การวิเคราะห์การแปลงเมทริกซ์ของลายมัดหมี่ที่ใช้เทคนิคการค้นแบบหมี่ลวด

Matrix Transformation Analysis of Mee Laud Technique in Mudmee Pattern

สำคัญ ฮ่อบรรทัด[1*] สมบัติ ประจญศานต์[2] และ ดรัสวิน วงศ์ปรเมษฐ์[3]

Samkhan Hobanthad[1*], Sombat Prajonsant[2] and Drusawin Vongpramate[3]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาการเกิดลวดลายของผ้ามัดหมี่ที่ใช้เทคนิคการค้นแบบหมี่ลวด และใช้การแปลงเมทริกซ์อธิบายการเกิดลายรวมถึงนำแนวความคิดมาประยุกต์ใช้กับการสร้างโปรแกรมจำลองลายผ้า ผลการศึกษา พบว่า การเกิดลวดลายของไหมมัดหมี่เกิดจากกระบวนการค้นหมี่ และกระบวนการมัดย้อมเส้นด้ายก่อนทอซึ่งมีความสัมพันธ์กัน สำหรับการค้นหมี่แบบหมี่ลวดสามารถอธิบายโดยใช้การแปลงเมทริกซ์ 2 ขั้นตอน คือ 1) การแปลงเมทริกซ์ เพื่อสะท้อนลายอันเนื่องมาจากการค้นหมี่แบบไป-กลับโดยส่งผลให้ลายมีความสมมาตรบนแกน x และ 2) การแปลงเมทริกซ์เพื่อซ้ำลาย สำหรับการมัดย้อมนั้น เกิดจากการขยายแม่ลายโดยการแปลงทางเรขาคณิต 2 แบบ คือ แบบสะท้อน และแบบเลื่อนแกนทางขนาน นอกจากนี้เมื่อนำแนวความคิดไปพัฒนาเป็นโปรแกรมจำลองลายผ้าเปรียบเทียบกับการทอจริงจาก 3 หมู่บ้าน พบว่าการเลื่อนตัวของแม่ลายตรงกัน

ABSTRACT

The main purpose of this research is to understanding “Mee Laud” technique in Mudmee (Ikat) pattern and to explain the formation of pattern using matrix transformation. Moreover, the result is applied to computer programming. The results indicate that the formation of pattern is explained by the relation of binding phase and tie-dyeing. For algorithm of binding phase, the first process is to use matrix transformation for reflection of motif which gives a symmetric pattern on x-axis. The other process is to use matrix transformation for repetition of motif. For tie-dyeing, the motif is used a reflection or a translation in geometric transformation. Finally, the result of computer programming compare with cloth experiment of three weaving villages is coordinate motif translation.

Key Words: matrix transformation, pattern, motif, Ikat, Mudmee

* Corresponding author; e-mail address: S.hobanthad@gmail.com

[1]สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ บุรีรัมย์ 31000

[1]Department of Mathematic, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University, Buriram 31000

[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ บุรีรัมย์ 31000

[2]Department of Architectural Technology, Faculty of Industrial Technology, Buriram Rajabhat University, Buriram 31000

[3]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ บุรีรัมย์ 31000

[3]Department of Information Technology, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University, Buriram 31000

คำนำ

หัตถอุตสาหกรรมชุมชนผ้าไหม ผ้าฝ้ายของไทยและผลิตภัณฑ์แปรรูป นอกจากเป็นหัตถอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งการส่งออกและการซื้อขายภายในประเทศแล้วยังเป็นอุตสาหกรรมที่ควรค่าแก่การดำรงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรม เพราะการทอผ้ามีประวัติที่ยาวนาน และองค์ความรู้ส่วนใหญ่ได้จากการสืบทอดภูมิปัญญาจากบรรพบุรุษ เมื่อพิจารณาแหล่งผลิตผ้าทอ พบว่ากระจายตัวอยู่ภูมิภาคต่าง ๆ ผ้าทอในแต่ละที่จะสะท้อนอัตลักษณ์ของแต่ละพื้นถิ่น (วัฒนะ, 2555) เกิดผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวของประเทศ สร้างรายได้อย่างงามให้กับชุมชนนอกเหนือจากการทำเกษตรกรรม อย่างไรก็ตามในสภาวการณ์ที่มีความรุนแรงของการแข่งขันทางเศรษฐกิจส่งผลให้ทั้งไหมและฝ้ายประสบปัญหาหลายด้าน ทั้งในแง่ของการตลาด การเข้าถึงผู้บริโภค ความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการก้าวทันยุคสมัยที่เปลี่ยนไปอันเกิดจากการรับวัฒนธรรมตะวันตกเข้าสู่วิถีชีวิตมากขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้พฤติกรรมการสวมใส่ในยุคปัจจุบันไม่ตอบรับกับภาพลักษณ์ผ้านุ่งผ้าถุง อีกทั้งขาดความหลากหลายของลวดลายทั้งที่มีความสัมพันธ์กับความถี่ในการซื้ออย่างมีนัยสำคัญ (มาลิณี, 2549) นักวิจัยส่วนหนึ่งพยายามเติมเต็มจุดอ่อนที่สำคัญด้วยการวิจัยและพัฒนาลวดลายผ้าให้มีความหลากหลาย เช่น การพัฒนาต้นแบบลวดลายเรขศิลป์ 2 มิติจากลวดลายส่วนประดับปราสาทขอม (สมบัติ, 2558) การพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบลายผ้าโดยใช้คอมพิวเตอร์ (เจียรนัย, 2548) การวิเคราะห์อัลกอลิธึมลายเรขาคณิตในผ้าขิดเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบลวดลายใหม่ (อิทธิพล, 2552) เมื่อพิจารณาแล้วโดยส่วนใหญ่มีแนวความคิดเชิงเรขาคณิตเป็นพื้นฐานในการพัฒนา ทำให้มีนักวิจัยเน้นความสำคัญกับการสำรวจแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ในผ้าทอมือ ทั้งในกระบวนการผลิต (กิตติปกรณ์, 2549) หรือรูปแบบความสมมาตรของลวดลาย (กรรณิการ์, 2554)

การศึกษาครั้งนี้ มีแนวความคิดที่จะสำรวจองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เกิดลวดลายในไหมมัดหมี่แล้วนำมาพัฒนาเป็นโปรแกรมจำลองลวดลายเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ทั้งนี้ผลที่ได้อาจเป็นแนวทางให้นักพัฒนาลวดลายหรือชุมชนทอผ้าได้พัฒนาต่อยอดเป็นลวดลายต่าง ๆ รวมทั้งโปรแกรมจำลองลายผ้ายังสามารถทำนายลวดลายทั้งผืนก่อนที่จะลงมือทอจริงเพื่อประกอบการตัดสินใจ

วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาการเกิดลวดลายมัดหมี่มีกระบวนการศึกษา ดังนี้ 1) ลงพื้นที่สัมภาษณ์การเรียกชื่อลายบันทึกลงในโปรแกรม Microsoft Excel คัดแยกลวดลายตามประเภทการค้นหมี่ จากแหล่งทอผ้าในจังหวัดบุรีรัมย์จำนวน 6 แหล่ง ประกอบด้วย กลุ่มศูนย์หัตถกรรมพื้นบ้านอำเภอนาโพธิ์ กลุ่มทอผ้าบ้านหนองตาดน้อย อำเภอเมือง กลุ่มสตรีทอผ้าบ้านหัวสะพาน อำเภอพุทไธสง กลุ่มสตรีทอผ้าอำเภอแคนดง กลุ่มสตรีทอผ้าอำเภอสตึก กลุ่มสตรีทอผ้าอำเภอคูเมือง 2) ลงพื้นที่ศึกษาการเกิดรูปของลายมัดหมี่ในแต่ละกระบวนการทั้งหมด 3 พื้นที่ประกอบด้วย กลุ่มทอผ้าบ้านตาลอง อำเภอสตึก กลุ่มทอผ้าบ้านหนองตาดน้อย อำเภอเมือง และกลุ่มศูนย์หัตถกรรมพื้นบ้านอำเภอนาโพธิ์ 3) เรียบเรียงและอธิบายด้วยองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องการแปลงเมทริกซ์ 4) เขียนอัลกอริธึมที่ได้จากการประยุกต์การแปลงเมทริกซ์ของลายสำหรับจำลองลายผ้าและเปรียบเทียบกับการทอเป็นผืนจริงใน 3 กลุ่มทอผ้า

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การบันทึกข้อมูลลวดลาย

การสำรวจลายมัดหมี่จากภูมิปัญญาท้องถิ่นของกลุ่มผู้ผลิตผ้าไหมมัดหมี่ ชาติพันธุ์ไทยลาว ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ ทำการบันทึกภาพและจัดทำแบบลายบนโปรแกรม Microsoft Excel ด้วยการใส่รหัสตัวเลขและสีของลายมัดหมี่ที่มัดกับเส้นพุ่ง (Figure 1) โดยคำนึงถึงลำดับการย้อมทับ และกำหนดให้ ตัวเลข 1 หมายถึง การมัดเก็บสีของเส้นไหมจะได้สีขาว ตัวเลข 2 หมายถึง สีเหลือง ตัวเลข 3 หมายถึง สีแดง ตัวเลข 4 หมายถึง สีเขียว ตัวเลข 5 หมายถึง สีน้ำเงิน ตัวเลข 6 หมายถึง สีน้ำตาล ตัวเลข 7 หมายถึง สีดำ คัดแยกลวดลายที่สำรวจจำนวน 100 ลายด้วยวิธีการค้นหมี่ พบว่า มี 96 ลายที่ทำการค้นหมี่แบบหมี่ลวด

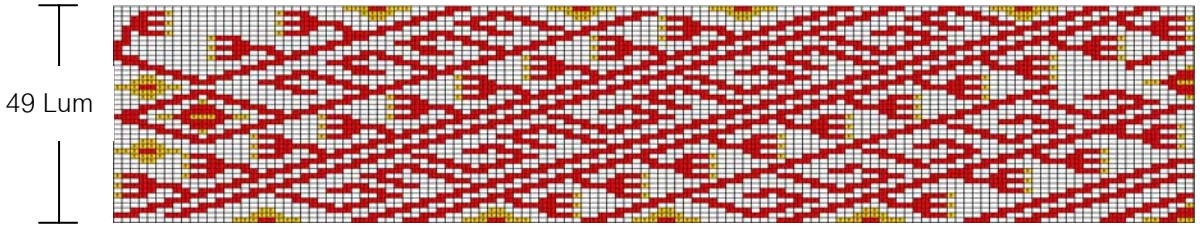


Figure 1 Example motif of coding number which record on Microsoft Excel (Motif size 49 Lum)

แนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการเกิดลวดลายสำหรับการค้นหมี่แบบลวด

การทอผ้ามัดหมี่ใช้หลักการเบื้องต้นเหมือนกับการผลิตผ้าทอมือลายขัดพื้นฐาน กล่าวคือ ใช้หลักการขัดกันของเส้นด้าย 2 ทิศทางที่ทำมุมกัน 90 องศา ในทิศทางแรก เรียกว่าเส้นยืน เป็นแนวเส้นด้ายที่ขนานกับแกน y ในระบบพิกัดฉาก ซึ่งพิจารณาจากภูมิปัญญาแล้วเส้นยืนไม่มีผลต่อการเกิดลวดลายของผ้า ทิศทางที่สองเรียกว่าเส้นพุ่ง เป็นแนวเส้นด้ายที่ขนานกับแกน x มีผลต่อการเกิดลวดลายของผ้ามัดหมี่โดยตรง ดังนั้นการเตรียมเส้นพุ่งจึงเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการเกิดลายของไหมมัดหมี่แบบมัดหมี่ทางเดียว การเตรียมเส้นพุ่งประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ การค้นหมี่ และการมัดย้อมเส้นด้าย (เส้นไหม เส้นฝ้าย หรือเส้นใยสังเคราะห์) ซึ่งทั้ง 2 กระบวนการมีความสัมพันธ์กัน เครื่องค้นหมี่ (Figure 2A) ถูกออกแบบมาให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีด้านยาวเท่ากับ 102 เซนติเมตรสัมพันธ์กับความกว้างของเครื่องโฮงมัดหมี่สำหรับขึงเส้นใยเพื่อมัดลาย (Figure 2B) และขนาดของฟืมที่ใช้ทอผ้า (Figure 2C) การค้นหมี่แบบหมี่ลวดเริ่มจากนำไหมที่ลอกกาวแล้ว

Figure 2 yarn preparation machine (A), weaving machine (B), bundles of yarn (C)

มากำหนดจุดเริ่มต้นไว้เพื่อนับจำนวนรอบของการค้นหมี่ จากนั้นจึงดึงไหมหนึ่งหรือสองเส้นเพื่อเข้าเครื่องค้นหมี่ (อธิบายกรณีดึงไหมหนึ่งเส้น) หมุนเครื่องค้นหมี่ 2 รอบจะทำให้เกิดเส้นพุ่ง 4 เส้น เมื่อหมุนครบ 2 รอบแล้วจึงเลื่อนตำแหน่ง เรียกแต่ละตำแหน่งว่า ลำ (Figure 2D) แต่ละลายจะมีจำนวนลำไม่เท่ากัน เช่น ลายหมี่ฟันเลื่อย (Figure 1) มีจำนวนลำเท่ากับ 49 เมื่อค้นเส้นพุ่งจนถึงลำสุดท้ายคือลำที่ 49 ก็ทำการค้นย้อนกลับมาลำที่ 48 ค้นย้อนเรื่อย ๆ จนมาถึงลำที่ 1 จึงกล่าวได้ว่าค้นครบ 1 รอบ การค้นแบบหมี่ลวดจะทำให้เกิดการสะท้อนด้านบนและด้านล่าง (Figure 3) ส่งผลให้เกิดลายสมมาตรตามแนวแกน x

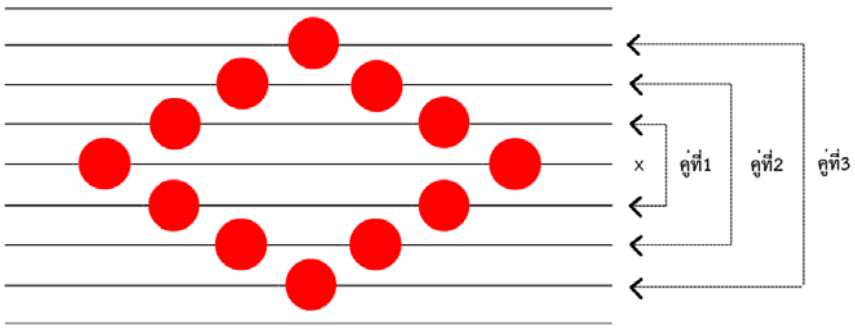


Figure 3 Symmetric pattern on x-axis

สำหรับการจัดเก็บข้อมูลเชิงตัวเลขลงในโปรแกรม Microsoft Excel สามารถเขียนแม่ลายเป็นเมทริกซ์ที่มีสมาชิกเป็นตัวเลขแทนสีต่าง ๆ ใน Figure 4 เป็นตัวอย่างการเขียนเมทริซ์แทนตัวเลขสีในโปรแกรม Microsoft Excel

$$\begin{bmatrix} 3&3&1&1&1&1&1&1&1&1&1&3&3&1&1&1&1&1&1&2&2&1&1&1 \\ 1&1&1&1&3&3&3&2&1&1&1&1&3&3&3&2&1&1&2&2&2&2&1&1 \\ 3&1&1&3&3&1&1&1&1&1&1&1&1&1&1&1&2&2&2&3&3&2&2&2 \\ 3&3&3&3&3&3&3&2&1&1&1&1&1&1&1&1&1&1&2&2&2&2&1&1 \end{bmatrix}$$

Figure 4 Example of motif represented by matrix

เมื่อเทียบกับระบบพิกัดฉากจะเห็นได้ว่าต้องมองแถวของเมทริกซ์เป็นเส้นพุ่ง และมองหลักของเมทริกซ์เป็นเส้นยืน ซึ่งเราทราบว่าผลของการเกิดลายนั้นมาจากเส้นพุ่ง จึงพิจารณาเฉพาะแถวของเมทริกซ์ ถ้ากำหนดให้ A เป็นลายต้นแบบใด ๆ ที่มีจำนวนลำเท่ากับ m จะกล่าวว่า A เป็นเมทริกซ์ขนาด m×n เมื่อ m คือ จำนวนแถวของเมทริกซ์ และ n คือ จำนวนหลักของเมทริกซ์ ดังนั้น

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n}$$

การแปลงจากเมทริกซ์ A ไปเป็นเมทริกซ์ B เพื่อเพิ่มจำนวนแถวและอธิบายการเกิดลวดลาย ดังนี้

$$B=\begin{bmatrix} V_i \\ V_x = V_{2m-x} \\ V_y = V_k \end{bmatrix}_{(4m-2)\times n}$$

โดยที่ $1 \le i \le m,\ m+1 \le x \le 2m-1,\ 2m \le y \le 4m-2$ และ $y \equiv k \left(\mathrm{mod}\ 2m-1\right)$ เมื่อ V_i คือ เวกเตอร์ของแต่ละแถวของเมทริกซ์ลายต้นแบบ ถ้ากำหนดให้ตัวอย่างใน Figure 4 เป็นเมทริกซ์ A จะได้เมทริกซ์ B ที่ปรากฏบนโปรแกรมดัง Figure 5

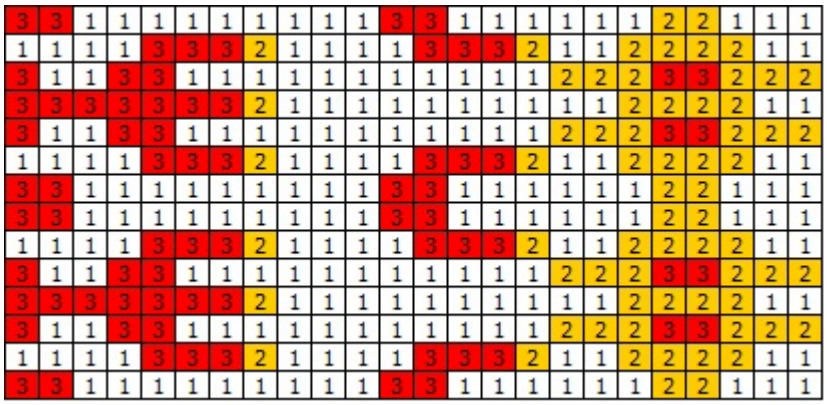


Figure 5 Example of matrix transformation by “Mee Laud” technique

แนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการเกิดลวดลายสำหรับการมัดหมี่

การมัดหมี่นับว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดลวดลายบนเส้นด้ายที่มีการค้นหมี่แบ่งออกเป็นชุด ๆ (ลำ) ตามขนาดของลาย 1 ซ้ำ (Figure 6) เริ่มต้นต้องพิจารณาลายที่ต้องการว่ามีขนาดทั้งหมดกี่ลำ ส่งผลให้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการค้นหมี่ หลังจากนั้นจะวางแผนลำดับย้อมสีทีละสี ๆ กระบวนการทำให้เกิดลายจะพิจารณาที่เมทริกซ์ของลายที่ได้ผลมาจากการค้นหมี่นำมาดำเนินการต่อ

Figure 6 tie-dyeing process

กำหนดให้ A เป็นเมทริกซ์ที่ได้จากการค้นหมี่ โดยที่

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}_{m\times n}$$

ต่อไปพิจารณาแต่ละหลักของเมทริกซ์เป็นเวกเตอร์ ดังนี้

$$V_1=\begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \vdots \\ a_{m1} \end{bmatrix},\quad V_2=\begin{bmatrix} a_{12} \\ a_{22} \\ \vdots \\ a_{m2} \end{bmatrix},\quad V_3=\begin{bmatrix} a_{13} \\ a_{23} \\ \vdots \\ a_{m3} \end{bmatrix},\quad \ldots,\quad V_n=\begin{bmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \vdots \\ a_{mn} \end{bmatrix}$$

ดังนั้น $A=\begin{bmatrix} V_1 & V_2 & \cdots & V_n \end{bmatrix}$ ต่อไปจะพิจารณาความต้องการว่าต้องการสะท้อนลวดลายให้สมมาตรบนแกน y หรือต้องการเลื่อนลาย ถ้าต้องการเลื่อนลายจะสร้างเมทริกซ์ B จากเมทริกซ์ A ได้ดังนี้

$$B=\begin{bmatrix} V_1 & V_2 & \cdots & V_n & V_x=V_k \end{bmatrix}$$

โดยที่ $x>n$ และ $x\equiv k \pmod n$ ถ้ากำหนดให้เมทริกซที่ได้จากการค้นหมี่ใน Figure 5 คือเมทริกซ์ A จะได้เมทริกซ์ B ที่ปรากฏบนโปรแกรมดัง Figure 7

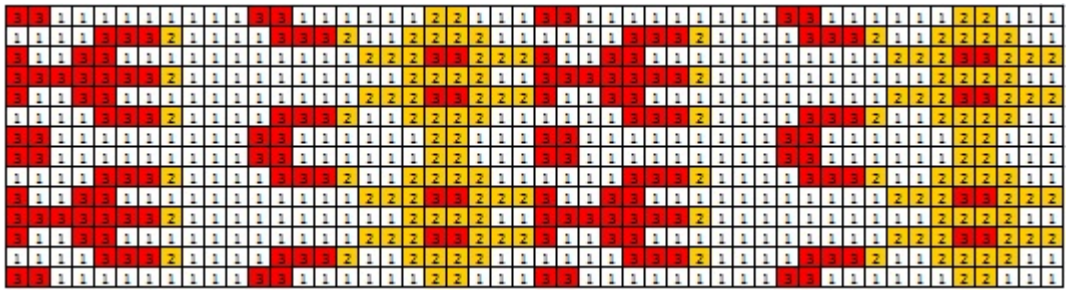


Figure 7 Example of translation of matrix transformation by “tie-dyeing” technique

ถ้าต้องการสะท้อนลวดลายให้สมมาตรบนแกน y จะสร้างเมทริกซ์ B จากเมทริกซ์ A ได้ดังนี้

$$B=\begin{bmatrix} V_1 & V_2 & \cdots & V_n & V_x=V_{2n-x} & V_y=V_k \end{bmatrix}$$

โดยที่ $n+1 \le x \le 2n-1,\ y \ge 2n$ และ $y \equiv k \pmod{2n-1}$ ถ้ากำหนดให้เมทริกซ์ที่ได้จากการค้นหมี่ใน Figure 5 คือเมทริกซ์ A จะได้เมทริกซ์ B ที่ปรากฏบนโปรแกรมดัง Figure 8

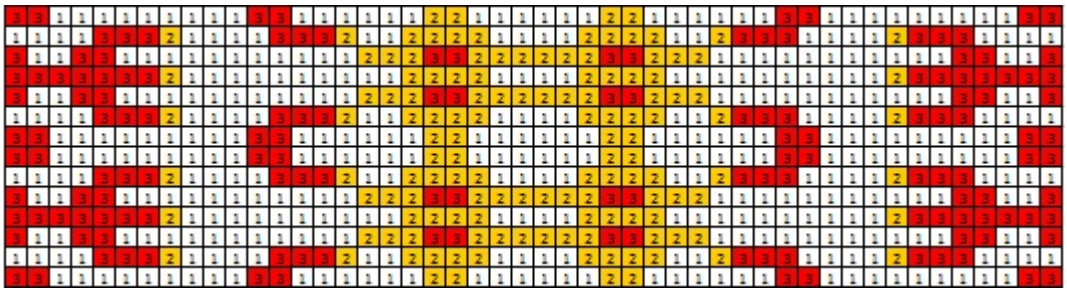


Figure 8 Example of reflection of matrix transformation by “tie-dyeing” technique

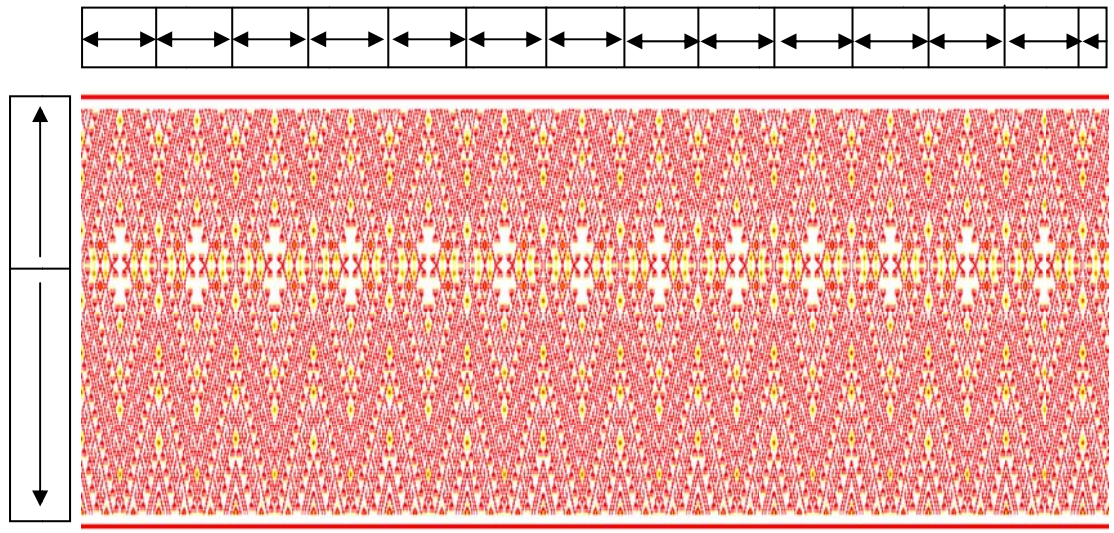
จากนั้นกระบวนการสุดท้ายจึงแปลงเมทริกซ์จากเมทริกซ์ B เพื่อซ้ำเส้น ทั้งหมด 4 เส้น ดังนี้

$$W_i = \begin{bmatrix} V_i \\ V_i \\ V_i \\ V_i \end{bmatrix} \text{ สำหรับทุก } i \text{ จึงได้ผลลัพธ์เป็น } C = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix}$$

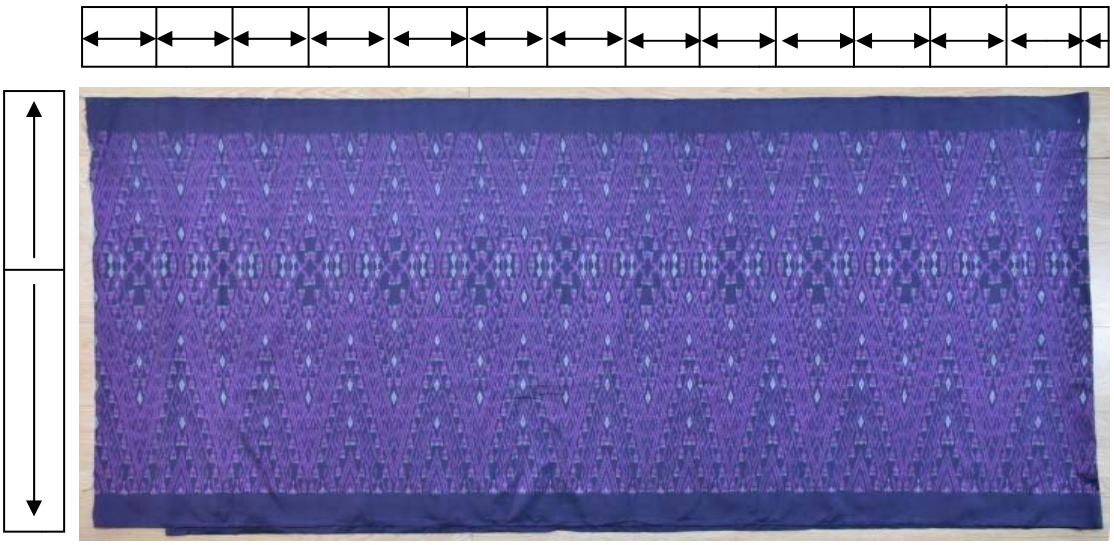
เมื่อพิจารณาการเกิดลายจากทั้งสองกระบวนการ พบว่า ผ้าทอมือจากภูมิปัญญาของบรรพบุรุษล้วนมีความสมมาตรบนลวดลาย สอดคล้องกับลวดลายผ้าทอมือโบราณในแต่ละถิ่นฐานทั่วโลกที่ล้วนมีความสมมาตรบนลวดลายเช่นเดียวกัน (Lila Lekka and Sofia Dascalopoulos, 2008; Priscilla A. Reinhardt and Linda Welter, 1999)

การสร้างโปรแกรมจำลองลายผ้าเพื่อตรวจสอบแนวคิด

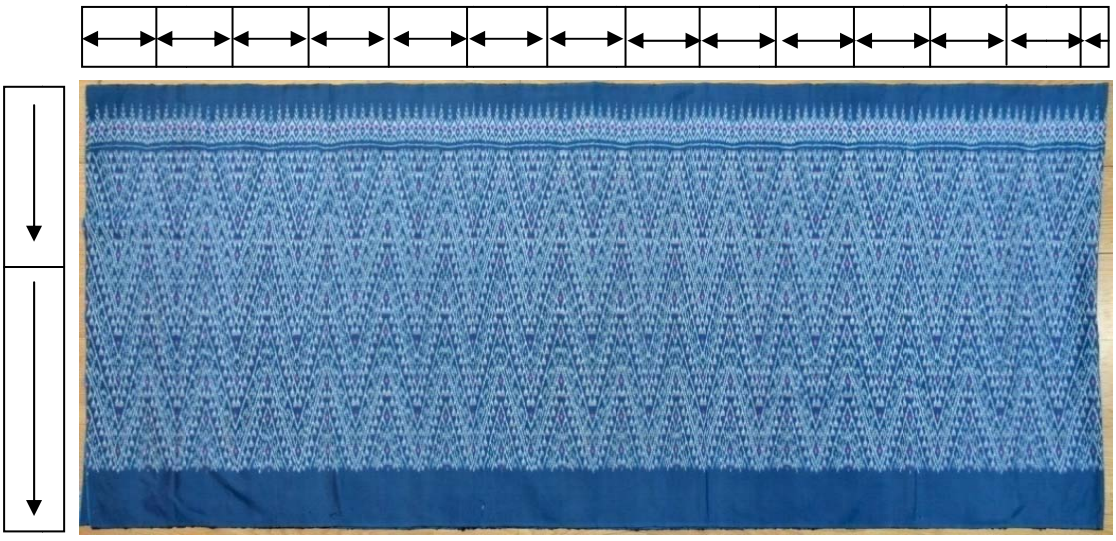
สำหรับการเปรียบเทียบการจำลองลายผ้าบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับการทอจริงพิจารณาจากทิศทางการซ้ำของแม่ลาย ในส่วนของการทอจริงเพื่อตรวจสอบจะใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มศูนย์หัตถกรรมพื้นบ้านอำเภอนาโพธิ์ กลุ่มทอผ้าบ้านหนองตาดน้อย อำเภอเมือง และกลุ่มทอผ้าบ้านตาลอง อำเภอสตึก ผลการเปรียบเทียบ พบว่ากลุ่มแรกใช้วิธีการมัดย้อมแบบสะท้อน (Figure 9B) ซึ่งมีทิศทางการซ้ำของแม่ลายตรงกับโปรแกรมการจำลองลวดลาย (Figure 9 A) สำหรับกลุ่มทอผ้าหนองตาดน้อย และกลุ่มทอผ้าตาลองใช้วิธีการมัดย้อมแบบเลื่อนแกน มีความแตกต่างกับโปรแกรมการจำลองลวดลายในทิศทางจากบนลงล่างอันเป็นผลมาจากวิธีการมัดย้อมที่แตกต่างส่งผลให้ผ้าไหมมัดหมี่ของกลุ่มทอผ้าบ้านหนองตาดน้อย (Figure 9C) และกลุ่มทอผ้าบ้านตาลอง (Figure 9D) แตกต่างกับกลุ่มศูนย์หัตถกรรมพื้นบ้านอำเภอนาโพธิ์ ชี้ให้เห็นภูมิปัญญาการออกแบบสร้างสรรค์ ซึ่งแม้จะถือลายต้นแบบเดียวกัน ยังสามารถแปรเปลี่ยนการออกแบบการซ้ำทำให้เกิดลวดลายที่หลากหลายได้ นอกเหนือจากเทคนิคการนำลวดลายจากผืนหนึ่งมารวมกับอีกผืนหนึ่งเพื่อให้เกิดเป็นลายใหม่ (ธำรงชาติ, 2558)



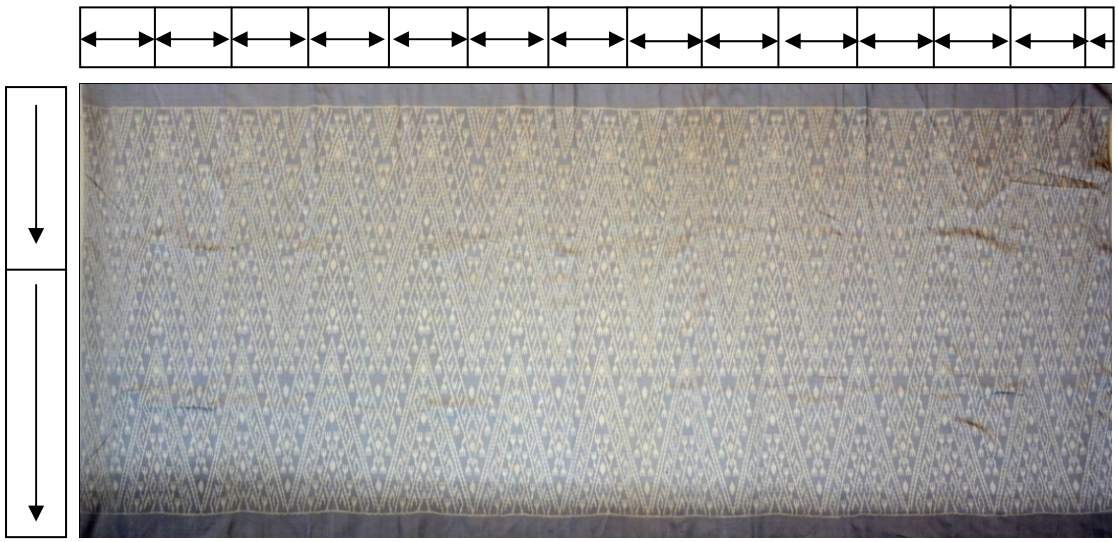
A



B



C



D

Figure 9 Modeling patterns (A) Ikat silk fabric from Amphoe Na Pho (B) Ikat silk fabric from Amphoe Muang (C) Ikat silk fabric from Amphoe Sa Tuk(D)

สรุป

การเกิดลวดลายของผ้ามัดหมี่ที่มีการเตรียมเส้นพุ่งแบบหมี่ลวดนั้นเกิดจาก 2 กระบวนการที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างการค้นหมี่ และการมัดหมี่ กระบวนการเกิดลวดลายของผ้ามัดหมี่สามารถอธิบายด้วยองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องการแปลงเมทริกซ์ สำหรับการค้นหมี่ใช้การแปลงเมทริกซ์เพื่อเพิ่มจำนวนแถว ส่วนการมัดหมี่ใช้การแปลงเมทริกซ์เพื่อเพิ่มจำนวนหลัก ซึ่งการมัดหมี่สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การแปลงเมทริกซ์เพื่อสะท้อนลายและการแปลงเมทริกซ์เพื่อเลื่อนลาย ทำให้เกิดลวดลายที่แตกต่างกัน แม้ว่าจะเกิดจากต้นแบบลายเดียวกัน จึงอาจเป็นแนวทางในการออกแบบลายให้เกิดความหลากหลายได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ (HERP) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่สนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการบูรณาการวิจัยรากฐานภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่นวัตกรรมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Cheinno) ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ที่อำนวยความสะดวกในการวิจัย และขอขอบคุณกลุ่มศูนย์หัตถกรรมพื้นบ้านอำเภอนาโพธิ์ กลุ่มทอผ้าบ้านหนองตาดน้อย อำเภอเมือง และกลุ่มทอผ้าบ้านตาลอง อำเภอสตึก ที่ให้ข้อมูลการทอผ้าและจัดทำต้นแบบผ้าไหมมัดหมี่

เอกสารอ้างอิง

กิตติปกรณ์ อ้มเถื่อน. 2549. **การศึกษาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนการผลิตผ้าไหมมัดหมี่จังหวัดขอนแก่น** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กรรณิการ์ จินากูล. 2554. **รายงานการวิจัยการวิเคราะห์ความรู้คณิตศาสตร์ชาติพันธุ์เรื่องการแปลงเรขาคณิตจากลายขิดในผ้าทอมือไท-ลาว** มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, สุรินทร์

เจียรนัย เล็กอุทัย. 2548. **รายงานวิจัยการพัฒนาโปรแกรมออกแบบลายผ้าทอโดยใช้คอมพิวเตอร์**. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ

ธำรงชาติ วงศ์อารีย์ และคณะ. 2558. ผ้าพื้นเมืองไทยพวน : ลวดลายและเส้นสายอารยธรรมบ้านเชียงจากอดีตสู่ปัจจุบัน. **วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต** 3(2) : 195 - 202

มาลิณี ฤาชุตกุล. 2549. **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ผ้าไหมโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคในจังหวัดนครราชสีมา**. วิทยาลัยนครราชสีมา, นครราชสีมา

วัฒนะ จูฑะวิภาต. 2555. **รายงานการวิจัยผ้าทอกับชีวิตคนไทย**. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, กรุงเทพฯ

สมบัติ ประจญศานต์. 2558. ลวดลายเรขศิลป์ส่วนประดับของปราสาทขอมบนผ้าไหมมัดหมี่ต่อการออกแบบเครื่องแต่งกาย. **วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต** 3(3): 331-338

อิทธิพล สิงห์คำ. 2552. การวิเคราะห์อัลกอริธึมลายเรขาคณิตในผ้าขิด เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบลวดลายใหม่. **วารสารศิลปกรรมบูรพา** : 89 - 100

Lila Lekka and Sofia Dascalopoulos. 2008. Motif and Symmetry Characteristics of the Ornamentation on Traditional Greek Woven Textiles from the Area of the Aegean. **Fibres& Textiles in Eastern Europe**. 16, No.3 (68) : 74-68.

Priscilla A. Reinhardt and Linda Welter. 1999. Symmetry Analysis of Embroideries on Greek Women's Chemises.**Clothing and Textiles Research Journal**.17 : 176-190.