การพัฒนาเครื่องทอผ้าแบบทอมือควบคุมการยกตะกอโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

Development of Hand Loom Using Harness-Lift Microcontroller

เจียรนัย เล็กอุทัย สายัณห์ ผุดวัฒน์ ณัฐวุฒิ อ่วมเครือ

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

บทคัดย่อ

การทอผ้าส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะใช้เครื่องทอผ้าชนิดใช้กระสวย และตะกอจะทำด้วยกรอบไม้หรือโครงอลูมิเนียมจำนวน 2 ตะกอและ 4 ตะกอ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการออกแบบลวดลายผ้าให้มีความซับซ้อนของเครื่องทอผ้าแบบใช้เท้าเหยียบเพื่อยกตะกอ ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการพัฒนากลไกเพื่อใช้ออกแบบลวดลายที่ใช้ตะกอมากกว่า 4 ตะกอขึ้นไปของเครื่องทอผ้าทอมือแบบใช้กระสวย โดยการออกแบบกลไกการทำงานของระบบการยกตะกอของเครื่องทอผ้าโดยแบบใช้มอเตอร์กระแสตรงและแบบใช้มอเตอร์กระแสสลับและควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 จากการทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องทอผ้าพบว่าการยกตะกอโดยใช้มอเตอร์กระแสสลับจะยกตะกอได้จำนวนมากกว่ามอเตอร์กระแสตรง โดยอัตราความเร็วของเส้นด้ายพุ่งเฉลี่ยเท่ากับ 17 เส้นต่อนาที และ 11 เส้นต่อนาทีตามลำดับ และการเปรียบเทียบการทอผ้าด้วยลวดลาย 4 แบบด้วยวิธีการยกตะกอที่แตกต่างกัน 3 วิธี พบว่าการทอผ้าด้วยเครื่องทอผ้าที่ใช้มอเตอร์กระแสสลับและมอเตอร์กระแสตรงให้ผลผลิตในลวดลายซับซ้อนเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมงสูงกว่าวิธีการใช้เท้าเหยียบ 3.7 เท่าและ 2.5 เท่าตามลำดับ

Abstract

This paper presents a novel development of a micro-electronically controlled heald-shaft system. The system is capable of producing woven fabric with a more complicated pattern compared to the traditional produced by a 4-harness hand shuttle loom. The harness-lift mechanism is handled by either an AC and DC motor and is controlled using an AT89C52 microcontroller system. We have found that the AC motor system has a better weft insertion rate of 17 picks per minute compared to 11 picks per minute acquired by the DC counterpart. The results show that the production rate has improved from the original hand loom by 3.7 and 2.7 times for AC and DC motors respectively.

1. บทนำ

อุตสาหกรรมผ้าทอมือในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมพื้นบ้านหรืออุตสาหกรรมในครัวเรือน จากการสำรวจข้อมูลโดยส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2544 พบว่าอุสาหกรรมผ้าทอประเภทหัตถกรรมมีการผลิตผ้าไหมและผลิตภัณฑ์ผ้าไหม คิดเป็นเงิน 906.70 ล้านบาท ผ้าฝ้ายและผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้ายคิดเป็นเงิน 3,429.21 ล้านบาท [1] ในการทอผ้าส่วนใหญ่จะใช้เครื่องทอผ้าชนิดใช้กระสวยแบบชาวบ้านและตะกอจะทำด้วยกรอบไม้หรือโครงอลูมิเนียมจำนวน 2 ตะกอและ 4 ตะกอ ซึ่งจำนวนตะกอนี้เป็นข้อจำกัดของการออกแบบลวดลายผ้าให้มีความซับซ้อนมากขึ้น นอกจากนี้วิธีการยกตะกอจะใช้เท้าเหยียบหรือใช้มือเพื่อผลิตผ้าที่มีลวดลายซับซ้อนมักจะได้ผลผลิตผ้าทอต่ำ

เครื่องทอผ้าที่สามารถออกแบบลวดลายที่ซับซ้อนจำเป็นต้องใช้ตะกอมากกว่า 4 ตะกอขึ้นไปทำให้ต้องใช้แรงมากเวลายกตะกอและเสียเวลาในการเลือกตำแหน่งตะกอที่ต้องการยกเพื่อให้เกิดลวดลายและมักเกิดความผิดพลาดในการเลือกได้ง่าย ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ ดังนั้นการพัฒนากลไกเพื่อใช้เป็นเครื่องทุ่นแรงใน

การยกตะกอและนำเอาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นประยุกต์เพื่อควบคุมการยกตะกอของเครื่องทอผ้าแบบใช้กระสวย

ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นอุปกรณ์ทางไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีการทำงานรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง สามารถควบคุมการทำงานได้ง่ายและมีราคาถูกสามารถนำมาใช้ควบคุมมอเตอร์ที่เป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ควบคุมกลไกของการยกตะกอที่ออกแบบขึ้น โดยอาศัยโปรแกรมคำสั่งที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการยกตะกอให้เป็นไปตามลวดลายผ้าที่ออกแบบไว้อย่างอัตโนมัติ ทำให้ใช้เวลาในการทอผ้าน้อยลง มีความผิดพลาดในการยกตะกอลดลงและสามารถออกแบบลวดลายได้ซับซ้อนมากขึ้น ผลที่ได้ก็คือเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทอผ้า ลดการสูญเสียเวลาและแรงงานที่ใช้สำหรับในการผลิตรวมทั้งผลผลิตสูงขึ้นซึ่งเป็นการเพิ่มรายได้ของผู้ทอผ้า

เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้พัฒนาเครื่องทอผ้าแบบทอมือซึ่งมีใช้อยู่ทั่วไปในท้องถิ่นซึ่งเป็นเทคโนโลยีระดับชาวบ้านแล้วยังเหมาะสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการออกแบบผ้าทอในสถานบันการศึกษาระดับอาชีวะศึกษาและอุดมศึกษารวมทั้งเป็นโครงการนำร่องที่จะผลิตเครื่องทอผ้าโดยอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูงต่อไปและเป็นการยกระดับเครื่องทอผ้าแบบทอมือให้มีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้นอีกด้วย

2. อุปกรณ์และวิธีการ

การออกแบบระบบควบคุมการทำงานในการยกตะกอของเครื่องทอผ้าแบบทอมือโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 [2] เป็นหน่วยประมวลผลหลักที่ใช้สำหรับรับข้อมูลมาประมวลผลและส่งข้อมูลไปควบคุมการทำงานยังหน่วยเชื่อมต่อต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ หน่วยแสดงผล หน่วยความจำหน่วยรับข้อมูล คีย์บอร์ด และหน่วยรับส่งข้อมูลสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 ซึ่งมีหน้าที่ทำงานดังนี้

- คีย์บอร์ด จะรับข้อมูลการกำหนดการยกขึ้นยกลงของตะกอซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้กำหนดลายผ้า กำหนดรูปแบบของโหมด (mode) การทำงาน

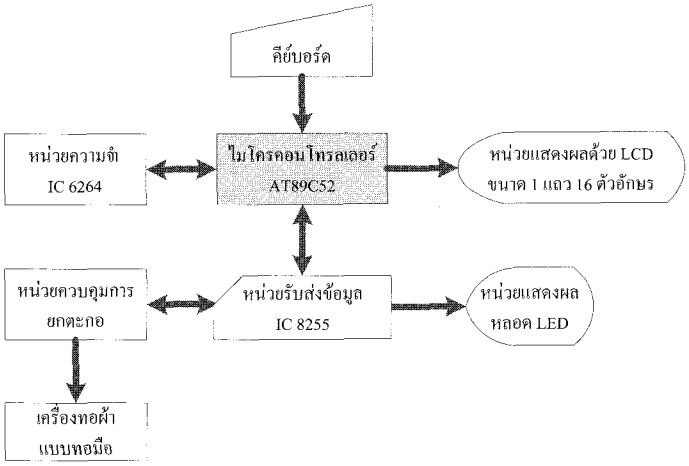
- หน่วยความจำ IC 6264 เป็นหน่วยความจำข้อมูลขนาด 64 กิโลไบต์

- หน่วยแสดงผล LCD ขนาด 1 แถว 16 ตัวอักษร เป็นหน่วยแสดงผลเป็นข้อความที่บอกถึงสภาวะการทำงาน

- หน่วยรับส่งข้อมูล IC8255 จะรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรล์เลอร์เพื่อแสดงผลที่หลอด LED และส่งข้อมูลไปควบคุมหน่วยควบคุมการยกตะกอเพื่อกำหนดการยกตะกอของเครื่องทอผ้า

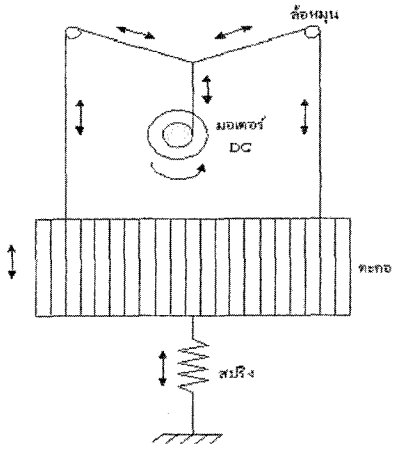
- หน่วยแสดงผล LED ใช้สำหรับการแสดงสภาวะของการควบคุมการทำงานของเครื่องขณะที่กำลังทอผ้า

-หน่วยควบคุมการยกตะกอเป็นหน่วยที่ออกแบบเพื่อรับข้อมูลจากไมโครคอลโทรลเลอร์ผ่านทางหน่วยรับส่ง ข้อมูล IC 8255 ไปยังส่วนกลไกการยกตะกอเพื่อควบคุมรูปแบบของลายผ้าและลักษณะการทอผ้า ในส่วนของการควบคุมการยกตะกอได้มีการออกแบบและพัฒนาเป็น 2 วิธีคือการควบคุมโดยใช้มอเตอร์กระแสตรงและการควบคุมโดยใช้มอเตอร์กระแสสลับ

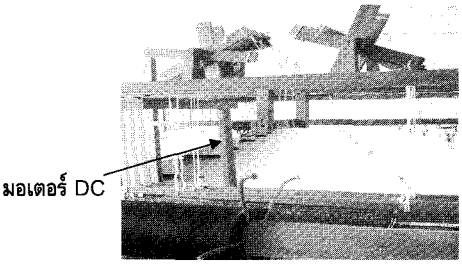


รูปที่ 1 แผนภาพการควบคุมการยกตะกอโดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

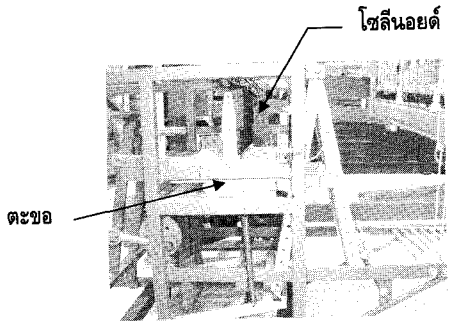
การใช้มอเตอร์กระแสตรงควบคุมการยกตะกอจะใช้มอเตอร์ขนาด 27 โวตล์ จำนวน 1 ตัวต่อการยกตะกอ 1 ตะกอ และหลักการยกตะกอจะประยุกต์จากเครื่องทอผ้าแบบ Tappet Shedding แบบ Roller reversing motion ชนิด Positive Cam [4] แสดงเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 2 และชนิดของ Warp Shed เป็นแบบ Center-Closed Shed [3] แสดงการติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงดังรูปที่ 3 โดยออกแบบจะใช้ตะกอทั้งหมด 4 ตะกอ ดังนั้นจำเป็นต้องใช้มอเตอร์กระแสตรงจำนวน 4 ตัวในการกำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์เพื่อควบคุมการยกตะกอจะอาศัยการทำงานของรีเลย์ (Relay) โดยรีเลย์จะรับคำสั่งมาจากโปรแกรมควบคุมที่ส่งข้อมูลผ่านไอซี ULN2003 และมอเตอร์กระแสตรงจะรับกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ออกแบบไว้



รูปที่ 2 หลักการออกแบบการยกตะกอโดยใช้มอเตอร์กระแสตรง

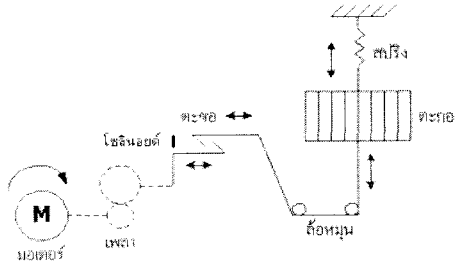


รูปที่ 3 การติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงกับเครื่องทอผ้าแบบทอมือ



รูปที่ 5 การติดตั้งมอเตอร์กระแสสลับเพลาคันโยกกับเครื่องทอผ้าแบบทอมือ

สำหรับการใช้มอเตอร์กระแสสลับควบคุมการยกตะกอจะใช้มอเตอร์ขนาด 1.5 แรงม้าเพียงตัวเดียวสามารถยกตะกอได้ถึง 8-16 ตะกอ ในการวิจัยนี้จะใช้ควบคุมเครื่องทอผ้าขนาด 8 ตะกอ โดยในส่วนของการควบคุมการยกตะกอโดยประยุกต์จากหลักการของการยกตะกอแบบ Dobby Shedding [4] ชนิด Center-Closed Shed แสดงเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 4 โดยมีการใช้โซลินอยด์(Solenoid)สำหรับกดตะขอเพื่อควบคุมการกดตะกอของมอเตอร์กระแสสลับ รวมถึงการรับสัญญาณจากสวิตช์ผ่าน IC8255 ไปยังหน่วยประมวลผลหลัก AT89C52 ซึ่งใช้ในการเลือกตำแหน่งเพื่อให้โซลินอยด์กดตะขอเพื่อให้ดึงและปล่อยตะกอในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในการออกแบบลวดลายผ้า [2]



รูปที่ 4 หลักการออกแบบการยกตะกอโดยใช้มอเตอร์กระแสตรง

ในส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงานเมื่อผู้ใช้เปิดเครื่องโปรแกรมจะเข้าสู่การทำงานในโหมดต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้เลือกที่จะทำงานในโหมดที่ต้องการก่อน ซึ่งประกอบไปด้วยโหมดต่าง ๆ ดังนี้

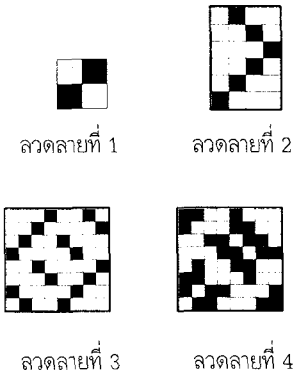
-โหมด SELECT ใช้เพื่อเลือกฟังก์ชันการทำงานสำหรับการบันทึกข้อมูลพื้นฐานของเครื่องทอผ้าและลวดลาย

-โหมด ENTER ใช้เพื่อเข้าสู่การทำงานในฟังก์ชันหนึ่ง ๆ และในการ Run โปรแกรม

-โหมด UPDATE ใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลและกำหนดตำแหน่งแถวเริ่มต้นที่จะทำงานต่อภายหลังการรบกวนการทำงานขณะเครื่องกำลังทอผ้า

โปรแกรมหลักที่ใช้ในการควบคุมการยกตะกอโดยใช้การควบคุมของมอเตอร์กระแสตรงและมอเตอร์กระแสสลับจะเหมือนกัน ยกเว้นโปรแกรมย่อยในส่วนที่ใช้ควบคุมการทำงานของรีเลย์ที่ควบคุมการหมุนของมอเตอร์กระแสตรงและส่วนที่ใช้ควบคุมการแอคทีฟของโซลินอยด์สำหรับมอเตอร์กระแสสลับ

สำหรับในการหาสมรรถนะของเครื่องจะทำการทดลองโดยเปรียบเทียบการทอผ้าจากเครื่องทอผ้าแบบใช้กระสวยทั่วๆ ไปที่ใช้เท้าเหยียบ ใช้เครื่องทอผ้าที่ควบคุมการยกตะกอด้วยมอเตอร์กระแสตรงและมอเตอร์สลับตามลำดับ โดยทำการทอผ้าที่มีลวดลายต่างกันจำนวน 4 แบบ แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ลักษณะแบบลวดลายที่ใช้ทอผ้า จำนวน 4 แบบ

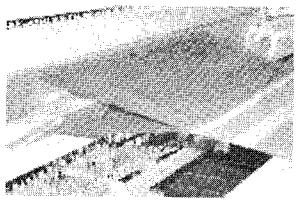
ในการทอจะใช้เส้นด้ายเบอร์ Ne 40 ที่มีความหนาแน่น 20 เส้นต่อนิ้ว มีหน้ากว้างของผ้า 36 นิ้ว โดยใช้ผู้ทอผ้าคนเดียวกันในการพุ่งกระสวยและเก็บข้อมูลของความยาวของผ้าที่ได้ต่อ 1 ชั่วโมงเป็นเวลา 4 ชั่วโมงเพื่อหาค่าเฉลี่ยและหาค่าอัตราการเส้นด้ายพุ่งของเครื่องทอผ้าที่ควบคุมด้วยมอเตอร์กระแสตรงและกระแสสลับการทอผ้าทุก ๆ ชั่วโมง ซึ่งการทอผ้าลวดลายแบบต่างกัน 4 แบบ จะมีการใช้จำนวนตะกอที่ยกเส้นด้านยืนแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 1

ลวดลายที่	จำนวนตะกอของเครื่อง		
	ใช้เท้าเหยียบ	ใช้มอเตอร์กระแสตรง	ใช้มอเตอร์กระแสสลับ
1	2	4	8
2	4	4	8
3	8	-	8
4	-	-	8

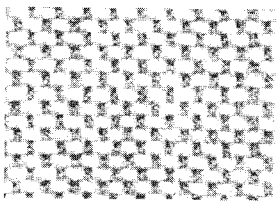
ตารางที่ 1 จำนวนตะกอของเครื่องทอผ้าที่ใช้ทอลวดลายทั้ง 4 แบบ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

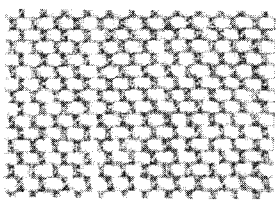
ในการควบคุมการยกตะกอของเครื่องทอผ้าแบบใช้กระสวยโดยใช้การควบคุมของมอเตอร์กระแสตรงและมอเตอร์กระแสสลับ พบว่าสามารถยกตะกอและเปิด Warp Shed ในลักษณะ Clear Shed และมีแรงดึงในเส้นด้ายยืนที่พอเหมาะขึ้นกับขนาดของเส้นด้าย เพื่อให้ผู้ใช้พุ่งเส้นด้ายพุ่งและอัดฟันหวีผ้าทอที่ได้แสดงดังรูปที่ 7



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 7 (ก) ลักษณะความกว้างของ Warp shed เมื่อความหนาของกระสวย 2.5 cm
(ข) ผ้าทอที่ได้จากการควบคุมการยกตะกอโดยใช้มอเตอร์กระแสตรง
(ค) ผ้าทอที่ได้จากการควบคุมการยกตะกอโดยใช้มอเตอร์กระแสสลับ

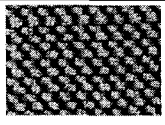
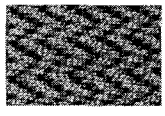
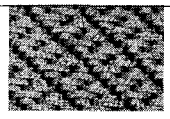
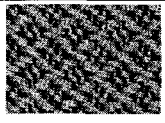
การทดลองเปรียบเทียบอัตราการผลิตผ้าระหว่างวิธีการยกตะกอด้วยเท้า แบบใช้มอเตอร์กระแสตรง และแบบใช้มอเตอร์กระแสสลับแสดงได้ดังตารางที่ 2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

ในการทอผ้าลวดลายที่ 1 เป็นลวดลายที่ไม่ซับซ้อนการทอผ้าโดยใช้เท้าเหยียบ ความยาวของผ้าที่ทอได้เฉลี่ยใน 1 ชั่วโมงจะสูงกว่าแบบใช้มอเตอร์กระแสตรงและมอเตอร์กระแสสลับคิดเป็น 79 % และ 72 % หรือมากกว่า 4.7 เท่าและ 3.5 เท่า ตามลำดับ

สำหรับลวดลายที่ 2 ที่ต้องใช้ตะกออย่างน้อย 4 ตะกอขึ้นไปพบว่าการทอด้วยเครื่องมอเตอร์กระแสสลับจะให้ผลผลิตเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมงสูงกว่าใช้เท้าเหยียบคิดเป็น 73 % หรือคิดเป็น 3.7 เท่าเนื่องจากผู้ทอจะต้องจดจำอันดับการยกของตะกอในแต่ละแถวและผลผลิตของผ้าแบบใช้มอเตอร์กระแสตรงสูงกว่าใช้เท้าเหยียบ คิดเป็น 32 % หรือมากกว่า 2.5 เท่า แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ของแบบที่ใช้มอเตอร์กระแสสลับจะต่ำกว่า สาเหตุมาจากการดึงตะกอขึ้นและดึงลงจะรอคำสั่งควบคุมมอเตอร์กระแสตรงให้หมุนตามเข็มหรือทวนเข็มนาฬิกาจากโปรแกรมที่กำหนดไว้และการทำงานของโปรแกรมในส่วนควบคุมกลไกซับซ้อนกว่าจึงใช้เวลามากกว่าในการควบคุม

ในลวดลายที่ 3 จะใช้ตะกอจำนวน 8 ตะกอ พบว่าเครื่องแบบใช้มอเตอร์กระแสสลับ จะให้ผลผลิตสูงกว่าแบบใช้เท้าเหยียบคิดเป็น 72 % หรือมากกว่า 3.6 เท่า ส่วนเครื่องทอผ้าที่แบบใช้กระแสตรงไม่สามารถทอผ้าได้เพราะออกแบบไว้เพียง 4 ตะกอ สำหรับในลวดลายที่ 4 เครื่องทอผ้าแบบใช้เท้าเหยียบไม่สามารถทอผ้าได้เพราะต้องยกตะกอพร้อมกันถึง 4 ตะกอ นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราความเร็วของเส้นด้ายพุ่งเฉลี่ย (Weft insertion speed) ของแบบมอเตอร์กระแสตรงเท่ากับ 11 เส้นต่อนาที (picks per minute) ในขณะที่แบบมอเตอร์กระแสสลับเท่ากับ 17 เส้นต่อนาทีตามลำดับ

หน่วย เซนติเมตรต่อชั่วโมง

แบบลวดลายที่	ลวดลายที่ปรากฏบนผ้า	วิธีการยกตะกอ		
		ใช้เท้าเหยียบ	ใช้มอเตอร์กระแสตรง	ใช้มอเตอร์กระแสสลับ
1		191.2	40.2	54.3
2		13.2	33.1	48.5
3		15.3	-	55.2
4		-	-	57.0

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตเป็นเซ็นติเมตรต่อชั่วโมงที่ใช้วิธีการยกตะกอแบบใช้เท้าเหยียบ ใช้มอเตอร์กระแสตรงและใช้มอเตอร์กระแสสลับจำแนกตามลวดลาย 4 แบบ

จากการทดสอบโดยรวมพบว่าประสิทธิภาพการทอหรืออัตราการผลิตของเครื่องทอผ้าแบบใช้เท้าเหยียบจะขึ้นอยู่กับทักษะการทอผ้าของผู้ทอ ส่วนการทอผ้าโดยเครื่องทอผ้าแบบใช้มอเตอร์จะขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของโปรแกรมควบคุมที่สัมพันธ์กับความเร็วรอบของมอเตอร์ อย่างไรก็ตามผู้ทอยังจำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงวิธีการออกแบบลวดลายผ้าที่เกี่ยวข้องกับการเลือกยกตะกอและต้องเข้าใจการทำงานของเครื่องพอสมควรจึงจะสามารถออกแบบลายผ้าที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

ในส่วนของการทำงานของกลไกยกตะกอทั้ง 2 แบบ พบว่าการยกตะกอโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับจะดีกว่าใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเพราะมีแรงบิดสูงสามารถใช้ยกตะกอได้จำนวนมากกว่าและกินไฟประมาณ 45 วัตต์และใช้กระแส 5.48 แอมแปร์ แต่มีข้อเสียคือเสียงจะดังและมีการกระแทกลงค่อนข้างรุนแรงอาจทำให้เส้นด้ายยืนขาดได้ ซึ่งทำให้ผ้ามีตำหนิ

ในขณะที่มอเตอร์กระแสตรงมีข้อเสียคือราคาแพงและต้องใช้มอเตอร์จำนวน 1 ตัวต่อ 1 ตะกอ นอกจากนี้ยังไม่สามารถยกตะกอที่ใช้สำหรับผลิตผ้าหน้ากว้างนื่องจากแรงตึงในเส้นด้ายยืนจะสูงมากจึงเหมาะสำหรับผลิตผ้าหน้าแคบเท่านั้น แต่การใช้มอเตอร์กระแสตรงมีข้อดีคือในการยกตะกอขึ้นหรือลงจะไม่มีการกระแทกกลับที่ทำให้เส้นด้ายยืนขาดได้ อย่างไรก็ตามก่อนการใช้งานควรจะต้องมีการปรับตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมเสียก่อน เช่น ระดับของตะกอ แรงตึงของเส้นด้ายยืน เป็นต้น ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะมีผลต่อความกว้างของช่องว่าง (Shed) ที่กระสวยวิ่งผ่านและการขาดของเส้นด้ายซึ่งอาจจะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานได้

4. สรุปผลการทดลอง

จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าในการทอผ้าลวดลายที่ไม่ซับซ้อนการยอตะกอด้วยเท้าจะให้ผลผลิตมากกว่าและรวดเร็วกว่า แต่ในกรณีที่ทอผ้าที่ลวดลายซับซ้อนที่ใช้จำนวนตะกอมากกว่า 4 ตะกอ การใช้เครื่องที่พัฒนาขึ้นโดยใช้มอเตอร์ควบคุมด้วยจะให้ผลผลิตสูงกว่าและใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่าและลดความผิดพลาดในการเลือกยกตะกอ ซึ่งแสดงถึงการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานมากกว่าเครื่องทอผ้าแบบกระสวยที่ใช้เท้าเหยียบที่ทำงานในลักษณะเดียวกัน

อย่างไรก็ตามควรมีการปรับปรุงในส่วนของกลไกการยกตะกอของแบบใช้มอเตอร์ให้ลดการกระแทกลงซึ่งจะเป็นการลดเสียงดังอีกด้วย นอกจากนี้ควรมีการพัฒนาการเครื่องที่ออกแบบให้เชื่อมต่อกับโปรแกรมการออกแบบลายผ้าด้วยคอมพิวเตอร์ PC ซึ่งจะทำให้ศักยภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นซึ่งขณะนี้อยู่ในระหว่างการดำเนินการ

5. เอกสารอ้างอิง

[1] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา, อุตสาหกรรมสิ่งทอไทย, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 223 น. , 2544

[2] เจียรนัย เล็กอุทัย, งานวิจัยเรื่องการควบคุมการยกตะกอของเครื่องทอผ้าแบบทอมือโดยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี, 126 น. , 2545

[3] Lord, P.R. and Mohamed, M.H. , Weaving: Conversion of Yarn to Fabric, pp. 72-193, Merron Publising, Co.Ltd, ,1982

[4] Mark, R. and Robinson A.T.C., Principle of Weaving, pp. 48-53 ,The Textile Institute, Manchester, 1986