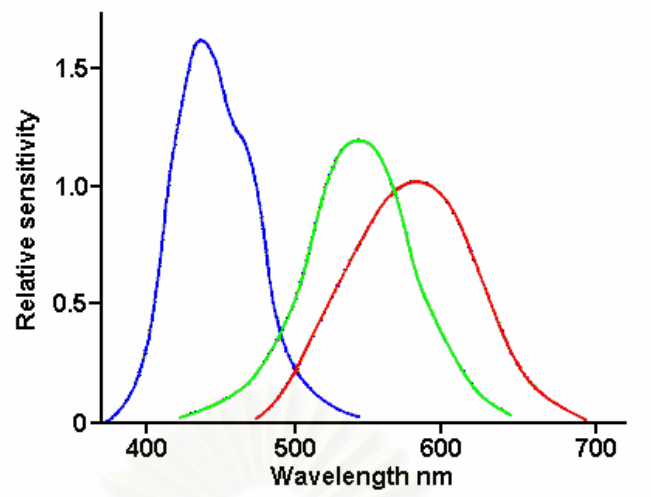
ดวงตามนุษย์ อาจจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ตามภาวะของแสงในขณะที่สังเกต กล่าวคือ ในภาวะที่มีแสดงน้อย (scotopic vision) ซึ่งเกิดจากการรับแสงของเซลล์รอด (Rod Cell) ภาพที่สร้างขึ้นเป็นภาพไม่มีสี (monochromatic) หมายถึงภาพขาวดำ เมื่อนำความว่องไวในการรับรู้แสงของสายตาในแต่ละความยาวช่วงคลื่นมาวาดกราฟ จะได้ spectral luminous efficiency function ดังรูปที่ 2.19 สังเกตว่าความว่องไวที่ความยาวคลื่น 510nm จะมีมากที่สุด



รูปที่ 2.19 Spectral luminous efficiency function

ส่วนในภาวะที่มีแสงมาก สายตามนุษย์จะรับแสงด้วยวิธี photopic ซึ่งเกิดจากเซลล์โคน ซึ่งมีอยู่ 3 ประเภท เกิดการกระตุ้นในปริมาณที่ต่างๆ กันไป ดังแสดงไว้ด้วย spectral sensitivity curve ในรูปที่ 2.20

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

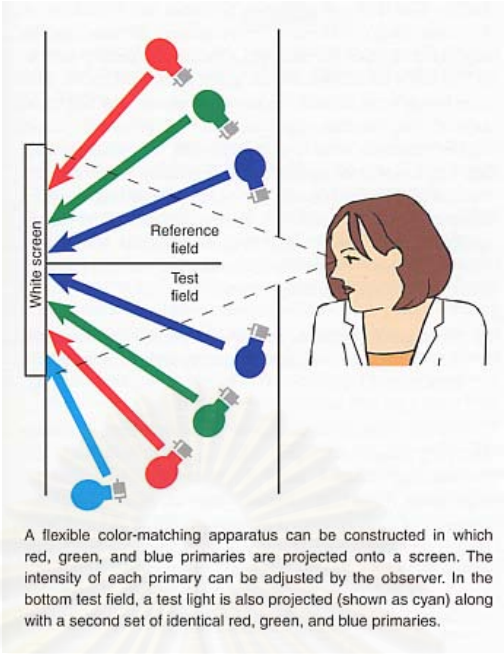


รูปที่ 2.20 Spectral sensitivity curve

ซีไออีได้อาศัยหลักการในการรับรู้แสงของสายตามนุษย์นี้เอง มาออกแบบการทดลองดังรูปที่ 2.21 แสงสีสเปกตรัมทีละความยาวคลื่นลงบนฉากสีขาว จากนั้นจะให้ผู้สังเกต (observer) ปรับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงปฐมภูมิที่มีสีสามสี คือสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ในการกำหนดแสงปฐมภูมินั้น เนื่องจาก spectral sensitivity ไม่ตรงกับแสงสีใดแสงสีหนึ่ง ในการเทียบสี จึงกำหนดให้มี matching stimuli ดังนี้

- แสงสีแดง 700 นาโนเมตร
- แสงสีเขียว 546.1 นาโนเมตร
- แสงสีน้ำเงิน 435.8 นาโนเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



A flexible color-matching apparatus can be constructed in which red, green, and blue primaries are projected onto a screen. The intensity of each primary can be adjusted by the observer. In the bottom test field, a test light is also projected (shown as cyan) along with a second set of identical red, green, and blue primaries.

รูปที่ 2.21 การทดลองหา RGB-color matching function

เมื่อทดลองหาปริมาณของแสงสีทั้งสามที่ผสมกันให้เกิดแสงสีขาว (equi-energy stimulus, SE) พบว่าใช้ปริมาณความเข้มของแสงทั้งสามไม่เท่ากัน ทำให้ค่าที่ได้ยุ่งยากต่อการใช้งาน จึงเปลี่ยนหน่วยใหม่ เรียกว่า Trichromatic Unit คือ

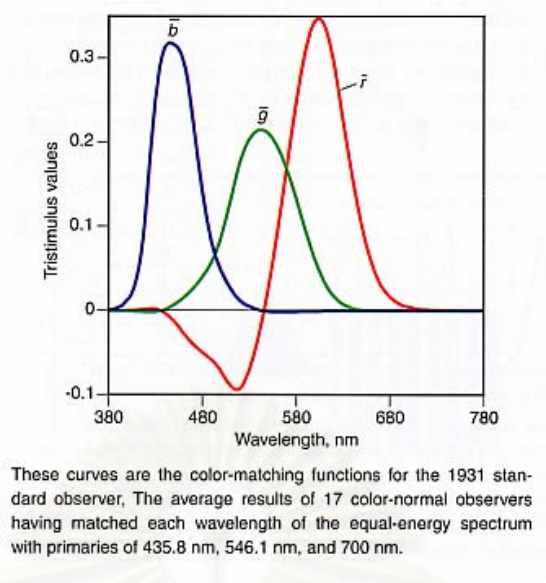
- แสงสีแดง 1.0000 cd/m^2 = 1 หน่วยสีแดง (1 R)

- แสงสีเขียว 4.5907 cd/m^2 = 1 หน่วยสีเขียว (1 G)

- แสงสีน้ำเงิน 0.0601 cd/m^2 = 1 หน่วยสีน้ำเงิน (1 B)

นั่นคือจะพบว่า SE หรือแสงขาว ได้จากการผสมรวมกันของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินในอัตราส่วน RGB เป็น 1 : 1 : 1 เรียกตัวเลขทั้งสามนี้ว่า ค่าไตรสติมิวลัส (Tristimulus Values) ดังนั้นการเทียบแสงสีใดๆ กับแสงสีปฐมภูมิ ก็จะบอกปริมาณของแสงสีปฐมภูมิที่ใช้ด้วยตัวเลข 3 ตัวดังกล่าว

หากทำการทำลองเดียวกัน แต่แทนที่จะเทียบกับแสงขาว หรือสีใดๆ จะเทียบแสงสีปฐมภูมิกับแสงสีของสเปกตรัมในแต่ละความยาวคลื่น นำค่าไตรสติมิวลัสมาพลอตกับความยาวคลื่น จะได้กราฟที่เรียกว่าฟังก์ชันการเทียบสีอาร์จีบี (RGB-color matching function) ดังแสดงในรูปที่ 2.22



These curves are the color-matching functions for the 1931 standard observer, The average results of 17 color-normal observers having matched each wavelength of the equal-energy spectrum with primaries of 435.8 nm, 546.1 nm, and 700 nm.

รูปที่ 2.22 CIE RGB-color matching function

สังเกตว่าในบางจุดสังเกตว่าในบางจุดค่าไตรสติมิวลัสมีค่าเป็นลบ ทั้งนี้เนื่องจากขณะที่ทำการทดลอง ไม่สามารถเทียบแสงสีที่ความยาวคลื่นนั้นๆ กับแม่สีมาตรฐานได้ จึงต้องนำแม่สีไปเพิ่มให้กับแสงสีนั้นเสียก่อน ค่าที่ได้ในกราฟจึงเป็นค่าลบ

จากค่าความเข้มข้นของแม่สีต่างๆ ของแสงสีขาวหรือความส่องสว่างที่ประกอบไปด้วยความเข้มข้น [R] = 1 cd/m^2, [G] = 4.5907 cd/m^2, [B] = 0.0601 cd/m^2 สามารถคำนวณหาค่าความส่องสว่างรวม (L) ได้จาก

$$L = [R] + [G] + [B] = R + 4.5907G + 0.0601B \qquad (2.1)$$

ความสัมพันธ์นี้รู้จักกันในชื่อกฎของกราสมานน์ (Grassmann's Law)

2.5 ภาษาไมโครซอฟต์วิชวลเบสิค [ดร.ประณัฐ โพธิยะราชและคณะ, 2545.]

ภาษาวิชวลเบสิคเป็นภาษาสำหรับการโปรแกรมโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ระบบปฏิบัติการแบบวินโดส์ และนับว่าเป็นภาษาที่รวดเร็วและใช้งานง่าย คำว่า 'visual' หมายถึงวิธีการในการสร้างกราฟฟิคในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (graphic user interface, GUI) แทนที่จะเขียนโปรแกรมหลายๆ บรรทัดเพื่อบอกถึงลักษณะการปรากฏ สมบัติและตำแหน่งของอิลิเมนต์ของกราฟฟิคอินเตอร์เฟส ผู้โปรแกรมเพียงเพิ่มวัตถุ (object) ที่มีอยู่แล้ว ลงบนตำแหน่งที่ต้องการบนจอภาพ ส่วนคำว่า 'basic' เป็นคำที่แสดงว่าภาษาวิชวลเบสิคได้รับการพัฒนามาจากภาษาเบสิค (BASIC, Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code)

แม้ว่าภาษาวิชวลเบสิคจะง่ายต่อการใช้งาน แต่ก็มีข้อเสียคือ หากไม่ระมัดระวังในการออกแบบโปรแกรม อาจทำให้การประเมินผลของโปรแกรมช้าเกินไป นอกจากนี้ผู้โปรแกรมอาจไม่สามารถปรับเปลี่ยนลักษณะต่างๆ ที่เชื่อมโยงกับวินโดวส์โดยตรงได้มากนัก ผู้โปรแกรมพยายามเขียนโปรแกรมให้ใช้หน่วยความจำน้อยที่สุด โดยอาศัยการเข้าถึงข้อมูลผ่านฮาร์ดดิสค์ โดยเฉพาะเมื่อลายทอมีขนาดใหญ่ การประมวลผลจะช้าลงอย่างเห็นได้ชัด

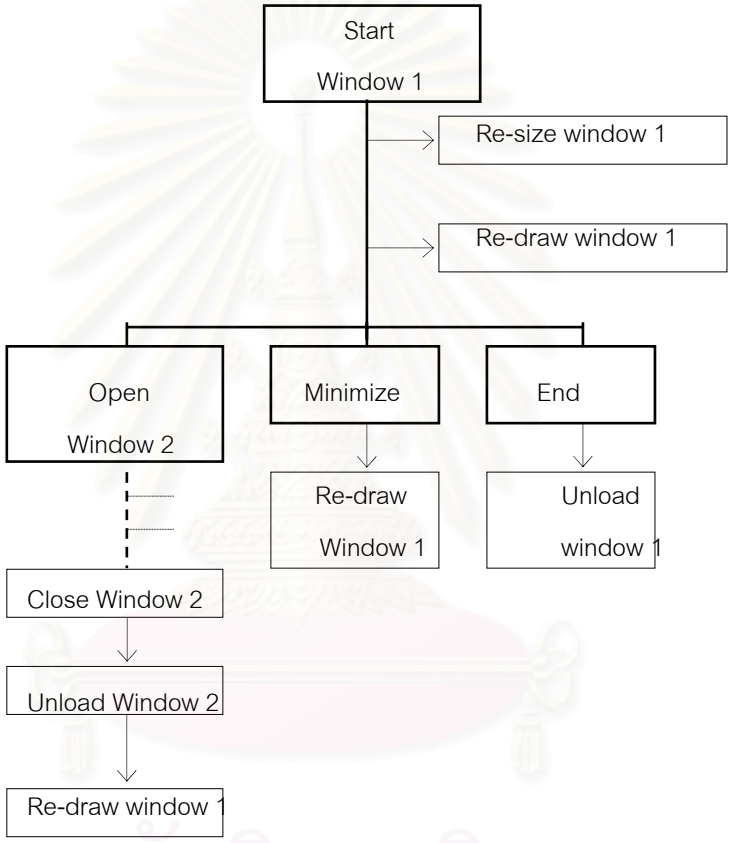
หากเราเข้าใจถึงการทำงานของวินโดวส์ เราจะสามารถเข้าใจกระบวนการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาวิชวลเบสิคได้ง่ายขึ้น วินโดวส์ประกอบไปด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ หน้าต่าง (windows) เหตุการณ์ (events) และข้อความ (messages)

Windows คือบริเวณรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีขอบเขตในการแสดงผลของตนเอง หน้าต่างมีอยู่หลายชนิด (ชื่อระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ก็ได้มาจากการทำงานของหน้าต่างนี้เอง) เช่น explorer window ใน MS-Windows หรือ document window ในโปรแกรมประมวลผลคำ (word processing program) หรือ dialog box ที่ปรากฏขึ้นมาเพื่อเตือนให้ผู้ใช้ทราบว่ามีอีเมลล์ใหม่ส่งมาถึง ไมโครซอฟต์วินโดวส์จัดการกับ windows เหล่านี้ โดยกำหนดค่าเฉพาะตัวให้ เรียกว่า window handle ระบบจะคอยตรวจสอบ windows เหล่านี้ว่ามีเหตุการณ์ หรือ events ใดเกิดขึ้นบ้าง

Events จะเกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้สั่งให้ระบบปฏิบัติการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น กดเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ การส่งค่าจากโปรแกรม หรือ events อื่น แต่ละครั้งที่มี events เกิดขึ้น ระบบจะประมวล messages และส่งไปยัง windows อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง windows เหล่านี้ก็จะนำ messages ที่ได้ไปทำงานตามคำสั่งของตนเอง เช่น แสดงภาพใหม่อีกครั้ง เมื่อ windows ที่บังอยู่ถูกปิด ผู้ใช้ไม่ต้องเกี่ยวข้องกับการจัดการ messages เหล่านี้ แต่เป็นหน้าที่ของผู้เขียนโปรแกรมที่ต้องบอกให้แต่ละ windows ทราบว่าควรจะทำงานตามคำสั่งใด

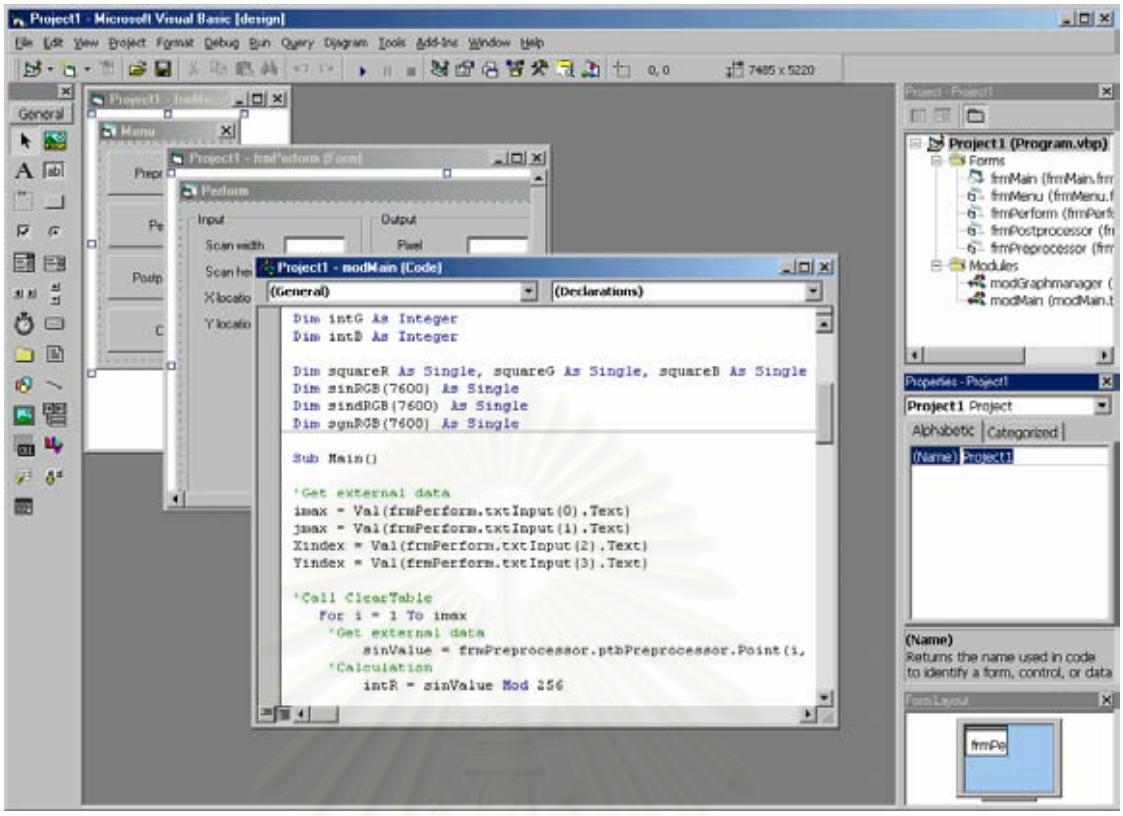
เทคนิคการโปรแกรมแบบเดิม ตัวโปรแกรมจะถูกควบคุมด้วยชุดคำสั่ง ซึ่งจะบอกให้รู้ว่าเมื่อใดชุดคำสั่งใดควรทำงานไปตามลำดับโดยเริ่มจากบรรทัดแรกไปยังเส้นทางที่กำหนด ส่วนโปรแกรมในวินโดวส์ จะเป็น event-driven application กล่าวคือคำสั่งจะไม่ดำเนินไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้แต่จะดำเนินไปตาม events ที่เกิดขึ้น ในการปฏิบัติงานแต่ละครั้งเส้นทางในการดำเนินโปรแกรมย่อยเปลี่ยนไปขึ้นกับ events ที่เกิดขึ้นนั่นเอง เนื่องจากลำดับของ events ไม่สามารถจะถูกกำหนดได้ ชุดคำสั่งจะต้องครอบคลุมเหตุการณ์ทั้งหมดที่จะเป็นไปได้เมื่อโปรแกรมเริ่มทำงาน เมื่อนักโปรแกรมสร้างสมมติฐาน (เช่น ช่องสำหรับให้ผู้ใช้เติมจะต้องมีค่าที่ต้องการ ก่อนที่คำสั่งจะดำเนินต่อไป) จะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าสมมติฐานจะต้องเป็นจริงเสมอ

รูปที่ 2.23 แสดงถึงสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อสั่งให้โปรแกรมวิชวลเบสิคทำงาน เมื่อ Window 1 เริ่มขึ้น ชุดคำสั่งในการ re-size และ re-draw จะทำงาน จากนั้น Window 1 จะรอให้เหตุการณ์ต่อไปเกิดขึ้น เมื่อได้รับเหตุการณ์ ไม่ว่าจะเป็นจากผู้ใช้ (เช่น การกดแป้นพิมพ์ หรือการกดเมาส์) หรือจากระบบ (เช่น การตั้งรอเวลา) ชุดคำสั่งที่เกี่ยวข้องจะเริ่มทำงาน หากผู้ใช้สั่งคำสั่ง minimise command ชุดคำสั่ง re-draw จะทำงาน เหตุการณ์ที่มักเกิดขึ้นร่วมกับเหตุการณ์อื่นๆ เช่นในการกดเมาส์แบบ double click จะมี events MouseDown MouseUp และ Click เกิดขึ้นพร้อมๆ กัน จากนั้น Window 1 ก็จะรอ events ต่อไป



รูปที่ 2.23 แผนผังของโปรแกรมวิชวลเบสิค [ดร.ประณัฐ โพธิยะราชและคณะ, 2545.]

ลักษณะการพัฒนาโปรแกรมของภาษาวิชวลเบสิค เรียกว่า Integrated development environment or IDE (รูปที่ 2.24) เนื่องจากได้รวมฟังก์ชันต่างๆ ไว้เข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบ แก้ไข แปลภาษา และตรวจพิเคราะห์ข้อผิดพลาด ในโปรแกรมภาษาดั้งเดิม ฟังก์ชันเหล่านี้มักจะทำงานแยกออกจากกัน



รูปที่ 2.24 Integrated Development Environment ของภาษาวิชวลเบสิค

การพัฒนาโปรแกรมภาษาวิชวลเบสิค ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบอินเตอร์เฟส การตั้งค่าสมบัติเฉพาะของอิลิเมนต์สำหรับอินเตอร์เฟส และกำหนดชุดคำสั่งของ events ต่างๆ การออกแบบอินเตอร์เฟสเป็นสิ่งแรกที่ต้องทำในการพัฒนกโปรแกรมภาษาวิชวลเบสิค กราฟฟิคอินเตอร์เฟสสำหรับผู้ใช้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแบบวินโดวส์ เนื่องจากมีลักษณะเป็นโปรแกรมแบบ event-driven นั่นเอง การออกแบบกราฟฟิคอินเตอร์เฟสที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ผู้ใช้สับสน และก่อให้เกิด events ที่ไม่ต้องการได้ Forms เป็นอินเตอร์เฟสพื้นฐานสำหรับการออกแบบโปรแกรมภาษาวิชวลเบสิค จากนั้นก็จะวาด object ต่างๆ ลงบน forms ที่สร้างขึ้นนี้เอง ในขณะเดียวกันเราก็ต้องตั้งค่าสมบัติเฉพาะให้ forms และ objects ที่สร้างขึ้น ไม่ว่าจะเป็นลักษณะปรากฏ ตำแหน่ง เป็นต้น

ชุดคำสั่งในภาษาวิชวลเบสิคแบ่งเป็นบล็อคเล็กๆ เรียกว่า procedure ซึ่งมี 2 ชนิดคือ event procedure ซึ่งเป็นชุดคำสั่งที่ทำงานเมื่อเกิดเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งขึ้นมา ส่วน general procedure จะทำงานเมื่อได้รับการร้องขอจาก procedure อื่น ประโยชน์ของ general procedure ก็คือทำให้แต่ละ procedure สั้นลง ง่ายต่อการตรวจพิเคราะห์ (debugging) เมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในโปรแกรม รูปแบบของ procedures จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

```
Sub subprogram name (arguments)
                .
                . codes
                .
                .
End Sub
```

นอกจากนี้ผู้ใช้งานสามารถใช้ภาษาวิชวลเบสิคเพื่อปรับปรุงการทำงานของโปรแกรมให้ตรงความต้องการและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น โปรแกรม Word, Excel, Access หรือ PowerPoint ได้เตรียมภาษาวิชวลเบสิคมาให้ผู้ใช้ ซึ่งการเขียนโปรแกรมแทบจะเหมือนกับภาษาวิชวลเบสิคทุกประการ ทำให้ผู้ใช้สามารถปรับแต่งการทำงานของชีทคำนวณ Excel ได้หรือแม้กระทั่งเชื่อมต่อการทำงานระหว่างโปรแกรม เช่น เชื่อมข้อมูลระหว่าง Excel, PowerPoint, Access และ Word ให้ทำงานร่วมกันอย่างอัตโนมัติ

ในการพัฒนาระบบงานคอมพิวเตอร์นั้น คงจะหนีไม่พ้นการทำงานกับระบบฐานข้อมูล เนื่องจากระบบฐานข้อมูลมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการใช้งานคอมพิวเตอร์ต่อธุรกิจ ไม่ว่าจะเป็นระบบข้อมูลการซื้อขาย ระบบบัญชี ระบบข้อมูลลูกค้าต่างๆ โดยโปรแกรมวิชวลเบสิคได้เตรียมเครื่องมือในการสร้างระบบงานติดต่อฐานข้อมูลเพื่อทำระบบ client-server database ไว้อย่างมากมาย ซึ่งในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงการติดต่อกับฐานข้อมูล Microsoft Access

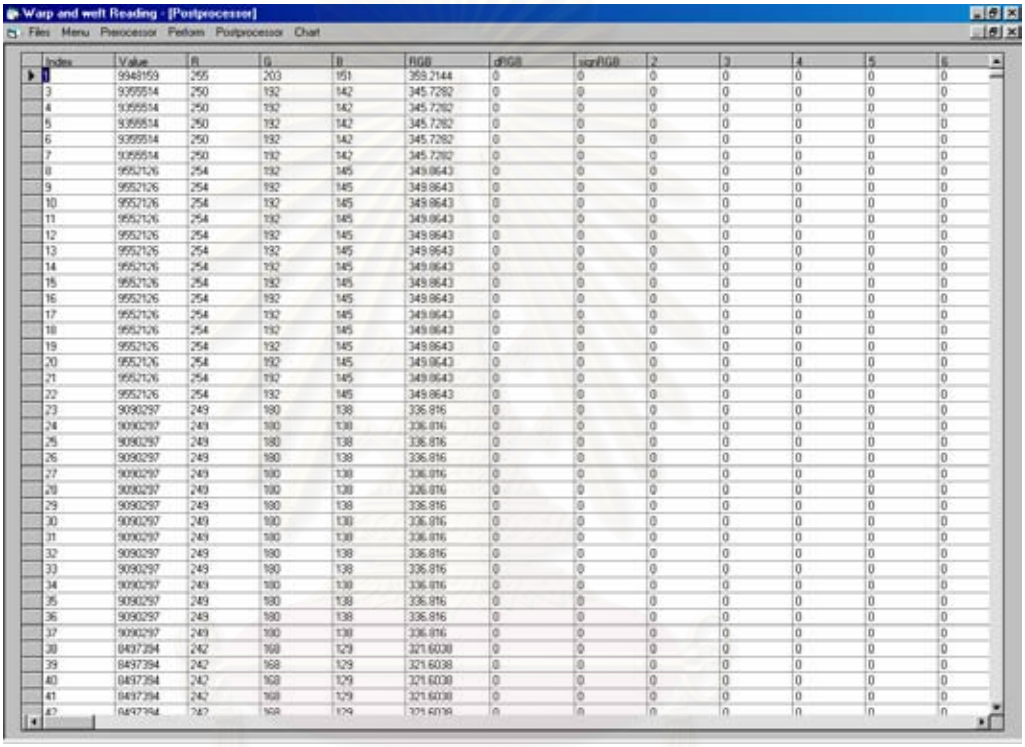
2.6 การติดต่อกับฐานข้อมูล [ฉัททวุฒิ พืชผลและพิชิตสันติกุลานนท์, 2544.]

คำว่าฐานข้อมูลหรือ database นั้นจะหมายถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในที่เดียวกัน โดยหัวใจของ database นั้นจะมีโปรแกรมที่คอยจัดการข้อมูลต่างๆ ซึ่งเราเรียกว่า DBMS (Database Management System) หรือ database engine ที่อาจมองเสมือนเป็นเครื่องจักรของฐานข้อมูล ที่ทำงานเพื่อช่วยให้เราสามารถเก็บข้อมูลต่างๆ ไว้ด้วยกันอย่างมีระบบ และสามารถจัดเรียงประมวลผล หรือค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับระบบ database จะมีอยู่หลายรูปแบบ แต่ที่เป็นที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบันคือรูปแบบของ relational database ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลที่อยู่ในตารางต่างๆ และตารางเหล่านี้จะมีการเชื่อมต่อสัมพันธ์กันเพื่อประโยชน์ของการจัดเก็บ การ update และการค้นหาข้อมูล คำศัพท์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับ relational database มีดังนี้

2.6.1 ตาราง

ตาราง (table) คือโครงสร้างที่เราใช้เก็บข้อมูลจริงใน Database โดยเก็บในรูปแบบของตารางย่อยๆ ที่มีความสัมพันธ์กันแต่ละแถว (row) ในตารางซึ่งเรียกว่า “เรคอร์ด” (record) ส่วนแต่ละคอลัมน์ (column) ในแถวจะเรียกว่า “ฟิลด์” (field) โดยแต่ละเรคอร์ดคือข้อมูลหนึ่งชุดที่มีโครงสร้างซ้ำกัน และแต่ละฟิลด์ก็คือข้อมูลตัวเดียวกันของแต่ละเรคอร์ดนั่นเอง ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ตัวอย่างตารางของ Microsoft Access

2.6.2 ความสัมพันธ์และคีย์

ความสัมพันธ์ (relation) จะเป็นหัวใจหลักของระบบฐานข้อมูลแบบ relational กล่าวคือเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตารางต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยอาศัยฟิลด์ที่มีค่าตรงกันในแต่ละตารางเป็นตัวเชื่อมหรือที่เรียกว่า “คีย์” (key) นั่นเอง โดยปกติแล้วแต่ละเรคอร์ดในตารางจะต้องมีคีย์หรือข้อมูลที่จะเป็นกุญแจสำหรับเข้าถึงหรือบ่งชี้ว่าเรคอร์ดใดเป็นเรคอร์ดใดหรือต่างจากเรคอร์ดอื่นอย่างไร เหมือนกับที่ทุกคนต้องมีชื่อและนามสกุลที่แตกต่างกันเวลาอ้างอิงจะได้รู้ว่าเป็นใคร

2.6.2.1 คีย์หลัก (Primary Key)

เป็นคีย์หลักที่ใช้ในการจัดเรียงแยกแยะข้อมูลแต่ละเรคอร์ดในตารางนั้น ออกจากกัน primary key นี้จะต้องมีค่าอยู่ในทุกเรคอร์ด จะปล่อยว่างไม่ได้ อีกทั้งยังจะต้องไม่ซ้ำกันเลย (unique) ด้วยซึ่งอาจเลือกฟิลด์ใดฟิลด์หนึ่งมาเป็นคีย์หรือกำหนดขึ้นมาใหม่ก็ได้ ตัวอย่างเช่น เลขประจำตัวประชาชน 13 หลัก หรือรหัสสินค้า (bar code) เป็นต้น

2.6.2.2 คีย์เชื่อมโยง (Foreign Key)

เป็นฟิลด์ที่มีเก็บอยู่ในหลายตารางจึงสามารถใช้เป็นคีย์ในการเชื่อมโยง ข้อมูลระหว่างตารางเข้าด้วยกัน ตัวอย่างเช่น ระบบงานสั่งซื้อสินค้า อาจมีตารางข้อมูลลูกค้า สำหรับเก็บรายละเอียดของลูกค้าแต่ละคน ซึ่งจะมีชื่อและเลขประจำตัวประชาชนของลูกค้าเป็น primary key ส่วนตารางใบสั่งซื้อสินค้าใช้เก็บข้อมูลการสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละคน ซึ่งในแต่ละเรคอร์ดก็จะต้องมีชื่อเลขประจำตัวประชาชนของลูกค้าที่สั่งสินค้าเช่นกัน และในการค้นหารายละเอียดลูกค้าว่าคนนี้อยู่ที่ใด ชื่ออะไร ทำได้โดยเชื่อมโยงข้อมูลในเรคอร์ดจากทั้งสองตารางเข้าด้วยกันได้โดยใช้เลขประจำตัวประชาชนนี้เองเป็น foreign key

ไมโครซอฟท์ได้พัฒนาเทคโนโลยีการติดต่อกับระบบฐานข้อมูลสำหรับโปรแกรมและเครื่องมือพัฒนาระบบต่างๆ มาหลายอย่างเข้าด้วยกัน ได้แก่

1) ADO (ActiveX Data Object) เป็นเทคโนโลยีการติดต่อกับระบบฐารข้อมูลที่ทางบริษัทไมโครซอฟท์ ได้พัฒนาขึ้นใหม่เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับระบบฐานข้อมูลหรือระบบข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูล e-mail ข้อมูลภาพและอื่นๆ ได้โดยสะดวก รวดเร็วและดีขึ้นกว่าเทคโนโลยีเดิมของไมโครซอฟท์ที่ใช้ติดต่อกับฐานข้อมูลเท่านั้น ซึ่งได้แก่ DAO, ODBC และ RDO

2) DAO (Data Access Object) ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้โปรแกรมสามารถติดต่อกับฐานข้อมูลของ Microsoft Access ได้ โดย DAO จะเป็นออบเจ็คที่ใช้ติดต่อกับ Jet database engine ซึ่งเป็นเสมือนหัวใจหรือเครื่องยนต์ของ MS Access ด้วยความที่ MS Access มีผู้ใช้จำนวนมาก จึงทำให้ DAO มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย แต่ DAO มีความสามารถจำกัดอยู่ที่ Microsoft Access เท่านั้น

3) ODBC (Open Database Connectivity) ถูกสร้างขึ้นสำหรับพัฒนาระบบ client-server โดยทำให้สามารถติดต่อกับฐานข้อมูลชนิดต่างๆ ได้หลากหลาย ซึ่ง ODBC จะทำตัวเป็น

เสมือนตัวกลางเชื่อมโยงระหว่างโปรแกรมที่เราใช้งาน กับระบบฐานข้อมูลที่อยู่ข้างหลัง ในปัจจุบัน ODBC เป็นเสมือนมาตรฐานกลางของการติดต่อกับฐานข้อมูลที่เป็น relational database

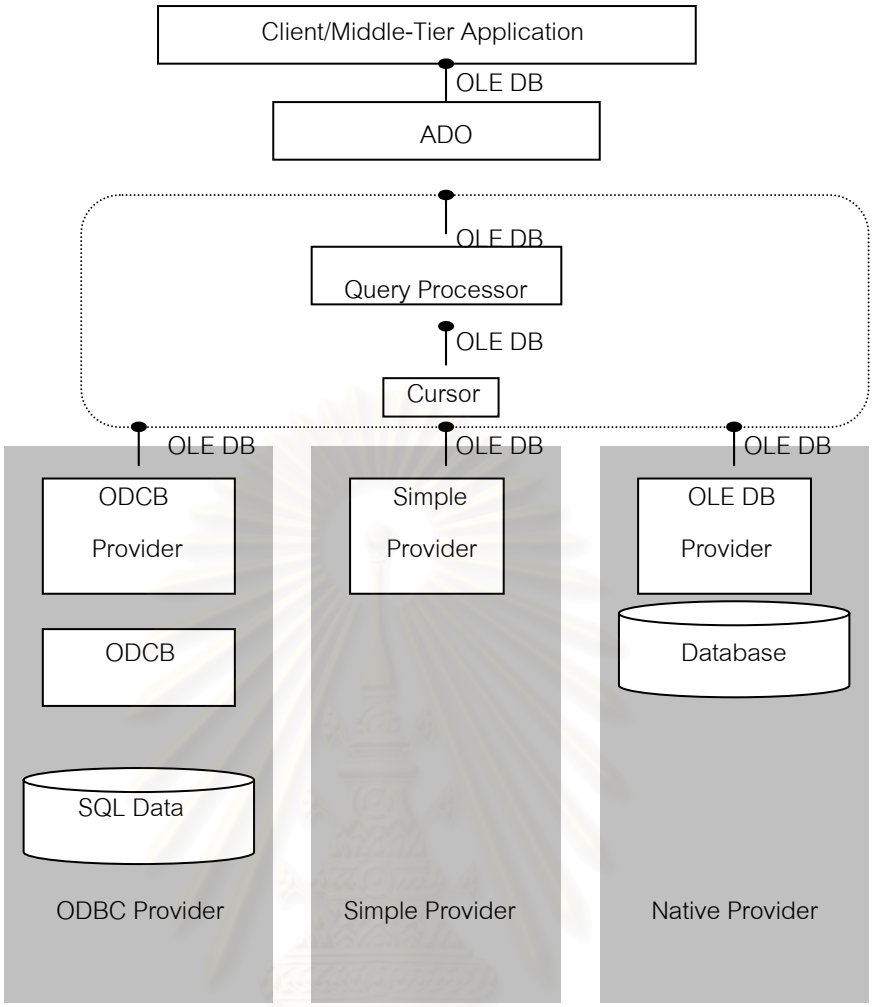
4) RDO (Remote Data Object) ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้สามารถติดต่อกับฐานข้อมูลในระบบ client-server ได้อย่างสะดวกและง่ายดายกว่าการเขียนโปรแกรมติดต่อกับ ODBC โดยตรง

กล่าวโดยสรุปก็คือ ADO เป็นออบเจ็คใหม่และเทคโนโลยีใหม่ที่ทางไมโครซอฟท์พัฒนาขึ้นเพื่อให้โปรแกรมเมอร์เขียนโปรแกรมติดต่อฐานข้อมูลต่างๆ ได้สะดวกขึ้น ง่ายขึ้น และมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นกว่า DAO และ RDO ที่มีอยู่เดิม นอกจากนี้ ADO ยังเป็นเครื่องมือที่ไม่ขึ้นกับภาษา (Language Independence) นั่นหมายถึงว่าเราสามารถใช้คำสั่งหรือไวยากรณ์ของ ADO ที่เหมือนกันเสมอไม่ว่าจะเรียกใช้จากภาษา Visual Basic, Visual C++, Visual J++ หรือ VB Script ก็ตาม

ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลต่างๆ โปรแกรมวิชวลเบสิคได้เตรียมออบเจ็คชนิดหนึ่งที่มีชื่อว่า ADC หรือ ActiveX Data Control โดย ADC นี้เป็นคอลโทรลที่ไมโครซอฟท์ได้ออกแบบมาเพื่อทำให้การติดต่อผ่าน ADO และ OLE DB เป็นไปได้อย่างสะดวกง่ายดายขึ้น โดย ADO เป็นออบเจ็คที่ทำให้เขียนโปรแกรมติดต่อกับข้อมูลได้ง่ายและดีขึ้น (ผ่านทาง OLE DB) ส่วน OLE DB เป็น data engine หรือหัวใจของการจัดการข้อมูลตัวใหม่ของไมโครซอฟท์ที่ทำหน้าที่ควบคุมและดูแลข้อมูลต่างๆ รูปที่ 2.26 แสดงความสัมพันธ์ของ ADO และ OLE DB

รูปที่ 2.26 ADC หรือ ActiveX Data Control

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.27 ความสัมพันธ์ของ ADO และ OLE DB[ฉัททวุฒิ พืชผลและพิชิต สันติกุลานนท์, 2544.]

Client/Middle-Tier Application เป็นโปรแกรม Client-Server ที่พัฒนาบนวิชวลเบสิคเพื่อติดต่อกับฐานข้อมูล ส่วนที่อยู่ในกรอบสีเทาเป็นแหล่งข้อมูลต่างๆ ซึ่งไม่จำกัดเพียงแค่ database เท่านั้น อาจเป็นข้อมูลอื่นๆ เช่น e-mail รูปภาพหรือ แอพพลิเคชันใดๆ ที่สนับสนุน OLE DB Engine

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตรวจสอบโครงสร้างต่างๆ ของผ้าทอ เช่น ลายทอ จุดบกพร่องบนผ้าผืน ขนาดของเส้นด้าย ความหนาแน่นของเส้นด้าย สามารถประยุกต์เทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์มาใช้แทนการตรวจสอบด้วยตาเปล่าได้ โดยจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา ได้มีงานวิจัยหลายงานที่ใช้การตรวจสอบผ้าทอด้วยระบบคอมพิวเตอร์จากวิธีวิเคราะห์ทางภาพ (Image Analysis) ในปี 1986

Ken'ichi Ohta, Katsuhiko Sakaue และ Hideyuki Tamura[Ken'ichi Ohta, et al., 1986: 7-10.] ได้เสนอว่าปัญหาอย่างหนึ่งในการทำการวิเคราะห์ผ้าแบบอัตโนมัติคือทำอย่างไรในการที่จะตรวจหาด้ายยืนและด้ายพุ่งในผ้า งานวิจัยนี้จึงได้เสนอกระบวนการการคำนวณที่มีประสิทธิภาพในการตรวจหาเส้นด้ายที่จัดเรียงกันอยู่บนพื้นผิวของผ้าและวิเคราะห์จุดขัดสานกันของเส้นด้าย โดยได้ใช้ drum scanner เป็นตัวจับภาพผ้าทอ จากงานวิจัยนี้ทำให้ได้สมการในการหาแนวศูนย์กลางของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้าและจุดที่เส้นด้ายขัดสานกัน นอกจากนี้ยังใช้ในการหาความหนาแน่นของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งเพราะสามารถหาระยะห่างของด้ายพุ่งได้ และยังทำให้สามารถหาจุดบกพร่องบนผ้าได้อีกด้วยเพราะจะเกิดความไม่สม่ำเสมอของความหนาแน่นของเส้นด้าย โดยสมการที่ใช้เรียกว่า Hough Transformation

$$\rho = X\cos\theta + Y\sin\theta$$

$$r = \sqrt{iSX + iSY}^{2}$$

เมื่อ $-r \le \rho \le r$

$0 \le \theta \le \pi$

iSX คือ pixel ในแนวแกน X

iSY คือ pixel ในแนวแกน Y

ในปี 1989 Mizuho Kinichita, Yositada Hashimoto, Ryuichi Akiyama และ Sei Uchiyama[Mizuho Kinichita, et al., 1989:1-4.] ได้ทำการอ่านลายทอของผ้าด้วยการใช้ two-dimensional Fourier Transformation วิเคราะห์ภาพผ้าทอที่จับภาพด้วย TV cameras จากการวิจัยได้ผลสรุปความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของลายทอกับ Fourier power spectra ไว้ดังนี้

1) โครงสร้างของลายทอสามารถอธิบายได้จากด้ายยืนและด้ายพุ่ง 2 เส้นที่อยู่ใกล้เคียงกันใน Fourier space

2) weave harness ได้จากการนับจำนวน power spectra ใน unit cell

3) structural unit จะเท่ากับการจัดเรียง Fourier power spectra ของภาพผ้าทอที่หมุนไป 90 องศา

ในปี 1995 Yixiang Frank Zhang และ Randall R. Bresee[Yixiang Frank Zhang and Randall R. Bresee, 1995: 1-9.] ได้พัฒนาซอฟแวร์ 2 แบบเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบกันในการหาจุดบกพร่อง และแบ่งประเภทจุดบกพร่องแบบปม (knot) และแบบสลับ (slub มีลักษณะเป็นเส้นด้ายมีขนาดใหญ่กว่าเส้นด้ายปกติอันเกิดเนื่องมาจากสิ่งสกปรกติดเข้าไปในเส้นด้าย) แนวทางในการหานั้นจะยึดหลักจากวิธีการทางสถิติของระดับความเป็นสีเทา (gray level statistics) และวิธีการทางสัณฐานวิทยา (morphological operations) และใช้ autocorrelation กับทั้งสองวิธีการเพื่อวิเคราะห์หาหน่วยซ้ำของโครงสร้างของผ้า โดยคำนวณได้จากสมการ

$$C_{x,0} = \sum_{i}^{M}\sum_{j}^{N} G_{i,j}G_{i-x,j}$$

$$C_{0,y} = \sum_{i}^{M}\sum_{j}^{N} G_{i,j}G_{i,j-y}$$

เมื่อ $G_{i,j}$ คือ ระดับสีเทาที่จุด (i,j) ของภาพ

M คือ จำนวนจุดในแนวด้ายยืน

N คือ จำนวนจุดในแนวด้ายพุ่ง

$C_{x,0}$ คือ ค่า autocorrelation ที่จุดต่างๆ ของภาพในแนวของด้ายยืน

$C_{0,y}$ คือ ค่า autocorrelation ที่จุดต่างๆ ของภาพในแนวของด้ายพุ่ง

ซึ่งวิธีการคำนวณทางสถิติ (statistical) และทางสัณฐานวิทยา (morphological) จะขึ้นกับหน่วยซ้ำเหล่านี้ โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองกับผ้าลายขัดและลายทะแยง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธี ซึ่งทั้งสองวิธีการนี้มีความสามารถในการวัดและจัดประเภทของจุดบกพร่องแบบปม (knot) และแบบสลับ (slub) ได้เหมือนกันแต่ก็มีชิ้นทดสอบที่ไม่มีจุดบกพร่องเลย (defect-free specimens) จำนวนหนึ่งที่ไม่สามารถหาได้ด้วยวิธีการหาระดับความเป็นสีเทา (gray level) ซึ่งผลนี้เห็นได้อย่างชัดเจน เพราะวิธีการหาระดับความเป็นสีเทามีสิ่งรบกวน (noise) มากเมื่อนำมาใช้ในการคำนวณทั้งหน้าต่างของ thresholding เมื่อเปรียบกับวิธีการทางสัณฐานวิทยาซึ่งใช้ในการหาแต่ละจุด pixels

ในปี 1999 งานวิจัยของ Tae Jin Kang , Chang Hoon และ Kim Kyung Wha Oh [Tae Jin Kang, et al., 1999: 77-83.] ที่ใช้วิธีวิเคราะห์ทางภาพเพื่อตรวจสอบลายทอและการออกแบบสีของเส้นด้ายด้วยการจับภาพจากแสงที่ส่องผ่านผ้าทอและแสงที่สะท้อนจากผ้าทอ โดยภาพของ

แสงที่ส่องผ่านผ้าใช้หาจุดที่ด้ายยืนและด้ายพุ่งขัดสานกัน และขนาดของเส้นด้าย ส่วนภาพของแสงที่สะท้อนจากผ้าใช้หาจำนวนของเส้นด้ายที่มีสีและการจัดเรียงของเส้นด้ายในโครงสร้างผ้า การหาลายทอของผ้าจะใช้วิธี autocorrelation แล้วนำค่าที่ได้จากการคำนวณมาเขียนกราฟของ autocorrelation กับทุกจุดของภาพที่ทำการอ่านค่า ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงระยะห่างของเส้นด้ายในแนวด้ายยืนและในแนวด้ายพุ่งได้ และความกว้างของฐานกราฟก็สามารถบอกลักษณะการขัดกันของด้ายพุ่งกับด้ายยืนได้ด้วย

ในปี 2000 Chang-Chiun Huang, Sun-Chong Liu และ Wen-Hong Yu[Chang-chuin Huang, et al., 2000: 481-485.] ได้ใช้วิธีการนี้เพื่อตรวจสอบลายทอและทำการหาแผนการร้อยและยกตะกอแบบอัตโนมัติ รวมทั้งหาเบอร์ผ้าซึ่งใช้การหาค่าความเป็นสีเทาของจุดบนภาพเช่นเดียวกับงานวิจัยแรก ด้วยการดูจากค่าความเป็นสีเทาต่ำสุดและสูงสุด ค่าความเป็นสีเทาสูงสุดหมายความว่าเส้นด้ายนั้นทับอยู่บนเส้นด้ายอีกเส้นหนึ่ง เพราะสะท้อนแสงได้มากที่สุดเนื่องจากผ้ามีความลึก แต่ยังไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นเส้นด้ายชนิดใด จึงต้องมีการตรวจสอบด้วยแผนผังการตัดสินใจแบบใช่หรือไม่ใช่ เปรียบเทียบระยะห่างของช่องว่างระหว่างเส้นด้าย 2 เส้นด้วยการวาดรูปการขัดสานกันของเส้นด้ายแบบลายขัด และกำหนดจุดขึ้นมาเพื่อกำหนดเงื่อนไข ซึ่งได้ผลที่สอดคล้องกับการตรวจสอบด้วยตาเปล่า โดยได้ทดลองกับผ้าทอลายขัด ลายทแยง ลายต่วน ทั้งสองงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ได้ใช้วิธีการจับภาพของผ้าทอด้วยกล้องดิจิตอล ซึ่งมีอุปกรณ์และกระบวนการที่ค่อนข้างยุ่งยาก

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่นๆ ที่ใช้วิธีการจับภาพด้วยวิธีนี้อีกคือ ในปี 2001 Tae Jin Kang, Soo Hyun Choi และ Sung Min Kim[Tae Jin Kang, et al., 2001: 261-270.] งานวิจัยที่ตรวจสอบโครงสร้างผ้า เช่น เบอร์ผ้า ความหยิกงอของเส้นด้าย ความหนาของผ้า และน้ำหนักผ้าต่อพื้นที่ซึ่งหาได้จากภาพพื้นผิวด้านบนและภาพตัดขวางของผ้าทอ และใช้วิธีคล้ายกันกับงานวิจัยทั้งสองงานข้างต้น คือ เขียนกราฟจากค่าความเป็นสีเทาของจุดบนภาพในแนวด้ายพุ่งและด้ายยืนเพื่อหาระยะห่างระหว่างเส้นด้าย ใช้ภาพที่ได้จากการส่องผ่านของแสงเพื่อบอกตำแหน่งของเส้นด้ายและขนาดของเส้นด้าย ส่วนการหาโครงสร้างของผ้าอื่นๆ ก็จะใช้สูตรคำนวณต่างกันไปด้วยการใช้ข้อมูลที่ได้จากภาพ ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับค่าที่ได้จากการทดลอง ทำให้เป็นประโยชน์ในการควบคุมเครื่องทอและเหมาะกับผ้าที่ไม่ซับซ้อน

นอกจากการจับภาพผ้าทอด้วยกล้องดิจิตอลแล้ว ยังสามารถจับภาพด้วยเครื่องกราดภาพซึ่งมีความยุ่งยากน้อยกว่า และในปี 2000 Akio Sakaguchi, Hyungsup Kim, Yo-ichi Matsumoto และ Koichiro Toriumi [Akio Sakaguchi, et al., 2000: 950-956.] ได้ทำการศึกษา

reed mark ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อสมบัติของผ้า ด้วยวิธีการทางทฤษฎีและทางการทดลอง ในการวิเคราะห์ลักษณะของผ้าโดยอาศัยการจำลองสเปกตรัมพลังงานของภาพผ้าในรูปแบบของรูปทรงเรขาคณิตของผ้า ซึ่งสเปกตรัมพลังงานเหล่านี้แสดง peak ของความยาวคลื่นที่สัมพันธ์กับระยะห่างของ reed นอกจากนี้ได้ใช้ peak เหล่านี้เพื่ออธิบาย reed mark ในรูปแบบของการจัดเรียงกันของด้ายยืน และที่ความยาวคลื่นเดียวกันนี้ในสเปกตรัมพลังงานที่ได้จากการทดลอง เกิด peak ที่ขึ้นอยู่กับสมบัติของผ้า peak ที่เกิดขึ้นเหล่านี้ได้อธิบายลักษณะของ reed mark และสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้สมบัติของผ้าได้

ในปี 2001 Akio Sakaguchi, Guang Hua Wen, Yo-Ichi Matsumoto, Koichiro Toriumi และ Hyungsup Kim[Akio Sakaguchi, et al., 2001: 666-671.] ได้มีงานวิจัยที่ใช้วิธีการจับภาพด้วยวิธีนี้เพื่อตรวจสอบความไม่สม่ำเสมอของการจัดเรียงตัวของเส้นด้ายบนผิวหน้าของผ้าโดยใช้การคำนวณจากสัมประสิทธิ์ความแปรผันและสเปกตรัมพลังงานที่หาจากระยะห่างระหว่างเส้นด้ายสองเส้น แต่ผลที่ได้ไม่สัมพันธ์กับผลการตรวจสอบด้วยตาเปล่า แต่การตรวจสอบความไม่สม่ำเสมอของผิวหน้าของผ้าด้วยการคำนวณจากความกว้างของสเปกตรัมพลังงานและรูปแบบของสเปกตรัมให้ผลที่สัมพันธ์กับสมบัติจริงของผ้า

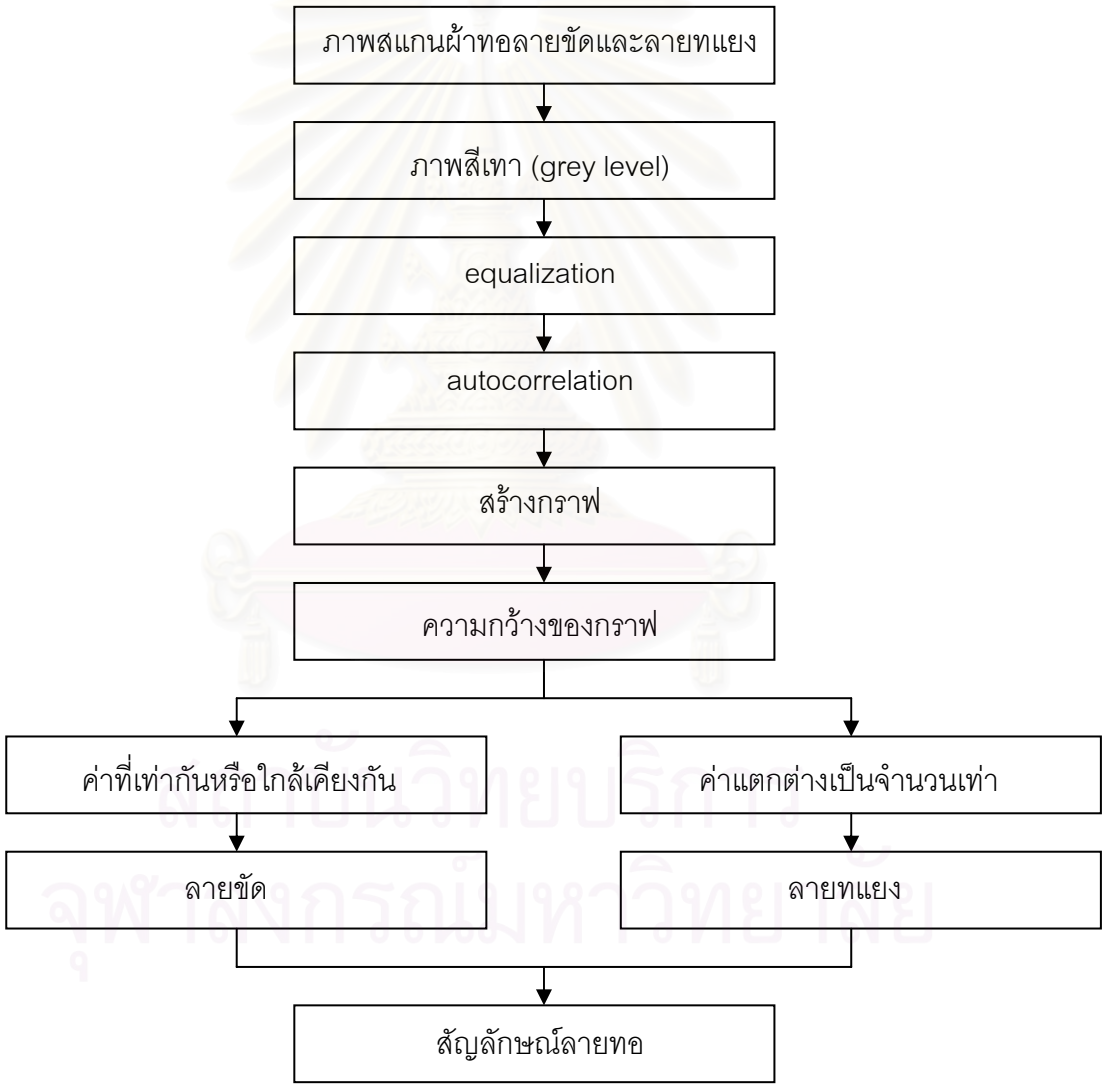
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การทดลอง

3.1 ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการอ่านลายทอ

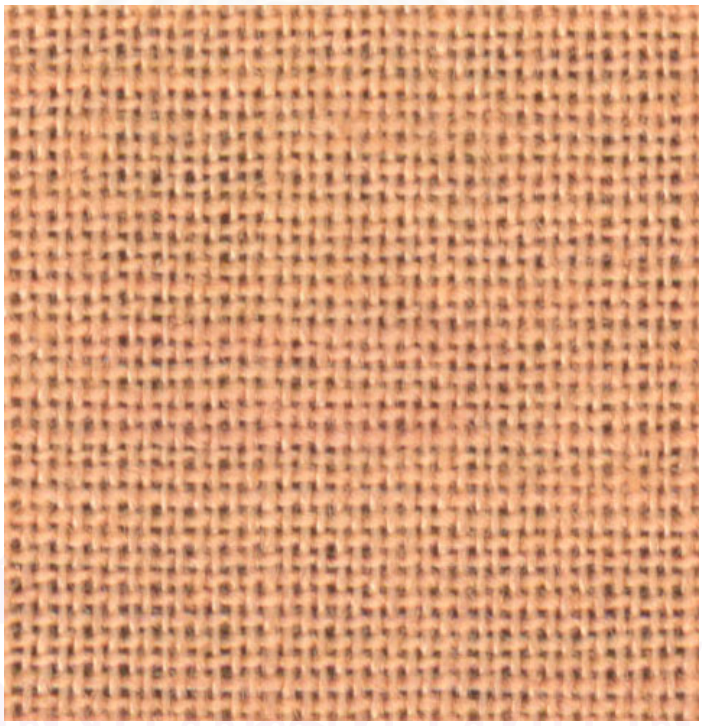
กระบวนการอ่านลายทอโดยการวิเคราะห์ภาพ สามารถสรุปได้ดังผังการไหลที่แสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการอ่านลายทอ

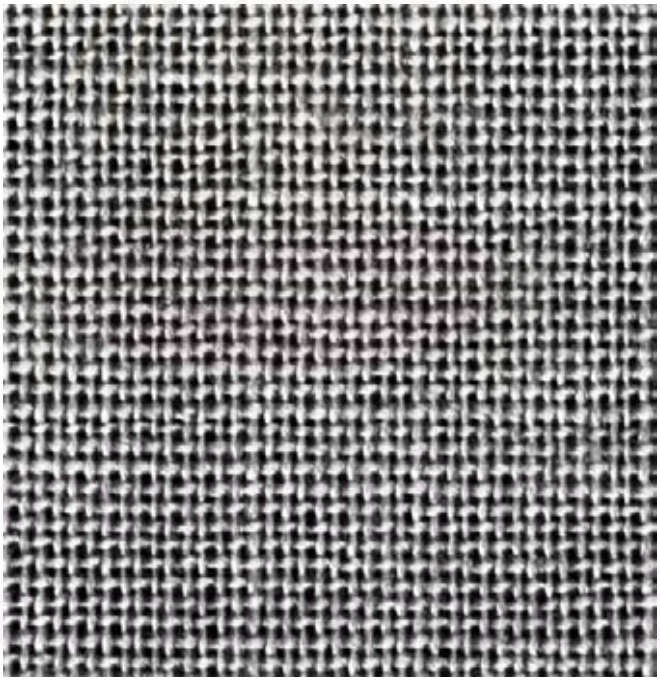
3.2 การเก็บภาพผ้าทอ

การเก็บภาพผ้าทอในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการสแกนภาพพื้นผิวผ้าทอที่มีขนาด 1 x 1 ตารางเซนติเมตร ซึ่งถูกขึงให้ตึงในกรอบของแผ่นพลาสติกด้วยเครื่องกราดภาพ HP scanjet 5470c โดยใช้ความละเอียด (resolution) 1200 dpi จากนั้นนำภาพที่ได้มาทำให้เป็นภาพสีเทาและทำ equalization ซึ่งการทำ equalization นี้คือการทำให้ค่าของระดับความเป็นสีเทาของทุกจุด pixels มีการกระจายตัวของระดับความเป็นสีเทาในภาพให้เป็นระเบียบมากขึ้น โดยตลอดกระบวนการแต่ละจุด pixel ก็ยังคงมีความสว่างเหมือนเดิม แต่จะทำให้เห็นความสว่างและความแตกต่างในภาพได้ชัดเจนขึ้น ดังนั้นเราสามารถนำภาพภาพหนึ่งมาเปรียบเทียบกับอีกภาพหนึ่งหลังจากการทำ equalization ได้ และในหลายๆ กรณีการทำ equalization จะทำให้สามารถบอกรายละเอียดของโครงสร้างภาพที่สามารถเข้าใจได้ด้วยการมองด้วยตาเปล่ามากกว่าภาพเดิมที่ยังมีความแตกต่างของความสว่างน้อย



รูปที่ 3.2 ภาพสแกนผ้าทอลายขัดตัวอย่าง

รูปที่ 3.3 ภาพสแกนของผ้าทอลายขัดสีเทาที่ยังไม่ได้ Equalization



รูปที่ 3.4 ภาพสแกนของผ้าทอลายขัดสีเทาที่ทำ Equalization

3.3 การอ่านค่าสีของภาพผ้าทอ

สำหรับการนำวิธีการหาค่าสี RGB มาประยุกต์ใช้กับงานเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการอ่านลายทอโดยอาศัยการหาความแตกต่างของสีของภาพสแกนผ้าทอ โดยการอ่านค่า

ลายทอจะทำได้ด้วยการเขียนคำสั่งเพื่อให้โปรแกรมอ่านค่าสีจากจุด pixel ทุกจุด ในรูปภาพของพื้นผิวของผ้าทอที่ได้จากการเก็บภาพด้วยเครื่องกราดภาพ ตัวอย่างคำสั่งการคำนวณหาค่าสีแบบ RGB ในภาษาวิชวลเบสิคเป็นดังนี้คือ

code = pic_show.Point (i , j)

โดย ค่าสีแดง [R] คำนวณได้จาก r = code Mod 256

ค่าสีเขียว [G] คำนวณได้จาก g = (code \ 256) Mod 256

ค่าสีน้ำเงิน [B] คำนวณได้จาก b = code \ 65536

เมื่อ pic_show คือ ชื่อของรูปภาพที่ใช้ในโปรแกรมวิชวลเบสิคเพื่ออ้างถึง

Mod คือ คำสั่งคำนวณในโปรแกรมวิชวลเบสิคเพื่อใช้ในการหาเศษในการหาร

จากนั้นนำค่า RGB ที่หาได้มาคำนวณหาค่าความส่องสว่างรวมโดยอาศัยสมการของ Grassmann's Law

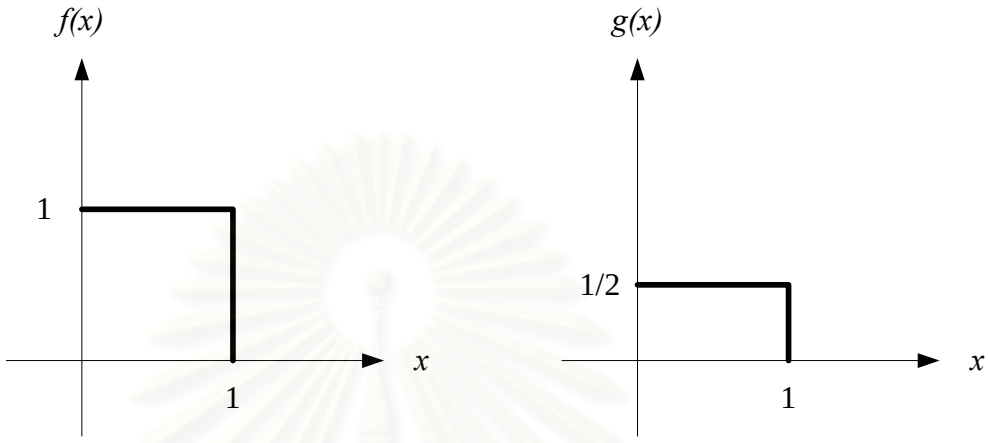
$$L = [R] + [G] + [B] = R + 4.5907G + 0.0601B \qquad (3.1)$$

เมื่อได้ค่าความส่องสว่างรวมแล้วนั้นนำค่าความส่องสว่างรวมของทุกจุด pixel มาคำนวณค่า autocorrelation โดย autocorrelation ที่กล่าวถึงนี้ก็คือ correlation อย่างหนึ่งซึ่งเป็นเทคนิคสำคัญของการวิเคราะห์ทางภาพ (Image analysis) ที่นิยมนำมาใช้ correlation เป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับการหาภาพที่เข้ากันกับภาพต้นแบบ[Jain, A.K., 1989.] เช่น การหารูปที่เหมือนกัน เป็นต้น โดยให้ฟังก์ชัน $f(x)$ บรรจุข้อมูลของภาพตัวอย่าง (unknown image) และฟังก์ชัน $g(x)$ บรรจุข้อมูลของภาพต้นแบบที่ทราบข้อมูล (known image) เราสามารถบอกการปรากฏของภาพ $g(x)$ ใน $f(x)$ ด้วยฟังก์ชันของ correlation คือ $f(x) \circ g(x)$

$$f(x) \circ g(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f^{*}(\alpha) g(x+\alpha) d\alpha \qquad (3.2)$$

เมื่อ * คือ complex conjugate

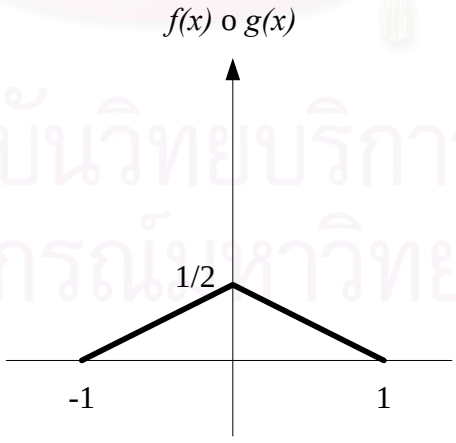
ตัวอย่างเช่น จากรูปที่ 3.5(ก) เป็นรูปตัวอย่าง (unknown image) และรูปที่ 3.5(ข) เป็นรูปของต้นแบบ (known image) เราต้องการทราบว่าภาพ $f(x)$ บรรจุรูปร่างบางส่วนที่เหมือนกันกับรูปภาพ $g(x)$ อย่างไร



(ก) (ข)

รูปที่ 3.5 (ก) เป็นรูปตัวอย่าง $f(x)$ (unknown image)
(ข) เป็นรูปของต้นแบบ $g(x)$ (known image) [Jain, A.K., 1989.]

จากกราฟทั้งสองนี้เราสามารถใช้ correlation $f(x) \circ g(x)$ ในการหาโดยจะได้กราฟออกมาดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 กราฟของ correlation $f(x) \circ g(x)$ [Jain, A.K., 1989.]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 3.6 เราจะพบว่ามีจุดยอดของกราฟเกิดขึ้นที่ x = 0 ดังนั้นเราสามารถทราบได้ว่าที่ใดที่รูปภาพที่เหมือนกับภาพ $g(x)$ เริ่มต้นในภาพ $f(x)$ และเมื่อนำมาใช้ในการหาลายทอผ้าจุดยอดที่เกิดขึ้นนี้ทำให้เราทราบตำแหน่งเริ่มต้นของหน่วยซ้ำที่อยู่บนภาพสแกนของผ้าทอได้

จากฟังก์ชันของ correlation เนื่องจากในข้อมูลของลายทอของผ้า เราไม่มีภาพต้นแบบ $g(x)$ ที่ทราบข้อมูลอยู่แล้ว เรามีแต่เพียงภาพตัวอย่าง $f(x)$ ดังนั้นเราจึงสมมติให้

$$g(x) = f(x) \tag{3.3}$$

คำนวณ correlation ได้ว่า

$$f(x) \circ g(x) = f(x) \circ f(x) \tag{3.4}$$

เราจะเรียก correlation นี้ว่า autocorrelation โดยเทคนิคการทำ autocorrelation เป็นเทคนิคการรวมทุกส่วนของภาพและใช้ในการบอกโครงสร้างของหน่วยซ้ำของภาพ ซึ่งในงานวิจัยนี้นำมาคำนวณเพื่อนำค่ามาเขียนกราฟทำให้ทราบระยะห่างของเส้นด้ายแต่ละเส้นในแนวด้ายยืนและแนวด้ายพุ่ง โดยสูตรของ autocorrelation มีดังนี้

$$\begin{aligned} C_{x,0} &= \sum_{i}^{M}\sum_{j}^{N} G_{i,j}G_{i-x,j} \\ C_{0,y} &= \sum_{i}^{M}\sum_{j}^{N} G_{i,j}G_{i,j-y} \end{aligned} \tag{3.5}$$

เมื่อ $G_{i,j}$ คือ ระดับสีเทาที่จุด (i, j) ของภาพ

M คือ จำนวนจุดในแนวด้ายยืน

N คือ จำนวนจุดในแนวด้ายพุ่ง

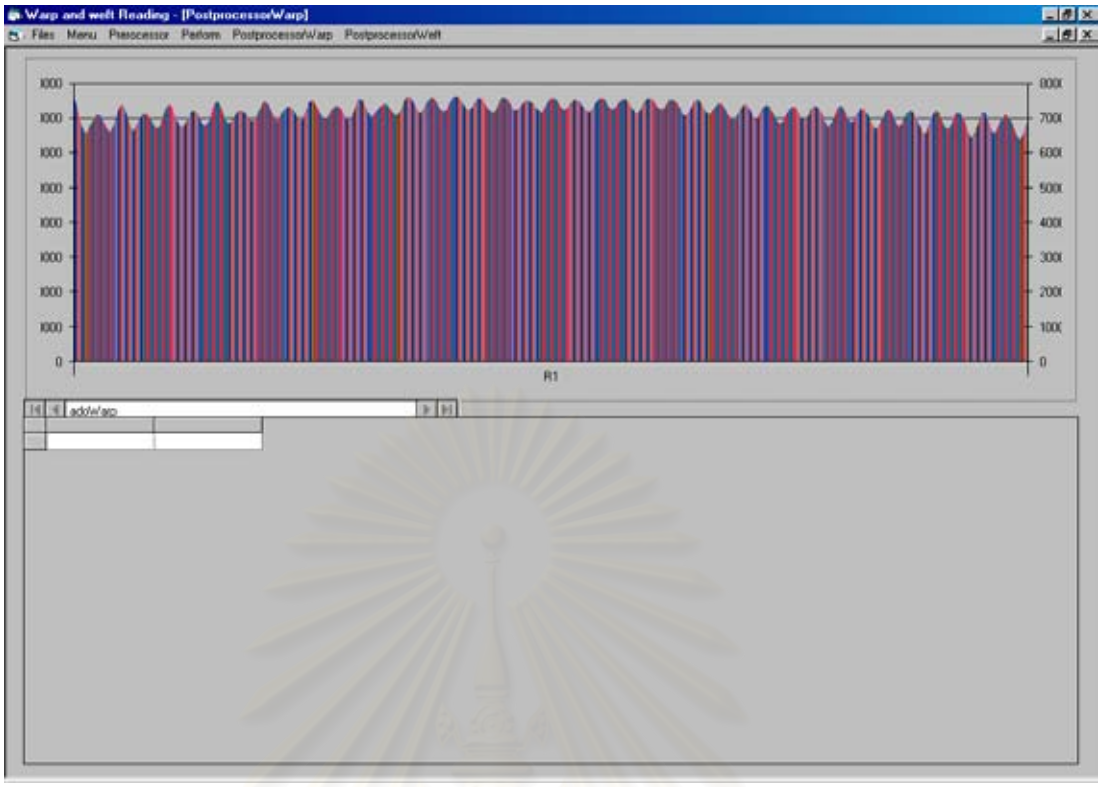
$C_{x,0}$ คือ ค่า autocorrelation ที่จุดต่างๆ ของภาพในแนวของด้ายยืน

$C_{0,y}$ คือ ค่า autocorrelation ที่จุดต่างๆ ของภาพในแนวของด้ายพุ่ง

x และ y คือ ตำแหน่ง pixel บนภาพตามแนวด้ายยืนและด้ายพุ่ง

กราฟที่ได้จากการวาดของค่า autocorrelation กับตำแหน่ง pixel จะมีลักษณะเหมือนกราฟ sine ซึ่งเป็นรูปคลื่นอย่างชัดเจน รูปที่ 3.7 เป็นตัวอย่างของกราฟ autocorrelation ที่ได้จากภาพสแกนของผ้าทอลายขัดจากรูปที่ 3.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.7 กราฟ autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายขัด 1/1

โดยจากค่าความเข้มของค่าสูงสุดที่ได้จะทำให้สามารถคาดหวังได้ว่าความเข้มของค่าสูงสุดจะมีค่าคงที่ถ้าหน่วยซ้ำในภาพของผ้าทอเป็นแบบเดียวกันตลอดทั้งภาพ หรือจะกล่าวได้ว่าถ้าหากความเหมือนของหน่วยซ้ำอื่นๆ ที่อยู่ในภาพลดลงจะทำให้ค่าความเข้มของค่าสูงสุดลดลงตามไปด้วย

3.4 การอ่านลายทอ

เมื่อได้กราฟแล้วนั้นจะทำการหาความแตกต่างของเส้นด้ายด้วยการดูความกว้างของกราฟทุกช่วงคลื่นเพื่อให้สามารถบอกได้ว่าความกว้างของเส้นด้ายที่ขัดสานกันมีขนาดใกล้เคียงกันหรือไม่เมื่อพิจารณาในแนวด้ายยืนและแนวด้ายพุ่ง หรือถ้าแตกต่างกันมีความแตกต่างกันในลักษณะใด มีความกว้างแตกต่างกันเป็นกี่เท่า และจากกราฟนี้สามารถบอกขนาดพื้นที่ของหน่วยซ้ำได้ด้วยเช่นกัน ซึ่งทำให้สามารถอ่านลายทอของผ้าทอได้

ในการหาความกว้างของกราฟนั้นใช้การหาระยะห่างของจุดต่ำสุดของแต่ละช่วงคลื่นที่อ่านค่าได้จากกราฟด้วยการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเครื่องหมายของความชันของกราฟซึ่งสามารถหาได้จากสูตร

$$C_{x,0} = \left(C_{(x+1),0} - C_{(x,0)}\right)/\left(x+1\right) - x \quad (3.6)$$

$$C_{0,y} = \left(C_{0,(y+1)} - C_{(0,y)}\right)/\left(y+1\right) - y \quad (3.7)$$

เมื่อ $C_{x,0}$ คือ ค่า autocorrelation ที่จุดต่างๆ ของภาพในแนวของด้ายพุ่ง

$C_{0,y}$ คือ ค่า autocorrelation ที่จุดต่างๆ ของภาพในแนวของด้ายยืน

x และ y คือ ตำแหน่ง pixel บนภาพตามแนวด้ายพุ่งและด้ายยืน

เมื่อสามารถหาระยะห่างของช่วงคลื่นแต่ละคลื่นได้แล้วก็นำความกว้างของกราฟแต่ละช่วงคลื่นมาเปรียบเทียบกันว่าความกว้างของช่วงคลื่นใดแตกต่างจากกราฟอื่นๆ หรือไม่อย่างไร เช่น หากเป็นผ้าทอลายขัดความกว้างของกราฟแต่ละช่วงคลื่นจะมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งหมายความว่าลักษณะของการที่เส้นด้ายเส้นยืนวางอยู่เหนือเส้นด้ายพุ่ง (float) หรือเส้นด้ายยืนถูกวางทับมีความสม่ำเสมอตลอดแนว ส่วนลายทะแยงนั้นก็จะมีลักษณะของกราฟแตกต่างออกไปคือมีความกว้างของกราฟที่เส้นด้ายยืนวางอยู่เหนือเส้นด้ายพุ่งกว้างกว่าลายขัด เราสามารถคำนวณหาจำนวนเส้นด้ายที่เส้นด้ายยืนอยู่เหนือเส้นด้ายพุ่งได้จากการนำความกว้างของเส้นด้ายหนึ่งเส้นมาหารความกว้างของกราฟก็จะทำให้สามารถทราบจำนวนเส้นด้ายยืนอยู่เหนือเส้นด้ายพุ่ง (float) ได้ จากนั้นก็ให้โปรแกรมอ่านลายทอออกมาในลักษณะของสัญลักษณ์ตัวเลข 1 และ 0 โดยให้เลข 1 แทนด้ายยืนอยู่เหนือด้ายพุ่ง และเลข 0 แทนด้ายพุ่งอยู่เหนือด้ายยืน ตัวอย่างของการอ่านลายทอแบบลายขัด 1/1

(ก)

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(ข)

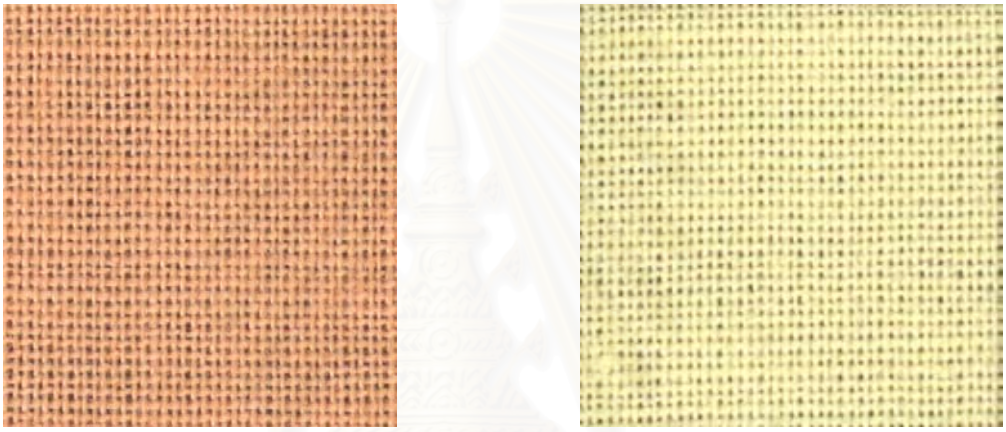
รูปที่ 3.8 (ก) ลายขัด และ (ข) การแทนลายขัดด้วยเมทริกซ์

3.5 ขั้นตอนการตรวจสอบโปรแกรม

เมื่อทำการนับเส้นด้ายและอ่านลายทอได้แล้ว นำผลที่อ่านได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาเปรียบเทียบกับที่ทำการตรวจสอบด้วยตาเปล่าด้วยการใช้แว่นขยายส่องดูและนับเส้นด้ายในหน่วย

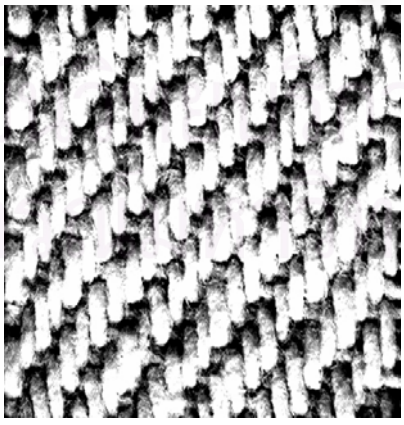
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พื้นที่ 1 x 1 ตารางเซนติเมตร โดยในการตรวจสอบผ้าทอนั้นทำได้ด้วยการวางแว่นขยายลงบนผ้าที่ต้องการหา การวางต้องระมัดระวังให้วางลงบนผ้าต้องให้เส้นด้ายวางอยู่ชิดริมขอบของแว่นขยาย และที่แว่นขยายนี้เองจะมีเข็มที่หมุนได้เพื่อให้ปลายเข็มชี้ตามเส้นด้ายที่เรานับ พื้นที่ที่เราจะนับนั้นขึ้นอยู่ว่าเราต้องการให้ใช้พื้นที่เท่าไรเพราะที่กรอบของแว่นขยายนี้จะมีขีดวัดความกว้างให้เราอ่านได้ และตัวอย่างหนึ่งในการตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรมคือการตรวจสอบความถูกต้องในการนับเส้นด้ายของผ้าทอลายขัดและลายทแยง โดยตารางที่ 3.1 เป็นผลจากการนับเส้นด้ายในแนวด้ายยืนและด้ายพุ่งของผ้าทอลายขัดและลายทแยงด้วยตาเปล่าด้วยการใช้แว่นขยาย



(ก) (ข)

รูปที่ 3.9 ภาพสแกนของผ้าทอลายขัด (ก) ลายขัด 1 (ข) ลายขัด 2



รูปที่ 3.10 ภาพสแกนของผ้าทอลายทแยง

ตารางที่ 3.1 จำนวนเส้นด้ายของผ้าทอต่อพื้นที่ 1x1 ตารางเซนติเมตร

ผ้าทอ	จำนวนเส้นด้ายตามแนวด้ายยืน (เส้น/1 ซ.ม.)	จำนวนเส้นด้ายตามแนวด้ายพุ่ง (เส้น/1 ซ.ม.)
ลายขัด 1	39	34
ลายขัด 2	45	37
ลายทแยง	26	18

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

โปรแกรมสำหรับการอ่านค่าลาย

โปรแกรมสำหรับอ่านค่าลายตามอัลกอริทึมที่ได้กล่าวมาในบทที่แล้ว ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษาวิชวลเบสิค ในบทนี้จะกล่าวถึงการใช้โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น

4.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่จำเป็น

4.1.1 คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ที่สามารถนำโปรแกรมมาใช้ได้นั้นเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการแบบ Window 95/98/NT/Me/XP

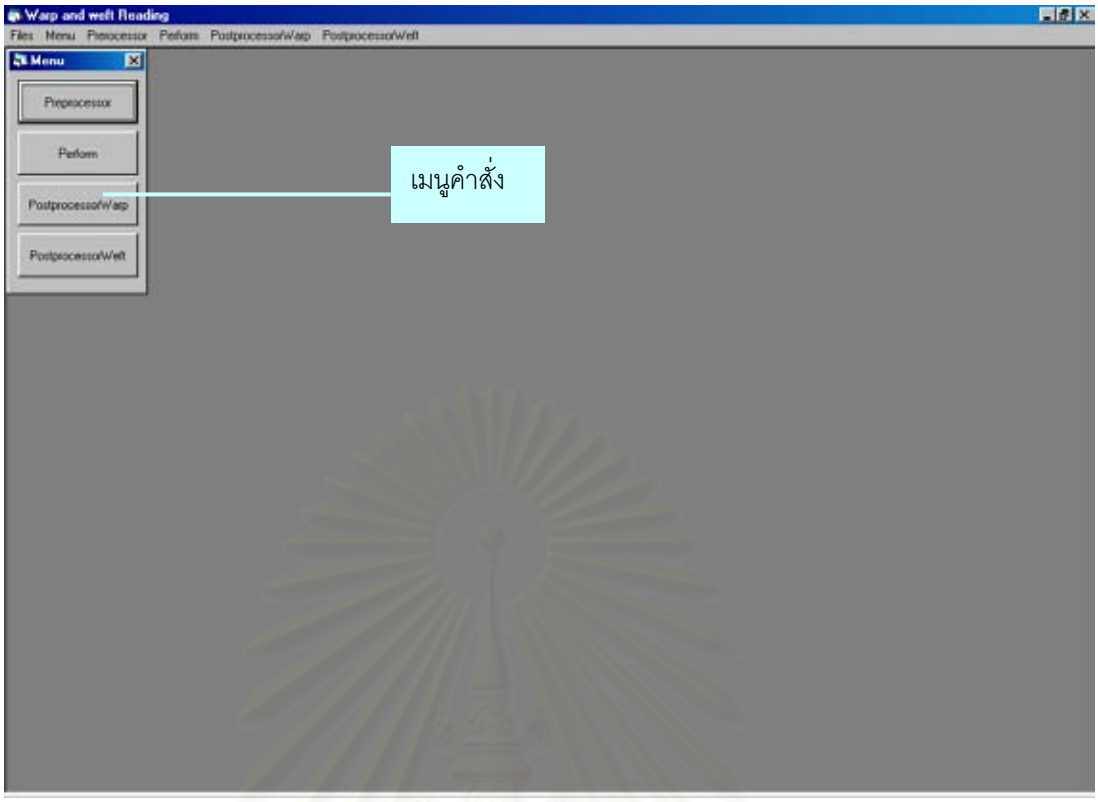
4.1.2 เครื่องกราดภาพ (scanner)

เครื่องกราดภาพที่เหมาะสำหรับการจับภาพผ้าทอนั้นต้องเป็นเครื่องที่สามารถเก็บภาพให้มีความละเอียดได้ถึง 1200 dpi เพื่อให้ภาพผ้าทอที่ได้นั้นมีความชัดเจนและทำให้โปรแกรมสามารถอ่านลายทอได้อย่างถูกต้องมากที่สุด

4.2 การเริ่มต้นโปรแกรมและการเลือกแนวสำหรับอ่านค่าสี

เมื่อเริ่มต้นโปรแกรม จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.1 พร้อมกับมีเมนูคำสั่งเปิดขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



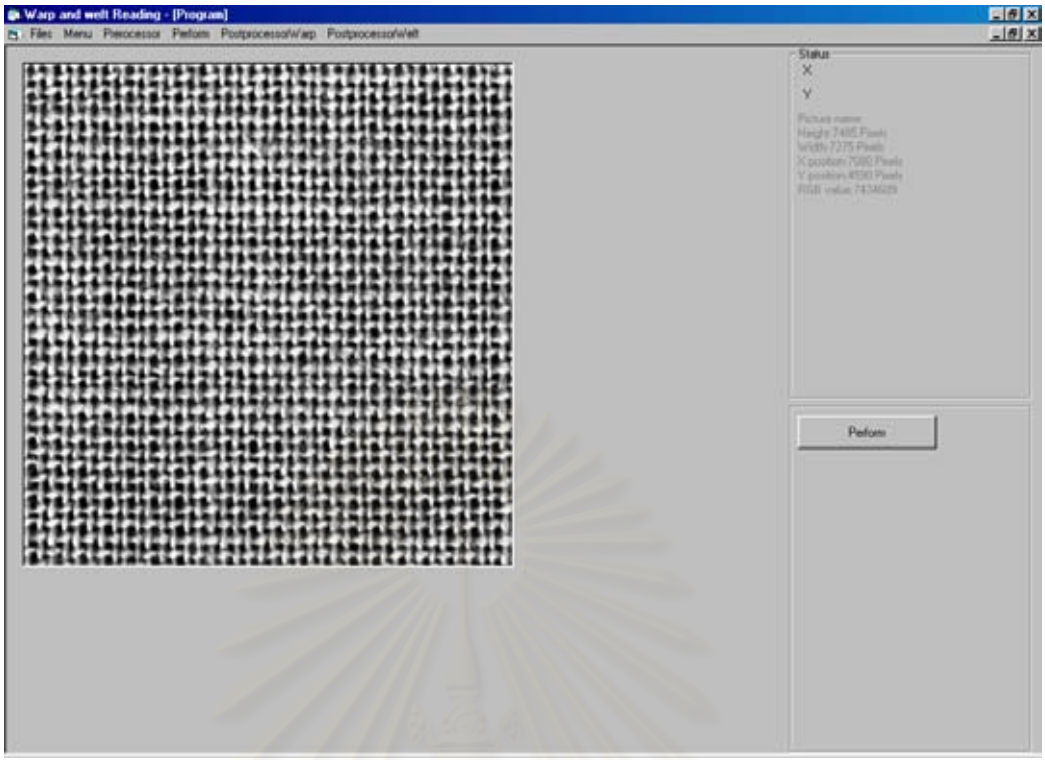
รูปที่ 4.1 หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรม

สำหรับเมนูคำสั่งนั้นที่ปุ่มคำสั่ง Preprocessor เป็นปุ่มคำสั่งสำหรับกดเลือกเป็นคำสั่งแรกสำหรับการทำงานของโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกภาพของผ้าทอที่ต้องการอ่านลายทอ ส่วนปุ่มคำสั่งอื่นๆ จะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อๆ ไป

4.3 การเลือกภาพผ้าและแนวในการอ่านลาย

เมื่อปรากฏหน้าจอเริ่มโปรแกรมให้ผู้ใช้กดเลือกที่ปุ่มคำสั่ง Preprocessor จะเกิดหน้าจอดังรูปที่ 4.2

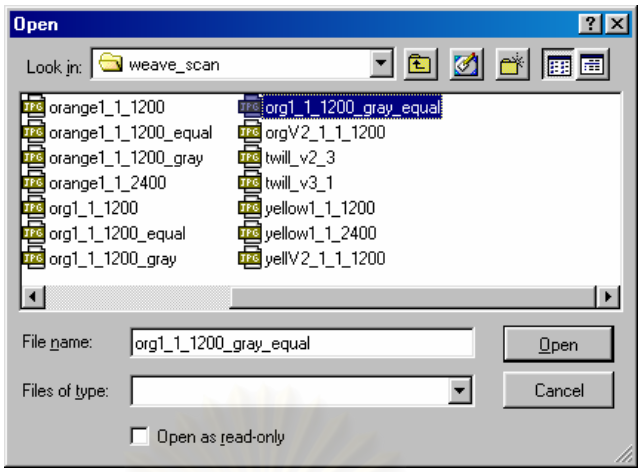
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



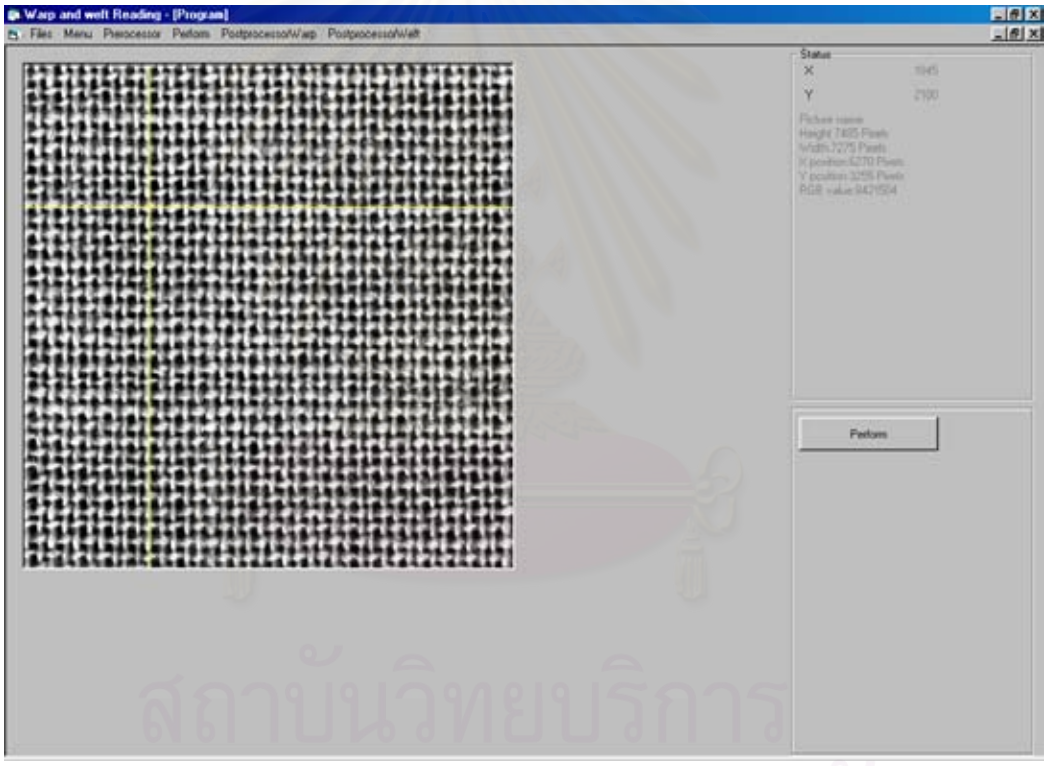
รูปที่ 4.2 หน้าจอของโปรแกรมหลังจากกดปุ่มคำสั่ง Preprocessor

เมื่อปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.2 แล้วนั้นให้ผู้ใช้เลือกแนวเส้นด้ายเพื่อให้โปรแกรมคำนวณในการเลือกแนวเส้นด้ายนั้นควรเลือกเส้นด้ายที่เห็นชัดเจนและมีการจัดเรียงของเส้นด้ายที่แนวเดียวกันกับกรอบรูปเพื่อให้ผลการคำนวณของโปรแกรมมีความถูกต้องมากที่สุด นอกจากนี้เราสามารถเลือกภาพสแกนลายทออื่นๆ ที่จะนำมาอ่านลายทอได้จากการกดเลือกจากแถบเมนูบาร์ที่คำสั่ง Files → Open แล้วเลือกภาพจากแฟ้มที่เก็บภาพสแกนผ้าทอดังรูปที่ 4.3 ส่วนรูปที่ 4.4 เป็นตัวอย่างการเลือกแนวของเส้นด้ายเพื่อให้โปรแกรมคำนวณ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 หน้าจอของโปรแกรมเมื่อเลือก Files →Open

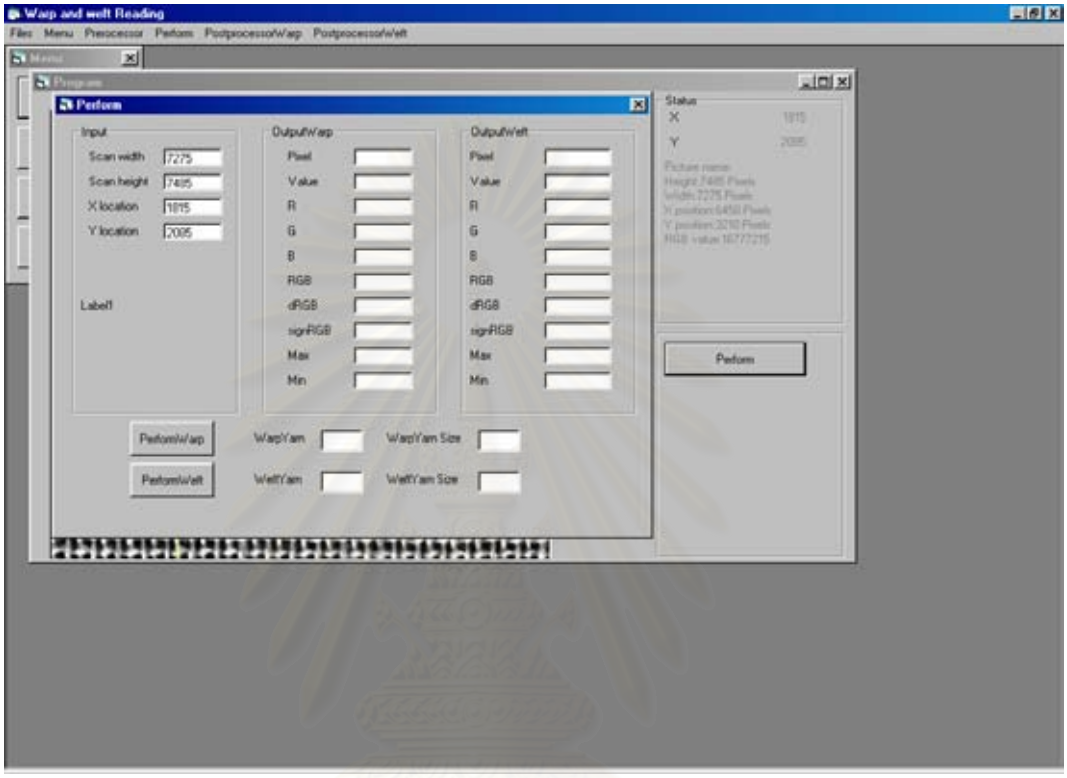


รูปที่ 4.4 ตัวอย่างการเลือกแนวเส้นด้ายเพื่อให้โปรแกรมคำนวณ

จะเห็นแนวเส้นสีเหลืองเพื่อแสดงแนวการอ่านค่าสีของเส้นด้าย จุดที่เส้นด้ายตัดกันจะแสดงตำแหน่งของจุด pixel เป็นค่า X และ Y ที่กรอบ Status และในกรอบ Status นี้จะแสดงค่าความกว้างและความสูงของภาพไว้ให้เห็นด้วย เมื่อเลือกแนวเส้นด้ายได้แล้วให้โปรแกรมทำงานต่อไปด้วยการกดที่ปุ่มคำสั่ง Perform

4.4 โปรแกรมอ่านลายทอคำนวณ

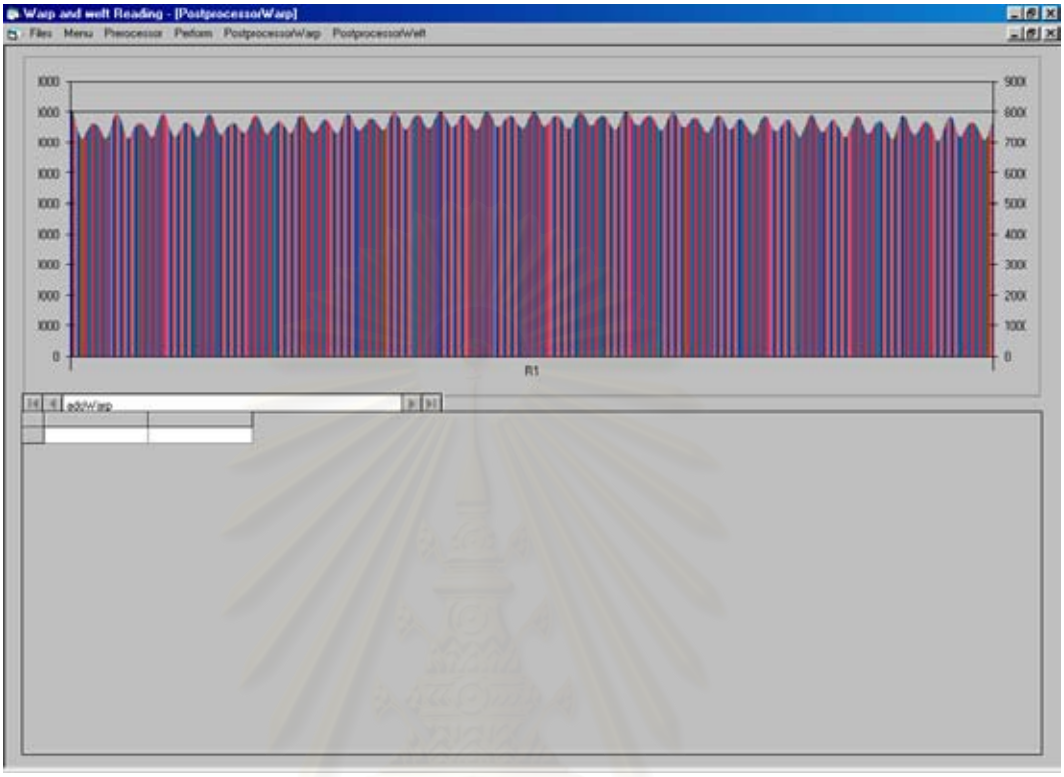
เมื่อกดปุ่ม Perform แล้วจะเกิดหน้าจออีกหน้าจอหนึ่งดังรูปที่ 4.5 เพื่อให้เราสั่งโปรแกรมให้ทำการคำนวณ



รูปที่ 4.5 ภาพหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Perform

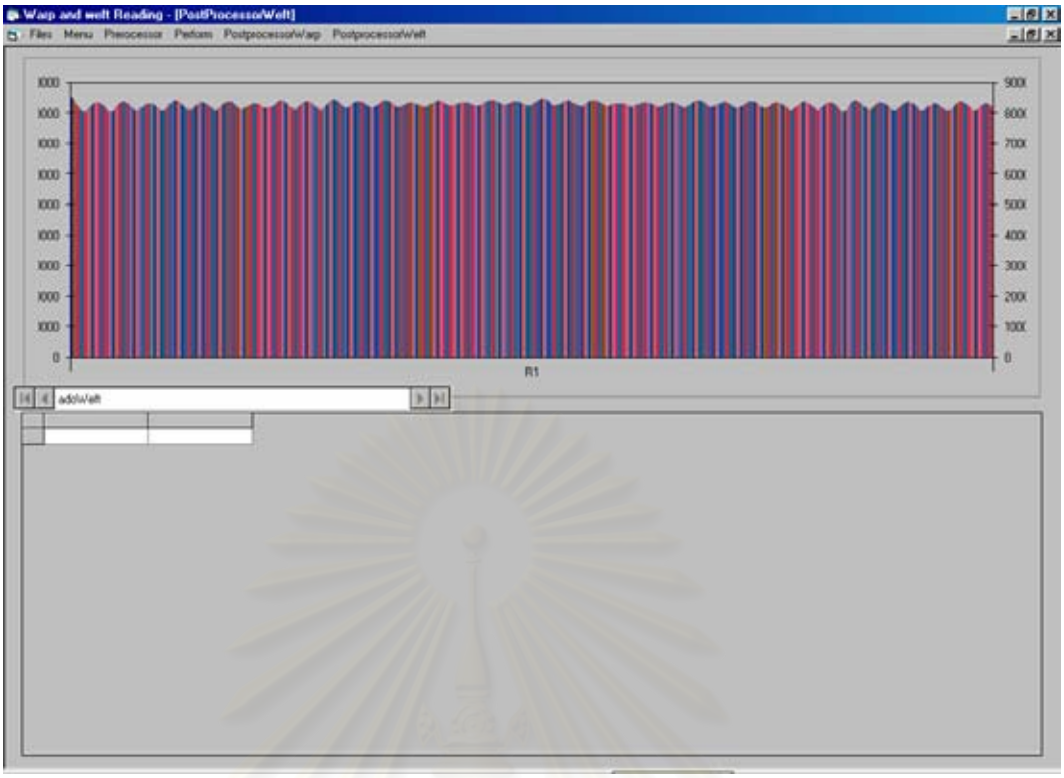
จากหน้าจอของคำสั่ง Perform จะมีช่องแสดงผลความกว้างและความสูงของภาพ และค่า X และ Y ของตำแหน่ง pixel ที่เราเลือกจากภาพในกรอบ Input ส่วนในกรอบ OutputWarp และ OutputWeft จะแสดงผลที่โปรแกรมคำนวณได้ เช่น ค่า RGB ที่คำนวณได้ของด้ายยืนและด้ายพุ่ง เป็นต้น และเชื่อมโยงข้อมูลทั้งหมดที่คำนวณได้เข้าไปเก็บไว้ในโปรแกรม Microsoft Access ซึ่งเก็บอยู่ในตารางของด้ายยืนและด้ายพุ่ง จากหน้าจอของ Perform นี้เมื่อเรากดที่ปุ่ม PerformWarp โปรแกรมจะทำการคำนวณเส้นด้ายในแนวด้ายพุ่งเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับด้ายยืน เช่น จำนวนด้ายยืน ลักษณะการขัดสานกันของด้ายยืนต่อด้ายพุ่ง เป็นต้น ส่วนปุ่ม PerformWeft ก็จะเป็นลักษณะเดียวกันแต่จะทำการคำนวณเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับด้ายพุ่ง เมื่อคำนวณได้แล้วก็จะแสดงผลของจำนวนด้ายยืนและด้ายพุ่งในช่อง WarpYarn และ WeftYarn ตามลำดับ และแสดงขนาดของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งในช่อง WarpYarn Size และ WeftYarn Size ตามลำดับ ส่วนลายทอสามารถหาได้จากการวาดกราฟของ autocorrelation โดยสามารถดูลักษณะกราฟวาดของด้ายยืน

และด้ายพุ่งได้ด้วยการกดปุ่ม PostprocessorWarp และ PostprocessorWeft ตามลำดับ การกดปุ่มสามารถเลือกกดได้จากหน้าจอของเมนูคำสั่ง หรือที่แถบเมนูบาร์ก็ได้



รูปที่ 4.6 กราฟของด้ายยืนเมื่อกดปุ่ม PostprocessorWarp

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.7 กราฟด้ายพุ่งเมื่อกดปุ่ม PostprocessorWeft

4.5 ผลการทำงานของโปรแกรมอ่านลายทอ

ในขั้นตอนการคำนวณของโปรแกรมได้ทดลองใช้วิธีการคำนวณ 2 วิธีคือ

4.5.1 ไม่ใช้ Autocorrelation

การคำนวณโดยไม่ใช้ Autocorrelation เป็นการคำนวณด้วยการรวมค่า RGB ให้เป็นจุดเดียวจากสูตร

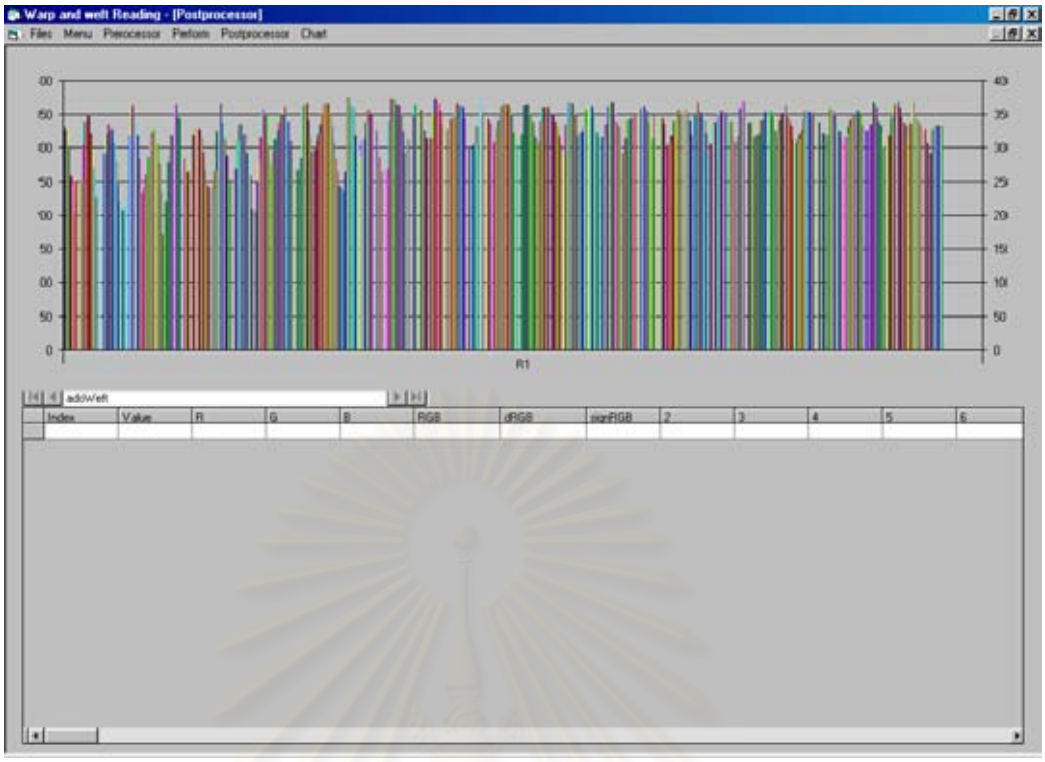
$$RGB = \sqrt{r^2 + g^2 + b^2}$$

เมื่อ r คือ ค่าสีแดงของแต่ละจุด pixel ที่คำนวณจากชุดคำสั่งของโปรแกรมวิชวลเบสิค

g คือ ค่าสีแดงของแต่ละจุด pixel ที่คำนวณจากชุดคำสั่งของโปรแกรมวิชวลเบสิค

b คือ ค่าสีแดงของแต่ละจุด pixel ที่คำนวณจากชุดคำสั่งของโปรแกรมวิชวลเบสิค

ได้นำค่า RGB ของภาพสแกนผ้าทอลายขัดที่ไม่ได้เปลี่ยนให้เป็นรูปสีเทา (รูปที่ 3.2) ที่คำนวณได้จากสูตรนี้มาวาดกราฟได้ผลออกมาดังรูปที่ 4.8

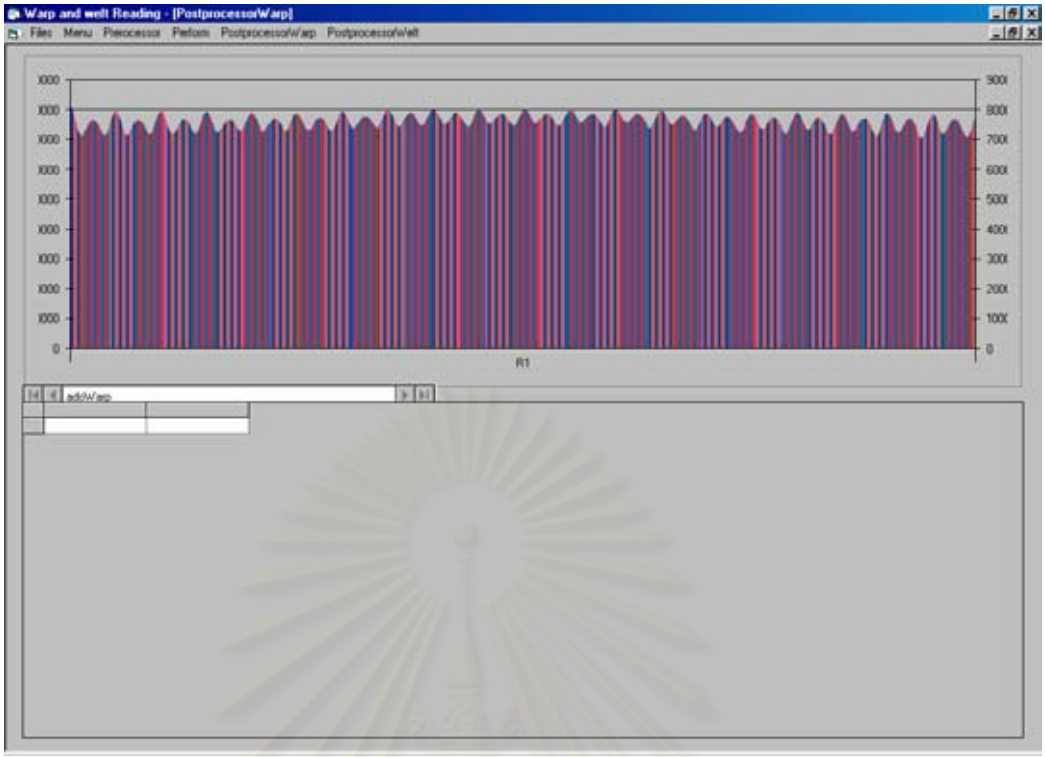


รูปที่ 4.8 กราฟค่า RGB ของภาพสแกนผ้าทอลายขัดที่ไม่ได้เปลี่ยนให้เป็นรูปสีเทา

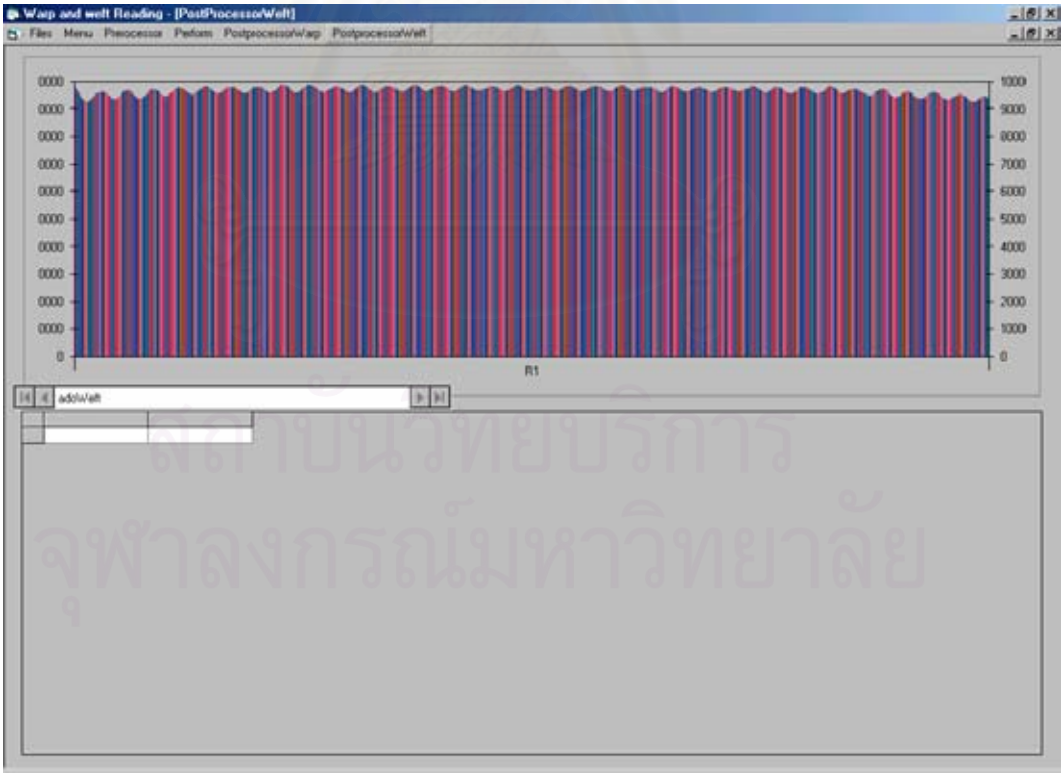
จากผลของกราฟที่ได้จะเห็นว่าลักษณะของกราฟไม่สามารถเห็นเป็นช่วงคลื่นได้อย่างชัดเจนดังนั้นสูตรที่ใช้ในการคำนวณสูตรนี้ไม่สามารถให้ผลที่สามารถคำนวณหาลายทอต่อไปได้ สูตรนี้จึงทำการทดลองใช้กับผ้าทอลายขัดแต่เพียงชนิดเดียว จากนั้นจึงได้ทดลองใช้สูตรของ Autocorrelation เพื่อให้ได้ผลของกราฟที่ชัดเจนมากขึ้น

4.5.2 ใช้ Autocorrelation

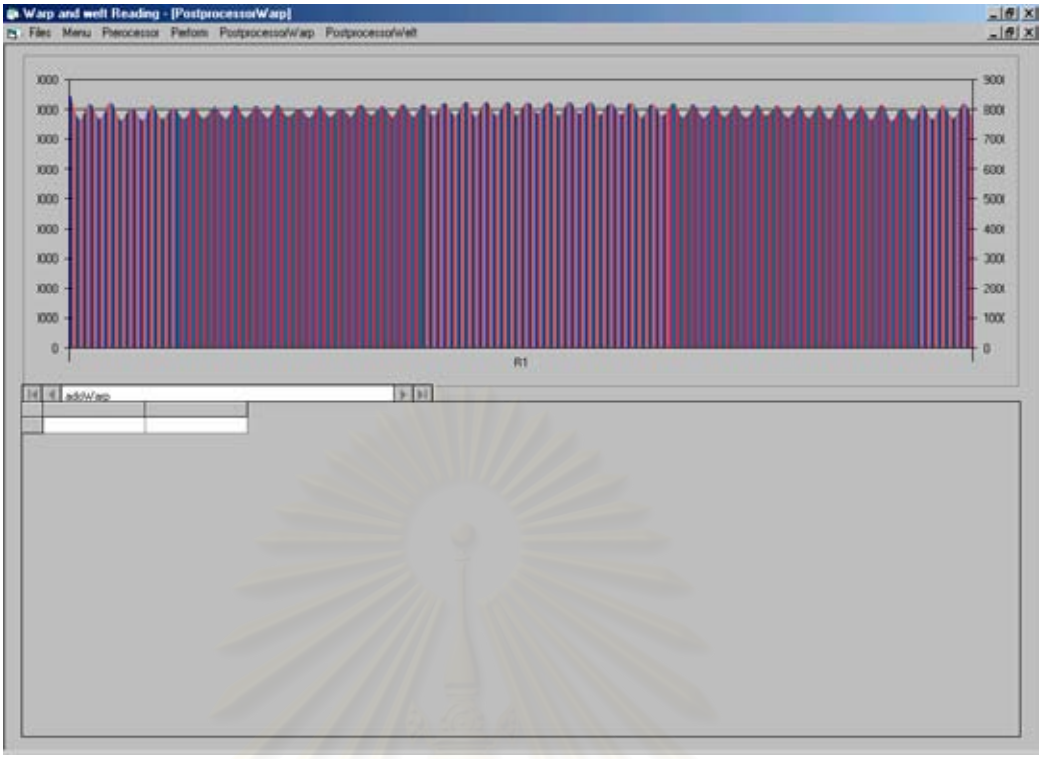
ก่อนที่จะนำสูตร Autocorrelation มาใช้นั้น ต้องทำการนำรูปภาพผ้าทอที่สแกนได้มาเปลี่ยนให้เป็นสีเทาและทำ Equalization เพื่อให้ภาพมีความแตกต่างของสีเมื่อเกิดการขัดสานกันของเส้นด้ายและช่องว่างระหว่างเส้นด้ายมีความชัดเจนมากขึ้น เมื่อนำสูตรของ Autocorrelation มาใช้ในการคำนวณต่อจากที่คำนวณหาค่าความส่องสว่างรวมได้แล้วมาวาดกราฟจะทำให้ได้ลักษณะของคลื่นที่ชัดเจนกว่ากราฟที่ไม่ได้ใช้สูตร Autocorrelation สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.10 และ 4.11



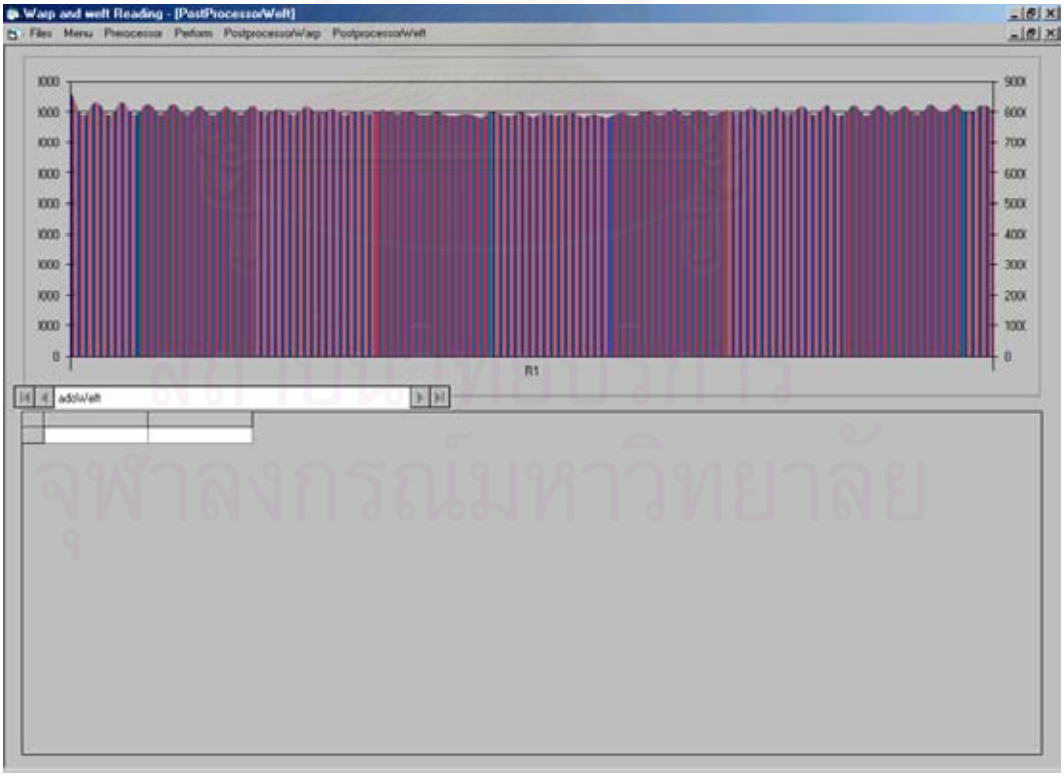
รูปที่ 4.9 กราฟ Autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายขัดในรูปที่ 3.9(ก) ตามแนวด้ายยืน



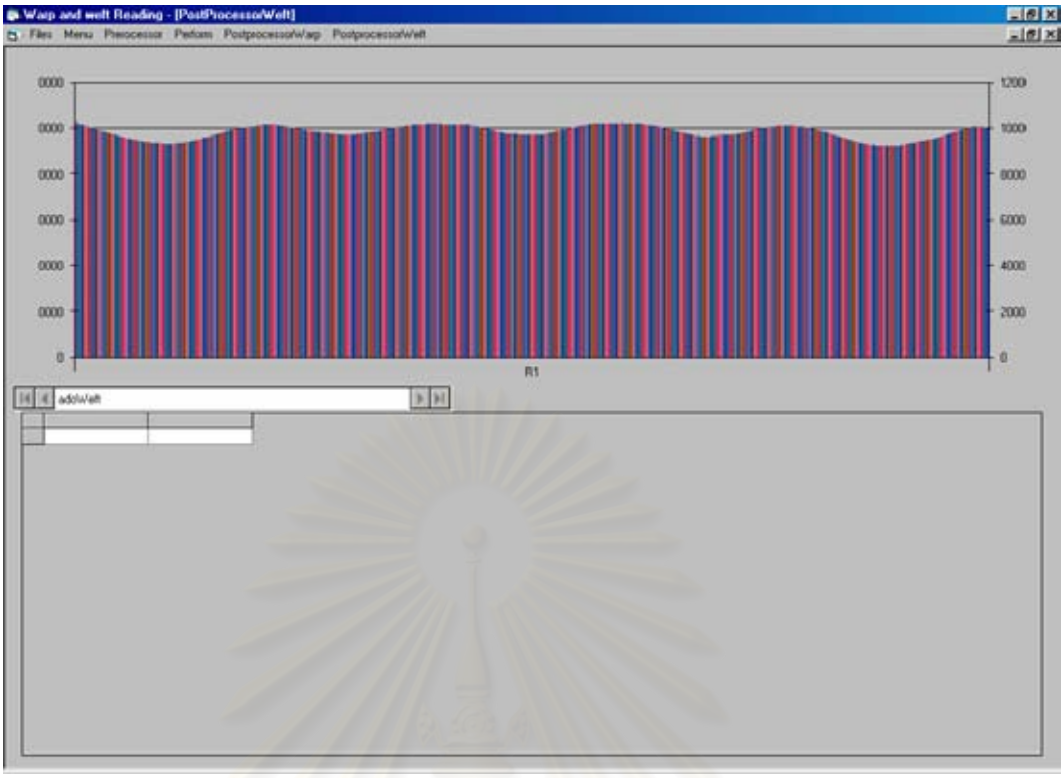
รูปที่ 4.10 กราฟ Autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายขัดในรูปที่ 3.9(ก) ตามแนวด้ายพุ่ง



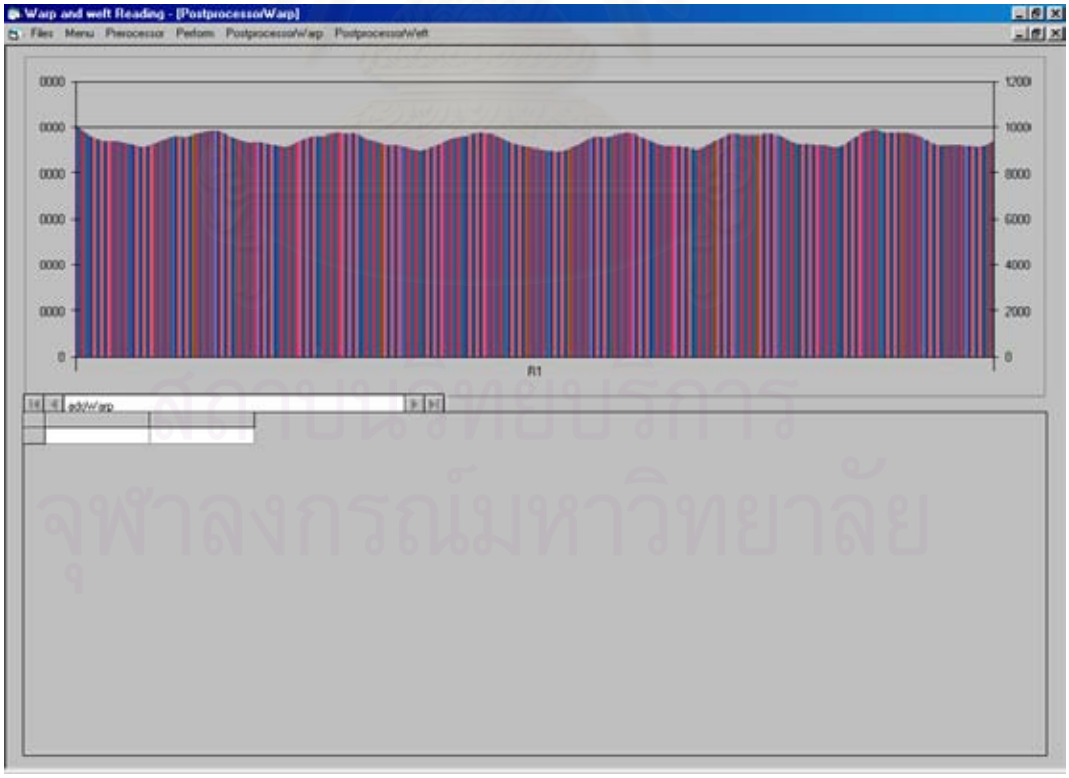
รูปที่ 4.11 กราฟ Autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายขัดในรูปที่ 3.9(ข) ตามแนวด้ายยืน



รูปที่ 4.12 กราฟ Autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายขัดในรูปที่ 3.9(ข) ตามแนวด้ายพุ่ง



รูปที่ 4.13 กราฟ Autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายทแยงในรูปที่ 3.10 ตามแนวด้ายยืน



รูปที่ 4.14 กราฟ Autocorrelation ของภาพสแกนผ้าทอลายทแยงในรูปที่ 3.10 ตามแนวด้ายพุ่ง

เมื่อทดลองใช้โปรแกรมทดสอบกับผ้าทอลายขัด 1 (รูปที่ 3.9(ก)), ลายขัด 2 (รูปที่ 3.9(ข)) และลายทแยง (รูปที่ 3.10) เพื่ออ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายในแนวด้ายยืนและด้ายพุ่ง โดยทำการเลือกแนวเส้นด้ายต่างๆ กันเป็นจำนวน 10 ครั้งได้ผลดังตารางที่ 4.1 – 4.6

ตารางที่ 4.1 ผลการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายของผ้าลายขัด 1

แนวเส้นด้าย / ครั้งที่	เส้นด้ายยืน		เส้นด้ายพุ่ง	
	การอ่านลายทอ	จำนวนเส้นด้าย (เส้น/ซม.)	การอ่านลายทอ	จำนวนเส้นด้าย (เส้น/ซม.)
1	1 0 1 0 0	37	1 0 1 0 1	34
2	1 0 1 0 1	38	1 0 1 0 1	34
3	1 0 1 0 1	39	1 0 1 0 1	33
4	1 0 1 0 1	39	1 0 1 0 1	33
5	1 0 1 0 1	39	1 0 1 0 1	34
6	1 0 1 0 1	41	1 0 1 0 1	33
7	1 0 1 0 1	38	1 0 1 0 1	34
8	1 0 1 0 1	36	1 0 1 0 1	34
9	1 0 1 0 1	39	1 0 1 0 1	32
10	1 0 1 0 1	38	1 0 1 0 1	33

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายของผ้าลายขัด 1

แนวเส้นด้าย / ประเภท	ด้ายยืน		ด้ายพุ่ง	
	✓	✗	✓	✗
การอ่านลายทอ	9	1	10	0
จำนวนเส้นด้าย	4	6	5	5

ตารางที่ 4.3 ผลการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายของผ้าลายขัด 2

แนวเส้นด้าย / ครั้งที่	เส้นด้ายยืน		เส้นด้ายพุ่ง	
	การอ่านลายทอ	จำนวนเส้นด้าย (เส้น/ซม.)	การอ่านลายทอ	จำนวนเส้นด้าย (เส้น/ซม.)
1	1 0 1 0 1	42	1 0 1 0 1	33
2	1 0 1 0 1	41	1 0 1 0 1	34
3	1 0 1 0 1	42	1 0 1 0 1	35
4	1 0 1 0 1	43	1 0 1 0 1	32
5	1 0 1 0 1	40	1 0 1 0 1	34
6	1 0 1 0 1	40	1 0 1 0 1	34
7	1 0 1 0 1	47	1 0 1 0 1	35
8	1 0 1 0 1	41	1 0 1 0 1	32
9	1 0 1 0 1	42	1 0 1 0 1	34
10	1 0 1 0 1	42	1 0 1 0 1	33

ตารางที่ 4.4สรุปผลการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายของผ้าลายขัด 2

แนวเส้นด้าย / ประเภท	ด้ายยืน		ด้ายพุ่ง	
	✓	×	✓	×
การอ่านลายทอ	9	1	10	0
จำนวนเส้นด้าย	2	8	4	6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ผลการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายของผ้าลายทแยง

แนวเส้นด้าย / ครั้งที่	เส้นด้ายยืน	
	การอ่านลายทอ	จำนวนเส้นด้าย (เส้น/ซม.)
1	1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1	18
2	1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 0	19
3	1 1 1 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1	17
4	1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0	18
5	1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0	16
6	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1	17
7	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 0	18
8	1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1	18
9	1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1	17
10	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1	16

ตารางที่ 4.6 ผลการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายของผ้าลายทแยง

แนวเส้นด้าย / ประเภท	ด้ายยืน	
	✓	✗
การอ่านลายทอ	7	3
จำนวนเส้นด้าย	4	6

สำหรับผลของการทดสอบโปรแกรมของผ้าทอลายขัดทั้งสองชนิดนั้นได้ผลในการอ่านลายทอได้ถูกต้อง 90-100% ในแนวด้ายยืน และ 100% ในแนวด้ายพุ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลจากการตรวจสอบด้วยแว่นขยาย ส่วนที่โปรแกรมทำการคำนวณผิดพลาดก็อาจเกิดขึ้นจากการเลือกแนวเส้นด้ายที่ไม่เป็นเส้นตรงตลอดทั้งแนว ทำให้การคำนวณค่าสีของเส้นด้ายอยู่นอกขอบของเส้นด้ายเส้นเดียวกันและไปพบตรงจุดที่เป็นช่องว่างระหว่างเส้นด้ายที่เป็นสีดำ การคำนวณของโปรแกรมจึงผิดพลาด เนื่องจากไม่สามารถตรวจพบสีของเส้นด้ายที่แท้จริงได้

ส่วนผลของการนับจำนวนเส้นด้ายนั้นเกิดการนับที่ผิดพลาดประมาณ 50 – 60% โดยจำนวนเส้นด้ายที่นับได้นั้นคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ±1 เส้นเป็นจำนวน 3 ครั้งในทั้งหมด 10 ครั้งที่ทำการเลือกแนวเส้นด้าย และ ±2 เส้นเป็นจำนวน 2 ครั้งในทั้งหมด 10 ครั้งที่ทำการเลือกแนวเส้นด้ายในแนวด้ายยืน และมีการนับคลาดเคลื่อนไป 3 เส้นเป็นจำนวน 1 ครั้ง ส่วนที่โปรแกรมนับถูกต้องตรงตามค่าจริงมีจำนวนทั้งหมด 4 ครั้งในทั้งหมด 10 ครั้ง ซึ่งผลนี้เป็นผลของผ้าทอลายขัด 1

สำหรับผ้าทอลายขัด 2 ผลของการนับจำนวนเส้นด้ายเกิดการนับที่ผิดพลาดประมาณ 60 – 80% โดยจำนวนเส้นด้ายที่นับได้นั้นคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ±1 เส้นเป็นจำนวน 5 ครั้งในทั้งหมด 10 ครั้งที่ทำการเลือกแนวเส้นด้าย และ ±2 เส้นเป็นจำนวน 1 ครั้งในทั้งหมด 10 ครั้งที่ทำการเลือกแนวเส้นด้ายในแนวเส้นด้าย และ ±3 เส้นเป็นจำนวน 1 ครั้ง และนับคลาดเคลื่อนไปเป็นจำนวน ±4 เส้นจำนวน 1 ครั้ง ส่วนที่โปรแกรมนับถูกต้องตรงตามค่าจริงมีจำนวนทั้งหมด 2 ครั้งในทั้งหมด 10 ครั้ง

ทั้งนี้ผลของการนับเส้นด้ายที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้นจากแนวของเส้นด้ายบางเส้นที่ไม่เป็นแนวเส้นตรงทำให้แนวที่เราเลือกตกไปจากแนวของเส้นด้ายนั้นๆ และการทำให้เส้นด้ายในโครงสร้างผ้าทอทุกเส้นเรียงขนานเป็นเส้นตรงอย่างสวยงามนั้นทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากผ้าอาจจะถูกดึงแต่ละด้านไม่เท่ากันทำให้โครงสร้างผ้าทอบิดเบี้ยวได้ และถึงแม้จะระมัดระวังไม่ให้เกิดการดึงผ้ามากเกินไปก็ยังไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ได้ทั้งหมด

สำหรับผ้าทอลายทแยงได้ผลในการอ่านลายได้ถูกต้อง 70% ส่วนผลในการนับจำนวนเส้นด้ายที่ผิดพลาด 60% โดยเส้นด้ายที่นับได้นั้นคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ±1 เส้นเป็นจำนวน 4 ครั้งในทั้งหมด 10 ครั้ง และ ±2 เส้นเป็นจำนวน 2 ครั้งในทั้งหมด 10 ครั้ง ทั้งนี้ผลที่ได้จากการอ่านลายทอด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ผลที่ยังไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากโครงสร้างของผ้าทอลายทแยงนั้นมีความซับซ้อนมากกว่าผ้าทอลายขัดมาก และโครงสร้างของผ้าทอลายทแยงนั้นเป็นโครงสร้างที่แน่นกว่าผ้าทอลายขัดมากทำให้เมื่อเราสแกนภาพของผ้าทอลายทแยงออกมานั้นทำให้ส่วนที่เป็นเส้นด้ายเส้นหนึ่งทับเส้นด้ายอีกเส้นหนึ่ง (float) ในที่นี้ผ้าทอลายทแยงที่ใช้ เส้นด้ายที่อยู่เหนือเส้นด้ายอีกเส้นหนึ่งคือเส้นด้ายยืน ทำให้หน้าผ้ามองเห็นเส้นด้ายยืนชัดเจนกว่าเส้นด้ายพุ่งเมื่ออยู่เหนือเส้นด้ายยืน และเมื่อสแกนผ้าออกมาแล้วนั้นทำให้มองเห็นส่วนที่เป็นเส้นด้ายยืนอยู่เนือเส้นด้ายพุ่งเป็นสีขาว และไม่สามารถมองเห็นส่วนที่เป็นเส้นด้ายพุ่งอยู่เหนือเส้นด้ายยืนเพราะจะเป็นมองเห็นเป็นสีดำ เนื่องจากว่าเส้นด้ายยืนที่อยู่เหนือเส้นด้ายพุ่งมีความยาวมากกว่าเส้นด้ายพุ่งอยู่เหนือเส้นด้ายยืน ส่วนของเส้นด้ายยืนจึงมีความนูนออกมาจากระนาบของผ้ามากกว่า และเมื่อเส้นด้ายพุ่งมีความนูนออกมาจากระนาบของผ้าน้อยกว่าเมื่อนำมาสแกนแสงที่

ส่องจากการสแกนส่องถึงได้น้อยกว่าจึงเกิดเป็นเงาดำขึ้น กราฟที่ได้จากผ้าทอลายทแยงจึงไม่เห็นเป็นช่วงคลื่นที่ชัดเจนตามที่คาดหวังว่ากราฟที่ได้จะมีลักษณะของส่วนที่เป็นด้ายยืนอยู่เหนือเส้นด้ายพุ่งจะมีความกว้างมากและส่วนที่เป็นเส้นด้ายพุ่งอยู่เหนือเส้นด้ายยืนจะมีความกว้างน้อยกว่า ซึ่งขนาดความกว้างของกราฟขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นด้ายที่ถูก วางทับ ดังนั้นส่วนของกราฟที่เป็นจุดต่ำสุดนั้นนอกจากจะเป็นส่วนที่เป็นช่องว่างระหว่างเส้นด้ายที่มีความมืดมากที่สุดแล้วนั้นยังรวมไปถึงส่วนที่เป็นเส้นด้ายพุ่งอยู่เหนือเส้นด้ายยืนด้วย การกำหนดให้โปรแกรมทำการคำนวณเพื่อหาลายทอของผ้าทอลายทแยงจึงมีความยุ่งยากมากขึ้น จากผลของการอ่านลายทอของผ้าทอลายทแยงจะพบว่าตลอดทั้งแนวของเส้นด้ายที่ทำการอ่านลายทอนั้นจะได้หน่วยซ้ำของลายที่อาจจะไม่คงที่ตลอดทั้งแนวแต่ก็ยังพอที่จะอ่านลายออกมาได้ว่าเป็นลายอะไร จากตัวอย่างผ้าทอลายทแยงผืนนี้นั้นจะทำให้อ่านได้ว่าเป็นผ้าทอลายทแยง 3/1 ซึ่งตรงตามที่ได้จากการตรวจสอบด้วยแว่นขยาย

เนื่องจากผ้าทอลายทแยงผืนนี้เป็นผ้าที่ทอที่แสดงหน้าผ้าเป็นด้ายยืนดังนั้นในการอ่านลายทอจึงสามารถทำการอ่านลายในแนวของเส้นด้ายยืนได้ด้วยแนวเดียวเพราะจะให้กราฟที่ชัดเจน ส่วนในแนวเส้นด้ายพุ่งนั้นการอ่านลายทอจะเห็นเป็นเส้นด้ายเรียงกันอย่างสม่ำเสมอทีละ 1 เส้น แต่การจัดเรียงของเส้นด้ายที่เป็นแนวเดียวกันนั้นน้อยกว่าในแนวเส้นด้ายยืนจึงทำให้การวาดกราฟได้ผลที่ไม่ชัดเจน และการจัดเรียงเส้นด้ายของเส้นด้ายพุ่งในลักษณะนี้จะเหมือนกันในทุกแบบของลายทแยง

นอกจากนี้ได้ทำการจับเวลาที่โปรแกรมใช้ในการคำนวณ โดยเวลาที่โปรแกรมใช้ในการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายใช้เวลาประมาณ 15 วินาที และเวลาที่โปรแกรมใช้ในการแสดงผลตาราง Microsoft Access ใช้เวลาประมาณ 45 - 60 วินาที ทั้งนี้เวลาที่โปรแกรมใช้ในการคำนวณจะมากหรือน้อยขึ้นกับขนาดของภาพและชนิดของผ้าทอที่นำมาวิเคราะห์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ข้อสรุปและเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองในบทที่ 4 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1) การใช้สูตรคำนวณในการอ่านลายทอ เพื่อให้นำผลการคำนวณมาวาดกราฟนั้น การใช้สูตรหาค่า RGB ด้วยการนำค่า R, G และ B มารวมค่าให้เป็นจุดเดียวจากสูตร

$$RGB = \sqrt{r^2 + g^2 + b^2}$$

ให้ผลในการวาดกราฟที่ไม่เกิดเป็นช่วงคลื่นที่ชัดเจนเพียงพอที่จะทำให้บอกได้ว่าการขัดสานกันของเส้นด้ายเป็นอย่างไร ดังนั้นจึงไม่ผลจากสูตรการคำนวณนี้มาวิเคราะห์ลายทอต่อไป จึงเปลี่ยนมาใช้สูตรการหาค่าความส่องสว่างรวม

$$L = [R] + [G] + [B] = R + 4.5907G + 0.0601B$$

และนำ Autocorrelation มาคำนวณต่อด้วยสูตร

$$C_{x,0} = \sum_{i}^{M} \sum_{j}^{N} G_{i,j} G_{i-x,j}$$

$$C_{0,y} = \sum_{i}^{M} \sum_{j}^{N} G_{i,j} G_{i,j-y}$$

ทำให้ได้ผลการวาดกราฟที่ชัดเจนทำให้สามารถนำมาวิเคราะห์หาลายทอต่อไปได้

2) เมื่อให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์อ่านลายทอของผ้าทอลายขัดได้ผลการอ่านลายทอที่ถูกต้อง 90-100% ในแนวด้ายยืน และ 100% ในแนวด้ายพุ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการตรวจสอบด้วยแว่นขยาย ส่วนผลการอ่านลายทอของผ้าลายทแยงให้ผลที่ถูกต้อง 70% เนื่องจากว่าลายทอทั้งในแนวที่อ่านได้นั้นอาจเกิดหน่วยซ้ำขึ้นที่ไม่ต่อเนื่องกันบ้างแต่ก็ยังสามารถอ่านได้ว่าลายทแยงที่เกิดขึ้นเป็นแบบใด การอ่านผลที่ไม่สม่ำเสมอนี้เกิดขึ้นเนื่องจากว่าโครงสร้างผ้าทอลายทแยงมีความซับซ้อนมากกว่าผ้าทอลายขัดและมีโครงสร้างที่แน่น การสแกนภาพผ้าทอจึงทำให้ชัดเจนทุกเส้นด้ายและตลอดทั้งแนวได้ยาก

3) ผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นับจำนวนเส้นด้ายของผ้าทอลายขัดให้ผลที่ถูกต้องอยู่ในช่วง 20 – 40%ในแนวด้ายยืน และ 40 - 50% ในแนวด้ายพุ่ง ส่วนผ้าทอลายทแยงให้ผลที่ถูกต้อง 40% เมื่อเปรียบเทียบกับผลการตรวจสอบด้วยแว่นขยาย การนับจำนวนเส้นด้ายที่มีความคลาดเคลื่อนนี้เกิดขึ้นจากแนวของเส้นด้ายบางแนวที่ทำการเลือกไม่เรียงตัวเป็นแนวเดียวกันตลอดทั้งเส้นทำให้เมื่อเลือกแนวของเส้นด้ายแล้วแนวการคำนวณของโปรแกรมคอมพิวเตอร์จึงออกไปนอกแนวเส้นด้ายทำให้ไปเจอส่วนที่เป็นช่องว่างระหว่างเส้นด้ายการอ่านค่าสีเส้นด้ายจึงคลาดเคลื่อนไป ทำให้ได้กราฟที่จะนำมาวิเคราะห์ไม่เป็นช่วงคลื่นที่ชัดเจนเพียงพอ

4) เวลาที่โปรแกรมใช้ในการคำนวณสำหรับการอ่านลายทอและการนับจำนวนเส้นด้ายใช้เวลาประมาณ 15 วินาที ส่วนเวลาที่โปรแกรมใช้ในการแสดงผลตาราง Microsoft Access เป็นเวลาประมาณ 45 – 60 นาที ทั้งนี้เวลาที่โปรแกรมใช้ในการคำนวณจะขึ้นอยู่กับขนาดของภาพและชนิดของผ้าทอที่นำวิเคราะห์

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ขั้นตอนในการสแกนภาพผ้าทอต้องมีความระมัดระวังในการจัดวางผ้าทอก่อนการสแกนให้มีการจัดเรียงตัวของเส้นด้ายที่เรียงขนานกันเป็นเส้นตรงตลอดทั้งเส้นด้ายในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งให้มากที่สุดเพื่อให้เมื่อทำการเลือกแนวเส้นด้ายในการคำนวณแล้วได้ผลการอ่านลายทอที่ถูกต้องมากที่สุด

2) การเลือกแนวของเส้นด้ายเพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณต้องพยายามเลือกแนวเส้นด้ายมีการจัดเรียงตัวของเส้นด้ายทั้งในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นตรงให้มากที่สุดเพื่อให้แนวการคำนวณของโปรแกรมสามารถได้ผลการคำนวณค่าสีของเส้นด้ายที่ถูกต้องมากที่สุด

3) เพิ่มพื้นที่ในการสแกนภาพผ้าทอให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเฉลี่ยข้อผิดพลาดในการอ่านลายทอและนับจำนวนเส้นด้ายให้น้อยลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. ฉัททวุฒิ พืชผล, และพิชิต สันติกุลานนท์, การใช้งาน Database Control, คู่มือเรียน Visual Basic 6, พิมพ์ครั้งที่ 5, กรุงเทพฯ: บริษัท เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด, 2544: หน้า 317 - 322.
2. ดร.ประณัฐ โพธิยะราช และคณะ, รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1, โครงการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับช่วยในการออกแบบและการผลิตผ้าทอ, 2545.
3. ผศ.มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด, วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น, กรุงเทพฯ: สมาคมคหเศรษฐศาสตร์ประเทศไทย, 2541: หน้า 181-188.
4. รศ.ดร.ลิลลี่ โกศัยยานนท์, ความบกพร่องของผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่มีสาเหตุจากกระบวนการผลิต, คู่มือวิชาการสิ่งทอ, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2541: หน้า 155, 164-165, 315 - 316.
5. Huang, C.C., Lui, S.C., and Yu, W.H., Woven Fabric Analysis by Image Processing Part I: Identification of Weave Patterns, Textile Research Journal, 2000, 70(6), 481-485.
6. Jain, A.K., Image Processing – Digital Techniques, Fundamentals of Digital Image Processing, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1989.
7. Kang, T.J., Kim, C.H., and Oh, K.W., Automatic Recognition of Fabric Weave Patterns by Digital Image Analysis, Textile Research Journal, 1999, 69(2), 77-83.
8. Kang, T.J., Choi, S.H., and Kim, S.M., Automatic Structure Analysis and Objective Evaluation of Woven Fabric Using Image Analysis, Textile Research Journal, 2001, 71(3) ,261-270.
9. Kinoshita, M., Hashimoto, Y., Akiyama, R., and Uchiyama, S.,Determination of Weave Type in Woven Fabric by Digital Image Processing, Journal of the Textile Machinery Society of Japan, Proceedings, 1989, 35(2), 1-4.
10. Ohta, K., Sakaue, K., and Tamura, H., Pattern Recognition of Fabrics Surfaces, Journal of the Textile Machinery Society of Japan, Proceedings, 1986, 32(1), 7-10.
11. Sakaguchi, A., Kim, H., Matsumoto, Y., and Toriumi, K., Woven Fabric Quality Evaluation Using Image Analysis, Textile Research Journal, 2000, 70(11), 950-956.

12. Sakaguchi, A., Wen, G.H., Matsumoto, Y., Toriumi, K., and Kim, H., Image Analysis of Woven Fabric Surface Irregularity, Textile Research Journal, 2001, 71(8), 666-671.

13. Zhang, Y.F., and Bresee, R.R., Fabric Defect Detection and Classification Using Image Analysis, Textile Research Journal, 1995, 65(1), 1-9.

14. Adelaide Optical Centre, Aspheric Secment Macnifiers & Rulers[Online]. (n.d.). Available from: http://www.adelaideoptical.com.au/ mags2.html [2003, January 10]

15. Almac Machinery, Woven Fabrics Inspection Machine[Online]. (n.d.). Available from: http://www.almac-machinery.com/Inspection/wfim.html [2003, January 10]

16. MediaCybernetics, Product : Image-Pro Plus[Online]. (n.d.). Available from: http://www.mediacy.com/ippage.htm [2003, January 15]

17. Netcomposites, Woven Fabrics[Online]. (n.d.). Available from: http://www.netcomposites.com/education.asp?sequence=42 [2002, October 22]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวเบ็ญจพร แสวงหาทรัพย์ เกิดวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2522 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ แขนงวิชาพอลิเมอร์และสิ่งทอ จากภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2543 หลังจากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อภาคต้นปีการศึกษา 2544 และสำเร็จการศึกษาในภาคปลายปีการศึกษา 2545

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย