



ซอฟต์แวร์ในหัตถกรรมผ้าถุงไทย:
การวิเคราะห์เชิงทฤษฎีกราฟต่อการออกแบบผ้าลายขอนาค

ณิศรา สุทธิสังข์
วรัววรรณ วิเศษสิงห์

งานวิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัย
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



Soft Power in Thai Sarong Handicrafts:
A Graph-theoretical Analysis on The Design of Kho Nak Pattern Fabric

Nisara Suthisung
Wareewan Wisedsing

This Research received research funding from the research fund budget
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon Year 2024

ชื่อเรื่อง ซอฟต์แวร์ในหัตถกรรมผ้าถุงไทย: การวิเคราะห์เชิงทฤษฎีกราฟต่อการออกแบบผ้าลายขนาค
ผู้วิจัย นางณิศรา สุทธิสังข์ นางสาวรวิวรรณ วิเศษสิงห์
ปีที่ทำวิจัย พ.ศ. 2567

บทคัดย่อ

การออกแบบผ้าลายขนาคโดยใช้การวิเคราะห์เชิงทฤษฎีกราฟ ใช้แนวคิดจำนวนดีกรีของจุดเท่ากับสองเท่าของจำนวนเส้น โดยมีดีกรี คือ $\sum_{i,j=1}^{R_O R_Y} d(v_{ij}) = 8 + 6(R_O + R_Y - 4) + 4(R_O - 2)(R_Y - 2)$ และมีจำนวนเส้น คือ $(2R_O R_Y - R_O - R_Y)$ จุดแทนลายสานกันที่เกิดจากเส้นยืนและเส้นพุ่ง ผลการวิเคราะห์พบว่า มีดีกรี 254 ที่จำนวนเส้นมี 127 และสอดคล้องกับนิยามพื้นฐานของทฤษฎีกราฟ คือ ดีกรีของจุดเท่ากับสองเท่าของจำนวนเส้น

$$\sum_{ij=1}^{R_O R_Y} d(v_{ij}) = 2 \sum_{ij=1}^{R_O R_Y} e_{ij}$$

คำสำคัญ : ผ้าลายขนาค/ ทฤษฎีกราฟ/ ดีกรี



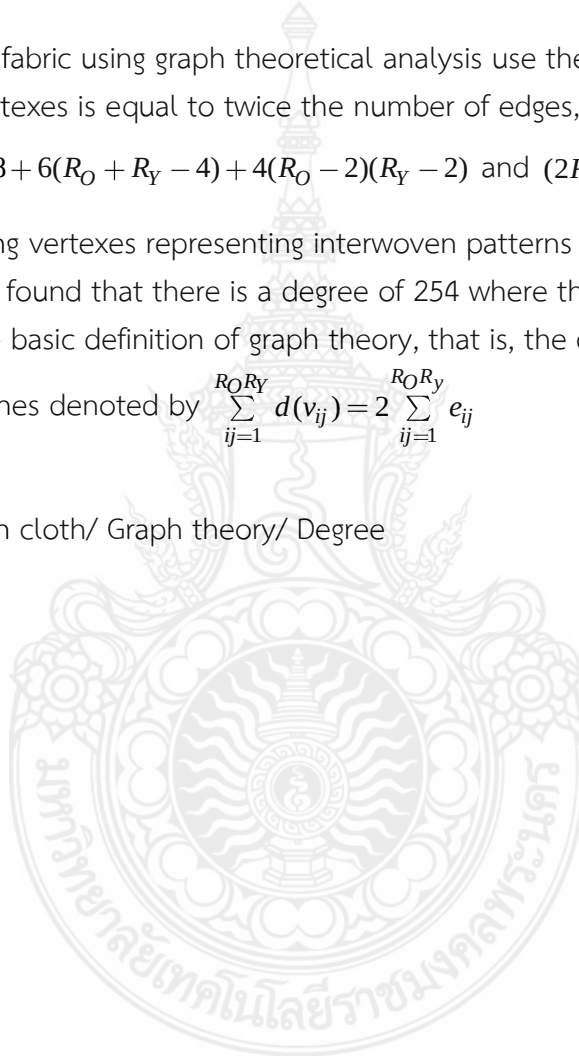
Title	The Transition of A Green Economy: A Case for Solving Traffic Congestion Problems Using Graph Theoretical Analysis
Researcher	Mrs. Nisara Suthisung, Ms. Wareewan Wisedsing
Year	2024

Abstract

Designing Khanak pattern fabric using graph theoretical analysis use the concept that the Number of degrees of vertexes is equal to twice the number of edges, with degrees being and the number $\sum_{i,j=1}^{R_O R_Y} d(v_{ij}) = 8 + 6(R_O + R_Y - 4) + 4(R_O - 2)(R_Y - 2)$ and $(2R_O R_Y - R_O - R_Y)$

the number of edges being vertexes representing interwoven patterns created by warp and weft lines. The analysis results found that there is a degree of 254 where the number of lines is 127 and is consistent with the basic definition of graph theory, that is, the degree of points is equal to twice the number of lines denoted by $\sum_{ij=1}^{R_O R_Y} d(v_{ij}) = 2 \sum_{ij=1}^{R_O R_Y} e_{ij}$

Keywords: Khanak pattern cloth/ Graph theory/ Degree



กิตติกรรมประกาศ

ทีมวิจัยจากงานวิจัย เรื่อง ซอฟต์แวร์เวอร์ชันในเหตุการณ์ผ้าถุงไทย: การวิเคราะห์เชิงทฤษฎีกราฟต่อการออกแบบผ้าลายขนาค ขอขอบพระคุณอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี นอกจากนี้ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่งานวิจัยและพัฒนา ผู้ประสานงานวิจัย และหัวหน้างานการเงิน ที่ให้คำแนะนำในขั้นตอนการดำเนินการรายงานความก้าวหน้าในการทำวิจัยและการเบิกจ่ายงบประมาณของการทำวิจัย

ท้ายนี้ทีมวิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง พี่องเพื่อน และครูอาจารย์ ของผู้วิจัยทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนจนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ณิศรา สุทธิสังข์
วรัววรรณ วิเศษสิงห์



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 ความสำคัญและที่มา	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	1
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	1
บทที่ 2 เอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 ผ่าถูลายขอนาค	2
2.2 แนวคิดทฤษฎีกราฟพื้นฐาน	2
2.3 แนวคิดทฤษฎีกราฟกับการทอผ้า	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	6
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	6
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย	6
3.3 ผ่าถูลายขอนาค	6
3.4 ลวดลายบนผ้าถูลายขอนาค	7
3.5 ลวดลายขอนาครูปตัวเอส	8
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลและการอภิปรายผล	9
4.1 การวิเคราะห์ลายขอนาครูปตัวเอสจากทฤษฎีกราฟ	9
4.2 การวิเคราะห์ลายขอนาคจากตีกี	9
4.3 การวิเคราะห์ลายขอนาคจากการสานที่สัมพันธ์กับจุด	10
4.4 สรุปผลการวิจัย	11
4.5 อภิปรายผลการวิจัย	11
4.6 ข้อค้นพบการวิจัย	11
4.7 ข้อเสนอแนะในการวิจัย	11
4.8 แนวคิดต่อยอด	12
บทที่ 5 การสรุปผลการวิจัย	14
5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	14
5.2 วิธีดำเนินการวิจัย	14
5.3 ผลการวิจัย	14
5.4 การอภิปรายผลการวิจัย	15
5.5 ข้อเสนอแนะในการวิจัย	15
บรรณานุกรม	16
ภาคผนวก	17

บทที่ 1

ความสำคัญและที่มา

1.1 บทนำ

หนึ่งในภารกิจหลักของสถาบันอุดมศึกษา คือ งานทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครได้สร้างกลยุทธ์ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ทำนุบำรุงศาสนา และรักษาศิลปวัฒนธรรม ใช้ soft power สร้างมูลค่าเพิ่มความภูมิใจในศิลปวัฒนธรรม เปิดกว้างรับการปรับปรุงแบบให้ร่วมสมัย [1]

ในปัจจุบันนี้ soft power ของการนุ่งผ้าถุงลายไทยกำลังเป็นที่นิยม ซึ่งเป็นการผสมผสานความร่วมมือทางวัฒนธรรม ส่งผลให้เกิดการผลักดันการท่องเที่ยวของไทย เผยแพร่เอกลักษณ์และวัฒนธรรมของชาติไทย ให้เป็นที่รู้จักในสายตาชาวต่างชาติมากขึ้น และเป็นการขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยด้านเครื่องแต่งกายและสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ

หลังจากเกิดปรากฏการณ์ soft power ผ้าถุงลายไทยโดยเฉพาะลายขอนาคทำให้คนสนใจการสวมใส่ผ้าไทยและภาคภูมิใจในความเป็นไทยเพิ่มขึ้น ผ้าถุงลายขอนาคจึงเป็นต้นแบบการแต่งกายผ้าไทย และส่งผลให้ผ้าไทยลายอื่นๆ ได้รับความสนใจมากขึ้น

การวิเคราะห์ลายขอนาคจึงเป็นการจุดประกายให้เกิดการวิเคราะห์และต่อยอดแนวคิดในการสร้างลวดลายอื่นๆ และเมื่อนำทฤษฎีกราฟมาวิเคราะห์ลวดลายดังกล่าวในเชิงทฤษฎีทำให้สามารถขยายแนวคิดในการออกแบบลวดลายผ้าถุงไทยในรูปแบบอื่นๆ ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ลายขอนาคบนผ้าถุงไทย

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ลายขอนาคบนผ้าถุงไทยโดยใช้ทฤษฎีกราฟ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 งานวิจัยนี้ศึกษาและเก็บข้อมูลในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.3.2 ลายขอนาคศึกษาและวิเคราะห์ลายบนผ้าถุงเฉพาะหนึ่งราย (ลายรูปตัวเอส)

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 การออกแบบผ้าลายขอนาค หมายถึง การทอผ้าแบบสานเป็นรูปตัวเอส (S)

1.4.2 การออกแบบผ้าลายขอนาคโดยใช้ทฤษฎีกราฟ หมายถึง การนำจุดแทนลายขัด และการนำเส้นแทนเส้นที่นำมาขัดกันแบบสานโดยหาจำนวนตึกี่ของจุด (จำนวนเส้นของลายที่นำมาขัดกัน)

บทที่ 2

เอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์เชิงทฤษฎีกราฟต่อการออกแบบผ้าลายขอนาค เพื่อได้เข้าใจหลักการพื้นฐานของลวดลายผ้าขอนาคในรูปแบบเชิงทฤษฎี ซึ่งจะเป็นการต่อยอดในการออกแบบลวดลายอื่นๆ โดยอาศัยหลักการเชิงทฤษฎีได้ต่อไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นต้องอาศัยการศึกษาเอกสารและวรรณกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 ผ้าถุงลายขอนาค

ผ้าถุงลายขอนาคหรือนาคน้อย เป็นผ้ามัดหมี่ที่มีการสร้างสรรค์ขึ้นจากคติความเชื่อของชาวไทย-ลาวแห่งลุ่มแม่น้ำโขง ซึ่งจากการเทียบเคียงศิลปะในท้องถิ่น พบว่า มีความสัมพันธ์กับรูปทรงคันทวยแกะสลักไม้ ของวัดแจ้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ด้วยรูปทรงที่ปรากฏเหมือนกัน และเป็นงานช่างฝีมือท้องถิ่นเดียวกัน จึงนับเป็นเรื่องที่น่าสนใจว่าศิลปะงานช่างมีการแลกเปลี่ยนหรือให้แรงบันดาลใจซึ่งกันและกันในพื้นที่ นอกจากนี้ ลาย “นาค” เป็นสื่อสัญลักษณ์สำคัญถึง ชาติพันธุ์ ความอุดมสมบูรณ์ของผู้คนในลุ่มแม่น้ำโขง ซึ่งมีการทอผ้าลวดลายนี้ในหลายกลุ่มชาติพันธุ์ [2]

ลวดลาย “ขอนาค” คือลวดลายที่มีลักษณะคล้าย “ตะขอ” หรืออักษรตัว “S” ซึ่งแบบโบราณช่วงหัวของตัว S จะมีหงอนคล้ายพญานาค จึงเป็นที่มาของชื่อเรียก “ขอนาค” ปัจจุบันสมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าสิริวัณณวรี นารีรัตนราชกัญญา ได้ออกแบบลายขอให้มีความทันสมัย และพระราชทานมาให้ชาวบ้านทอจำหน่าย รวม 3 ลวดลาย คือ ลายขอสิริวัณวรี ลายขอราชกัญญา และลายดอกแก้วราชกัญญา ส่วนการนำผ้าฝ้ายหรือเส้นใยธรรมชาติอื่นๆ ไปหมักโคลนที่มาจากท้องไร่ท้องนา นั้น เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น ที่ทำให้ผ้ามีความนุ่ม สวมใส่สบายขึ้น อีกทั้งในโคลนจะมีแร่ธาตุและโลหะหนักหลายชนิดที่ช่วยให้สีธรรมชาติ จากใบไม้ หรือ เปลือกไม้ท้องถิ่น ย้อมแล้วติดทน

ผ้าถุงที่กลายเป็น soft power โดยนักร้องที่ซื้อลิซ่าสวมใส่นั้นเป็นผ้ามัดหมี่ย้อมครามหมักโคลนเป็นลายดั้งเดิม ชื่อ ลายขอนาค โดยชาวบ้านตั้งขึ้น ลักษณะของผ้าเป็นการมัดหมี่ด้วยมือจากนั้นนำไปย้อมครามและทอด้วยมือ ถูกทอขึ้นที่จังหวัดอุดรธานี โดยร้านที่ทอตั้งอยู่ที่ บ้านนาข่า อ.เมืองอุดรธานี ซึ่งเป็นแหล่งผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ผ้าไหม-ขิด ที่มีชื่อเสียงของจังหวัดอุดรธานี มีกลุ่มทอผ้ามัดหมี่ตามแบบภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งลายนี้นำเสนอความเป็นอีสาน การผลิตผ้าชิ้นนี้ใช้เวลาทำนานร่วมเดือนกว่าจะมัดลายย้อมคราม จากนั้นนำไปปั่นใส่หลอดและทอที่ละเส้น ซึ่งจะต้องใช้ความชำนาญของช่าง

2.2 แนวคิดทฤษฎีกราฟพื้นฐาน (Basic of graph theory)

เมื่อกำหนดให้กราฟ $G = (V, E)$ ซึ่งประกอบด้วยจุด (vertex) และเส้น (edge) โดยจุด $v_1, v_2, v_3, \dots$ และเส้น $e_1, e_2, e_3, \dots$ จุด v_i และ v_j ทำให้เกิดเส้น e_i เรียก v_i, v_j ว่าจุดปลายของเส้น e_i เส้น $e_i = (v_i, v_j)$

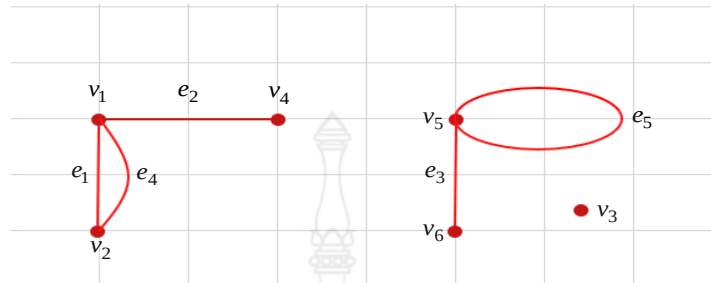
G เป็นกราฟระบุทิศทาง (directed graph) ถ้าเส้นถูกกำหนดโดยคู่ลำดับของจุด ส่วนเส้นที่มีจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดเป็นจุดเดียวกันเรียกว่า เส้นวนซ้ำ (loop)

กราฟอย่างง่าย (simple graph) คือกราฟที่ไม่มีเส้นเชื่อมซ้อน (multiple graph) และไม่มีเส้นวนซ้ำ
กราฟว่าง (empty graph) คือกราฟที่ไม่มีเส้น ส่วนกราฟที่ไม่มีจุดและเส้น คือ กราฟเปล่า (null graph)

การนำเสนอกราฟจุดแสดงด้วยจุด และเส้นแสดงการเชื่อมโยงของจุด เส้นถูกแสดงด้วยการจับคู่ของจุด เช่น $V = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6\}$ และ $E = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$

ดังนั้น $e_1 = (u_1, u_2), e_2 = (u_1, u_4), e_3 = (u_1, u_6), e_4 = (u_1, u_2), e_5 = (u_5, u_5)$ ดังนั้น $G = (V, E)$

ดังในภาพที่ 1: e_1 และ e_4 เป็นเส้นเชื่อมซ้อน และ e_5 เป็นเส้นวนซ้ำ จุดสองจุดเรียกว่าจุดประชิด (adjacent) ถ้าจุดสองจุดอยู่ระหว่างเส้นเดียวกัน และเรียกเส้นประชิดถ้าเส้นอยู่ระหว่างจุดสองจุด



ภาพที่ 1: กราฟแสดงเส้นและจุด

จากภาพที่ 1: v_1 ประชิด v_2 และ v_1 ประชิด v_4 เส้น e_1 ประชิด e_2 และจำนวนของเส้นที่ติดกระทบกับ v_i เรียกว่า ดีกรี (degree) และเขียนแทนด้วย $d(v_i)$ จุดที่มีดีกรี 1 เรียกว่า จุดปลาย (leaf) จุดที่มีดีกรี 0 เรียกว่า จุดเอกเทศ (isolated vertex) ดีกรีมากที่สุดของกราฟ G เขียนแทนด้วย $\Delta(G)$ และดีกรีน้อยที่สุดของกราฟ G เขียนแทนด้วย $\delta(G)$ ในภาพที่ 1:

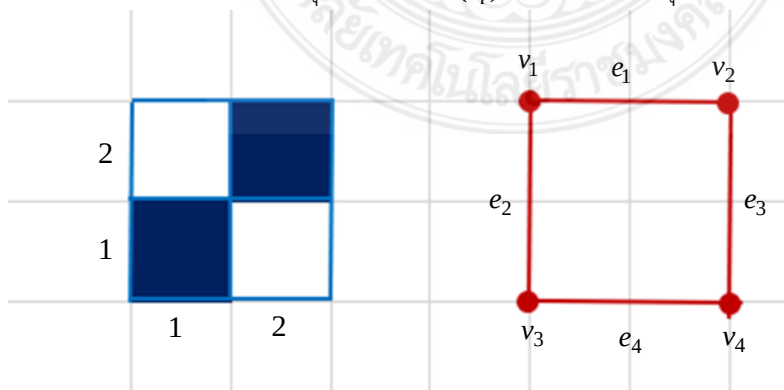
$$d(v_1) = 3, d(v_2) = 2, d(v_3) = 0, d(v_4) = 1, d(v_5) = 3, d(v_6) = 1$$

v_3 เป็นจุดเอกเทศ v_4 และ v_6 เป็นจุดปลาย e_2 เป็นเส้นปลาย ผลรวมของดีกรีทั้งหมดของทุกจุดคือ 10 มีเส้นทั้งหมด 5 เส้น ผลรวมของดีกรีของทุกจุดเท่ากับสองเท่าของจำนวนเส้น นอกจากนี้จำนวนของจุดในกราฟ G ที่มีดีกรีคี่เป็นจำนวนคู่จุดเป็นจริงสำหรับกราฟใดๆ [3]

2.3 แนวคิดทฤษฎีกราฟกับการทอผ้า

โครงสร้างของการทอผ้าโดยใช้กราฟเป็นการตรวจสอบการสานกันของการทอ การสานกันสำหรับการทอใช้ $R_O, R_Y \geq 2$ ที่ $R_O = R_Y$ ในทฤษฎีกราฟจะนำเสนอกราฟอย่างง่ายและกราฟไม่มีทิศทางด้วยอันดับ $n = R_O \times R_Y$ ซึ่งจะเรียกว่ากราฟเชิงโครงสร้างของผ้า

จุดเกิดจากการทอโดยการสาน และเส้นยืนและเส้นพุ่งของการสานสัมพันธ์กับเส้นของกราฟ โดยทั่วไปการทอแบบสานมีดีกรีของจุดในกราฟ $d(v_i) = 4$ มีดีกรีของจุดในกราฟตั้งแต่ 2 ถึง 4



ภาพที่ 2: การทอแบบสานทั่วไปลาย 2

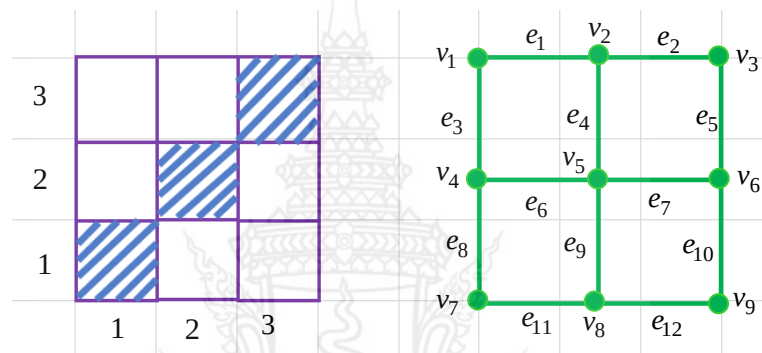
จากภาพที่ 2: นำเสนอตัวอย่างอย่างง่ายของกราฟการทอทั่วไป นำเสนอกราฟอย่างง่ายไม่มีทิศทาง
กราฟ $G = (V, E)$ อันดับ $n = R_O \times R_Y = 2 \times 2 = 4$ ด้วย $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$ และ $E = \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$ โดย
 $e_1 = (v_1, v_2), e_2 = (v_1, v_3), e_3 = (v_2, v_4), e_4 = (v_3, v_4)$ ซึ่งเส้นจะเป็นคู่ของจุดประชิด และเส้นจะเป็นคู่ของ
เส้นประชิดตามลำดับ

ดีกรีของทั้ง 4 จุดในกราฟ จะได้ $d(v_1) = d(v_2) = d(v_3) = d(v_4) = 2$

ผลรวมของดีกรีของจุด คือ $\sum_{i=1}^4 d(v_i) = 4 \times 2 = 8$

ดังนั้นกฎของผลรวมดีกรีของจุดเท่ากับสองเท่าของจำนวนเส้นเป็นจริงสำหรับกราฟนี้ เนื่องจาก
จำนวนของเส้นเท่ากับ 4

อีกตัวอย่างหนึ่งคือการทอแบบลายทแยง ดังภาพที่ 3: กราฟ $G = (V, E)$ ของการทอนี้เป็นกราฟไม่มี
ทิศทางอย่างง่าย



ภาพที่ 3 กราฟการทอลายทแยง

กราฟการทอลายทแยงประกอบด้วยจุด $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9$
และเส้น $e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_8, e_9, e_{10}, e_{11}, e_{12}$ มีจุดประชิด เช่น v_1 และ v_2 ; v_1 และ v_4 เป็นต้น และมี
เส้นประชิดเช่น e_1 และ e_2 ; e_1 และ e_3 เป็นต้น การเปรียบเทียบกราฟการทอทั่วไปก่อนหน้านี้ ดีกรีของจุด
แตกต่างกันออกไปตั้งแต่ 2 ถึง 4

กราฟการทอลายทแยงมีดีกรี ดังนี้

$d(v_1) = 2, d(v_2) = 3, d(v_3) = 2, d(v_4) = 3, d(v_5) = 4, d(v_6) = 3, d(v_7) = 2, d(v_8) = 3, d(v_9) = 2$

ผลรวมดีกรีของเส้น $\sum_{i=1}^9 d(v_i) = 24$

จำนวนของเส้นเท่ากับ 12 ผลรวมดีกรีของเส้นเท่ากับสองเท่าของจำนวนเส้น

$\sum_{i=1}^9 d(v_i) = 2 \times 12 = 24$

อันดับของกราฟ $n = R_O \times R_Y = 3 \times 3 = 9$

สองตัวอย่างดังกล่าวของกราฟการทอทั่วไปและการทอลายทแยง $1/2$ เป็นไปได้ที่สร้างแนวความคิดการ
ทอ โดยเฉพาะค่าผลรวมดีกรีของเส้น ในการทอทั่วไป กราฟจะมี 4 จุด ซึ่งแต่ละจุดมีดีกรีเท่ากับ 2 แต่
โดยทั่วไปการสานเส้นยืนและเส้นพุ่ง ซึ่งแทนด้วย R_O และ R_Y จำนวนของจุดที่เกิดขึ้นจากการสานจะมีค่า
เท่ากับ 4 ผลรวมของดีกรีจะได้ $4 \times 2 = 8$ รวมถึงถ้ามีจุดที่มีดีกรี 3 ในกราฟของการทอซึ่งล้อมรอบลายขัดตรง

กลาง ยกเว้นลายขัดที่อยู่มุม เช่น u_2, u_4, u_6 และ u_8 ของการทอลายทแยง $1/2$ ในกรณีกราฟทั่วไปของการทอ มีจุดที่มีดีกรี 4 อยู่ด้านในตรงกลางที่ถูกล้อมรอบด้วยจุดที่มีดีกรี 3 เช่น u_5 ดังภาพที่ 3

ดังนั้นผลรวมของดีกรีของทุกจุดบนกราฟเชิงโครงสร้างจะได้

$$\sum_{i,j=1}^{R_O R_Y} d(v_{ij}) = 8 + 6(R_O + R_Y - 4) + 4(R_O - 2)(R_Y - 2)$$

$$= 2(2R_O R_Y - R_O - R_Y)$$

จำนวนเส้นในการทอเท่ากับ $(2R_O R_Y - R_O - R_Y) [3]$

เห็นได้ชัดว่ากราฟเชิงโครงสร้างการทอผ้าแบบสานแสดงให้เห็นเป็นวัฏจักร (cycle) ในกรณีของการทอแบบทั่วไป $R_O = R_Y = 2$ ซึ่งจะนำเสนอลำดับแบบวัฏจักร $u_1, e_1, u_2, e_3, u_4, e_4, u_3, e_2, u_1$ เห็นได้ชัดว่ามีวัฏจักร 1 การสานยิ่งมากขึ้นจำนวนวัฏจักรเพิ่มมากขึ้น ในกรณีของการทอแบบทแยง $1/2$ $R_O = R_Y = 3$ จะมี 4 วัฏจักรเกิดขึ้น

- 1) $u_1, e_1, u_2, e_4, u_5, e_6, u_4, e_3, u_1$
- 2) $u_2, e_2, u_3, e_5, u_6, e_7, u_5, e_4, u_2$
- 3) $u_4, e_6, u_5, e_9, u_8, e_{11}, u_7, e_8, u_4$
- 4) $u_5, e_7, u_6, e_{10}, u_9, e_{12}, u_8, e_9, u_5$ [4]



การวิเคราะห์ผ้าลายขอนาคโดยใช้ทฤษฎีกราฟ เพื่อให้ได้ข้อมูลในการศึกษาและนำมาวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องอาศัยวิธีการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 ผ้าลายขอนาค

3.1.2 ผ้าลายขอนาคเป็นรูปตัวเอส

3.1.3 แนวคิดทฤษฎีกราฟเบื้องต้น จุด (vertex) เส้น (edge) ดีกรี (degree)

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ระยะ คือ

3.2.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.2.2 เขียนลายขอนาคจากผ้า

3.2.3 วิเคราะห์ลายขอนาค

3.2.4 วิเคราะห์ลายขอนาคโดยใช้ทฤษฎีกราฟ

3.2.5 สรุปผลการวิจัย

3.3 ผ้าลายขอนาค



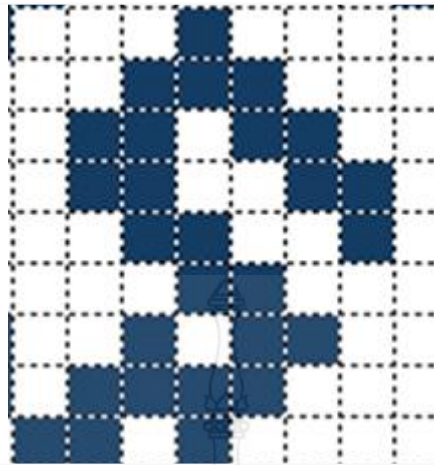
ภาพที่ 4 ผ้าลายขอนาค [5]

3.4 ลวดลายบนผ้าถุงขอนาค



ภาพที่ 5 ลายขอนาคเทียบสีจากผ้าย้อมคราม

3.5 ลวดลายขอนาครูปตัวเอส

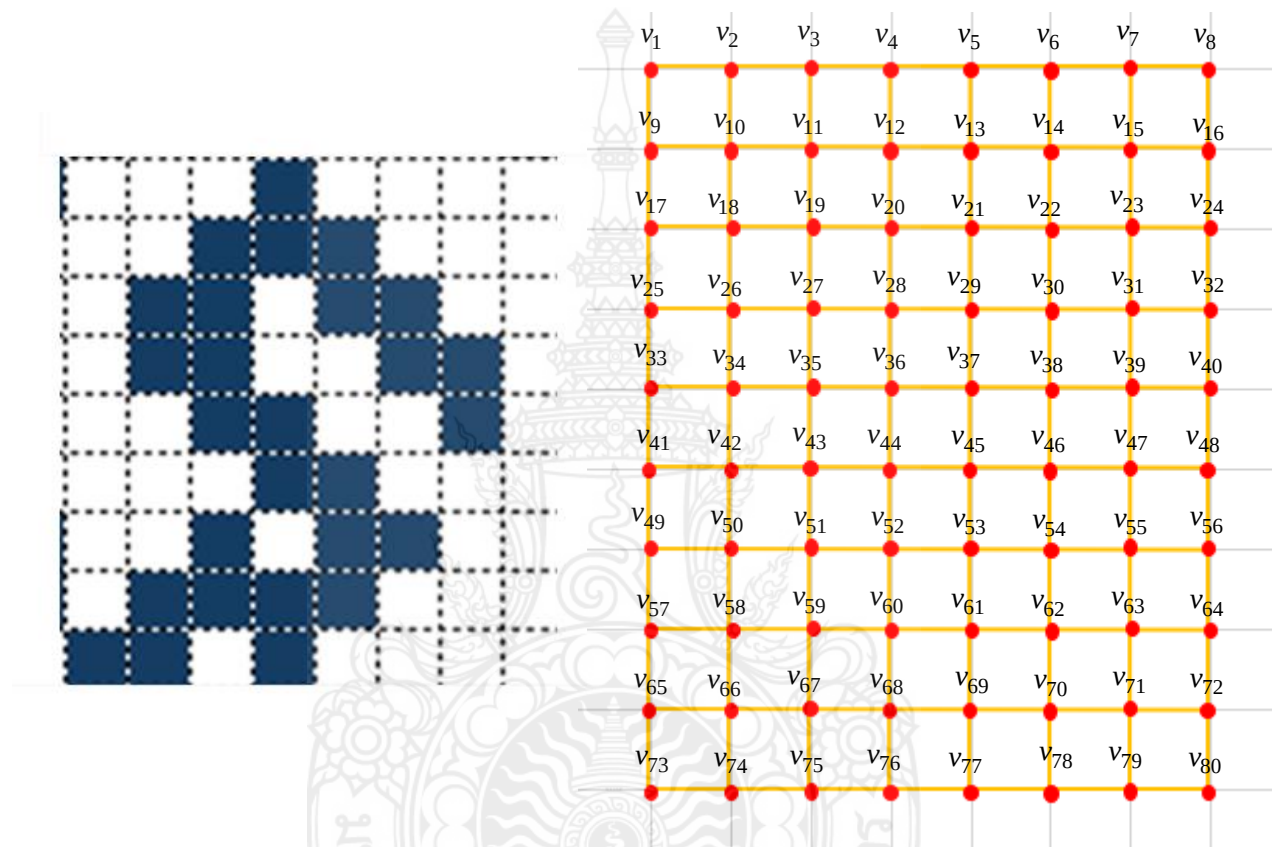


ภาพที่ 6 ลายขอนาครูปตัวเอส



การวิเคราะห์ผ้าลายขอนาคโดยใช้ทฤษฎีกราฟ ที่มิวิจัยได้วิเคราะห์ลายขอนาครูปตัวเอส โดยวิเคราะห์จากแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีกราฟ ดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์ลายขอนาครูปตัวเอสจากทฤษฎีกราฟ



ภาพที่ 7 การวิเคราะห์กราฟลายขอนาคด้วยจุด (vertex) และเส้น (edge)

กราฟลายทอมีเส้นยืน 8 เส้น และเส้นพุ่ง 9 เส้น จะได้ $R_O = 8, R_Y = 9$

กราฟที่ได้มีขนาด $n = R_O \times R_Y$

$$= 8 \times 9$$

$$= 72$$

4.2 การวิเคราะห์ลายขอนาคจากตีกีรี

กราฟการทอลายมีตีกีรี ดังนี้

$$d(v_1) = 2, d(v_2) = 3, d(v_3) = 3, d(v_4) = 3, d(v_5) = 3, d(v_6) = 3, d(v_7) = 3, d(v_8) = 2,$$

$$d(v_9) = 3, d(v_{10}) = 4, d(v_{11}) = 4, d(v_{12}) = 4, d(v_{13}) = 4, d(v_{14}) = 4, d(v_{15}) = 4, d(v_{16}) = 3,$$

$$d(v_{17}) = 3, d(v_{18}) = 4, d(v_{19}) = 4, d(v_{20}) = 4, d(v_{21}) = 4, d(v_{22}) = 4, d(v_{23}) = 4, d(v_{24}) = 3,$$

$$d(v_{25}) = 3, d(v_{26}) = 4, d(v_{27}) = 4, d(v_{28}) = 4, d(v_{29}) = 4, d(v_{30}) = 4, d(v_{31}) = 4, d(v_{32}) = 3,$$

$$\begin{aligned} d(v_{33})=3, d(v_{34})=4, d(v_{35})=4, d(v_{36})=4, d(v_{37})=4, d(v_{38})=4, d(v_{39})=4, d(v_{40})=3, \\ d(v_{41})=3, d(v_{42})=4, d(v_{43})=4, d(v_{44})=4, d(v_{45})=4, d(v_{46})=4, d(v_{47})=4, d(v_{48})=3, \\ d(v_{49})=3, d(v_{50})=4, d(v_{51})=4, d(v_{52})=4, d(v_{53})=4, d(v_{54})=4, d(v_{55})=4, d(v_{56})=3, \\ d(v_{57})=3, d(v_{58})=4, d(v_{59})=4, d(v_{60})=4, d(v_{61})=4, d(v_{62})=4, d(v_{63})=4, d(v_{64})=3, \\ d(v_{65})=2, d(v_{66})=3, d(v_{67})=3, d(v_{68})=3, d(v_{69})=3, d(v_{70})=3, d(v_{71})=3, d(v_{72})=2 \end{aligned}$$

$$\text{ผลรวมดีกรีของเส้น} \sum_{i=1}^{72} d(v_i) = 254$$

จำนวนของเส้นเท่ากับ 127 ผลรวมดีกรีของเส้นเท่ากับสองเท่าของจำนวนเส้น

$$\sum_{i=1}^{72} d(v_i) = 2 \times 127 = 254$$

$$\text{จาก } \sum_{i,j=1}^{R_O R_Y} d(v_{ij}) = 8 + 6(R_O + R_Y - 4) + 4(R_O - 2)(R_Y - 2)$$

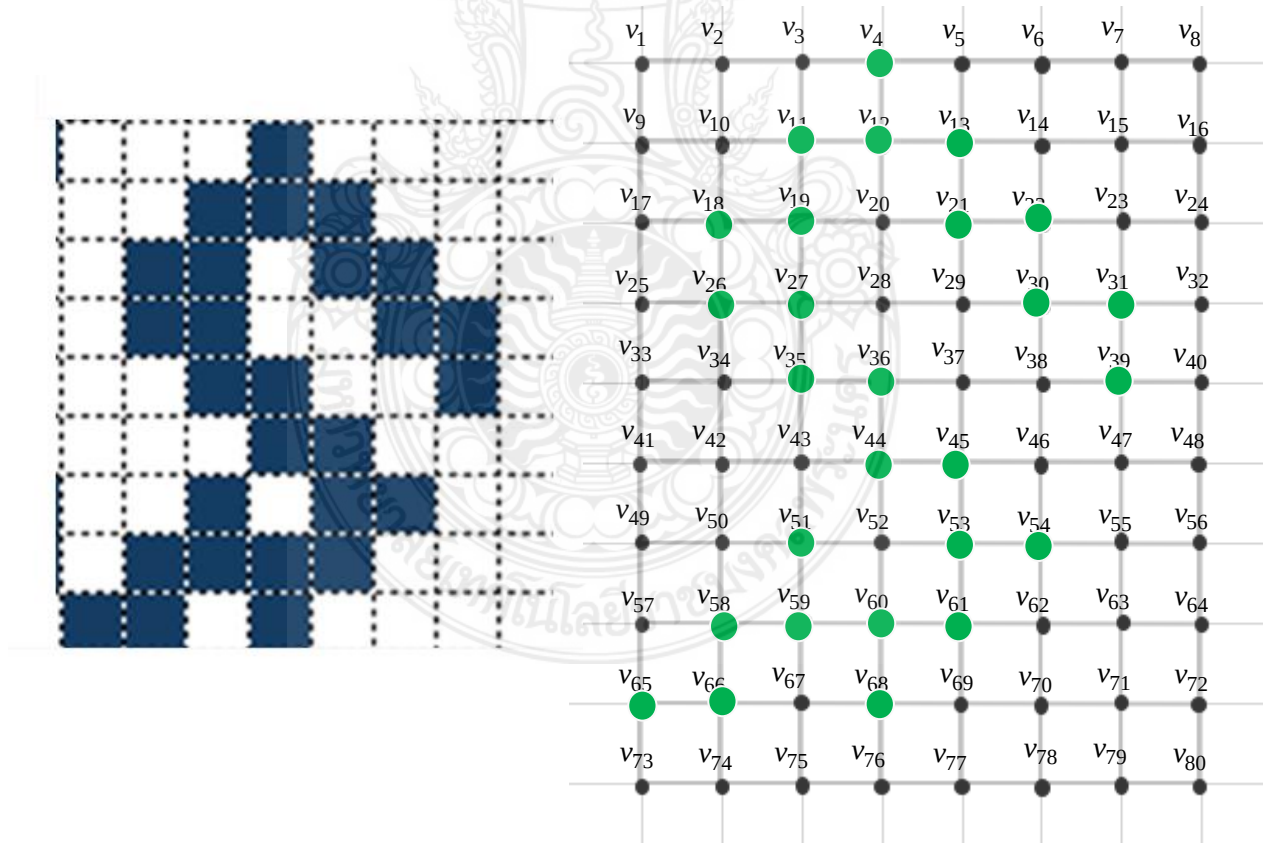
$$\text{จะได้ } \sum_{i,j=1}^{8,9} d(v_{8,9}) = 8 + 6(8 + 9 - 4) + 4(8 - 2)(9 - 2)$$

$$= 2(2(8)(9) - 8 - 9)$$

$$= 254$$

$$\text{จำนวนเส้นในการทอเท่ากับ } (2R_O R_Y - R_O - R_Y) = (2(8)(9) - 8 - 9) = 127$$

4.3 การวิเคราะห์ลายขอนาคจากการสานที่สัมพันธ์กับจุด



ภาพที่ 8 การวิเคราะห์กราฟลายขอนาคจากการสานที่สัมพันธ์กับจุด

กราฟลายขอนาคมีรูปแบบการทอแบบสานทั้งหมด 27 จุด ดังต่อไปนี้

แถวที่ 1: จุดที่ 1, 2, 4

แถวที่ 2: จุดที่ 2, 3, 4, 5

แถวที่ 3: จุดที่ 3, 5, 6

แถวที่ 4: จุดที่ 4, 5

แถวที่ 5: จุดที่ 3, 4, 7

แถวที่ 6: จุดที่ 2, 3, 6, 7

แถวที่ 7: จุดที่ 2, 3, 5, 6

แถวที่ 8: จุดที่ 3, 4, 5

แถวที่ 9: จุดที่ 4

4.4 สรุปผลการวิจัย

ลายขอนาคเป็นการทอแบบสานเพื่อให้เกิดการขัดกัน เมื่อวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีกราฟมีรูปแบบการทอแบบทั่วไป (plain wave) กล่าวคือ ไม่เกิดเส้นวนซ้ำ การทอลายขอนาคต้องใช้เส้นยืนจำนวน 8 เส้น และเส้นพุ่งจำนวน 9 เส้น ซึ่งทำให้เกิดการสานกันเป็นรูปตัวเอส

เมื่อวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีกราฟมีขนาด 72 จุด และจำนวนเส้น 127 เส้น จำนวนดีกรีทั้งหมด 254 ซึ่งเป็นจริงตามนิยาม จำนวนดีกรีของจุดเป็นสองเท่าของจำนวนเส้น

4.5 อภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์ลายขอนาคเกี่ยวข้องกับทฤษฎีกราฟ ดังต่อไปนี้

4.5.1 จุดแทนลายขัดที่เกิดจากเส้นพุ่งและเส้นยืน ดีกรีที่เกิดขึ้นและจำนวนเส้นที่ใช้สอดคล้องกับแนวคิดของ [4] โดยมีดีกรี คือ $\sum_{i,j=1}^{R_O R_Y} d(v_{ij}) = 8 + 6(R_O + R_Y - 4) + 4(R_O - 2)(R_Y - 2)$ ในการวิจัยนี้มีดีกรี 254 และจำนวนเส้น คือ $(2R_O R_Y - R_O - R_Y)$ ในงานวิจัยนี้มีเส้น 127 เส้น

4.5.2 แนวคิดของ 4.5.1 สอดคล้องกับนิยามพื้นฐานของทฤษฎีกราฟ คือ ดีกรีของจุดเท่ากับสองเท่าของจำนวนเส้น $\sum_{ij=1}^{R_O R_Y} d(v_{ij}) = 2 \sum_{ij=1}^{R_O R_Y} e_{ij}$

4.6 ข้อค้นพบการวิจัย

4.6.1 ลายขอนาคเป็นลวดลายที่เกิดจากการสานกันเพื่อให้เกิดการขัด ถ้าทำให้ลวดลายขอนาคมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงในอัตราส่วนคงที่ไม่สามารถทำให้เกิดลวดลายเป็นลายขอนาคได้ แต่ถ้าเส้นด้ายยืนหรือเส้นด้านพุ่งมีขนาดใหญ่หรือเล็กลงทำให้ลวดลายขอนาคมีขนาดใหญ่หรือเล็กลงตามลำดับ

4.6.2 การทอผ้าลายขอนาคเป็นการทอบนผ้าย้อมครามสีของลวดลายมี 2 สี ถ้าต้องการทอให้มีสีที่แตกต่างกันออกไปต้องใช้สีจากเส้นพุ่งเป็นตัวกำหนดให้เกิดสีต่างกัน

4.7 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

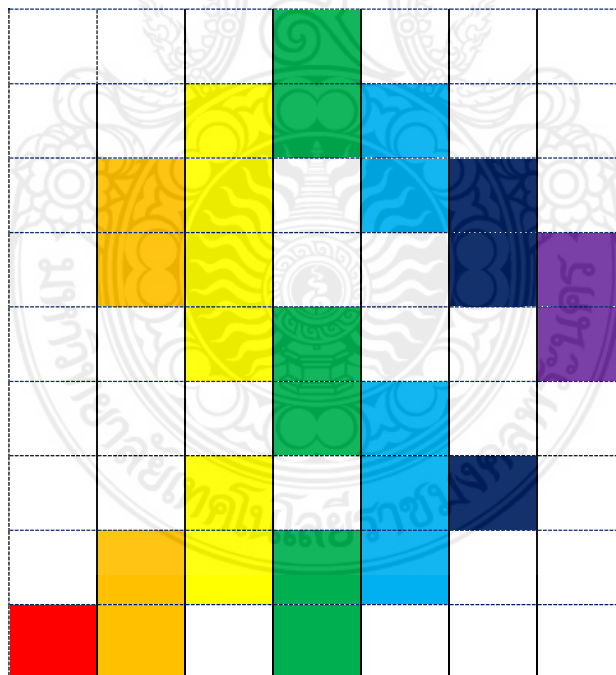
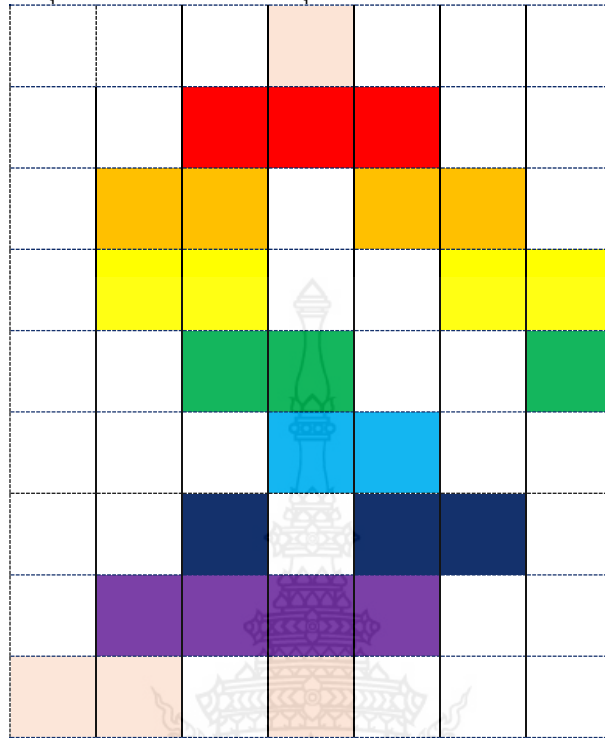
4.7.1 การวิเคราะห์ลายผ้าในลวดลายทั้งผืน

4.7.2 การวิเคราะห์ลายผ้าลวดลายอื่น

4.7.3 การวิเคราะห์ลายผ้าขอนาคโดยใช้แนวคิดทฤษฎีกราฟในรูปแบบที่แตกต่างกัน

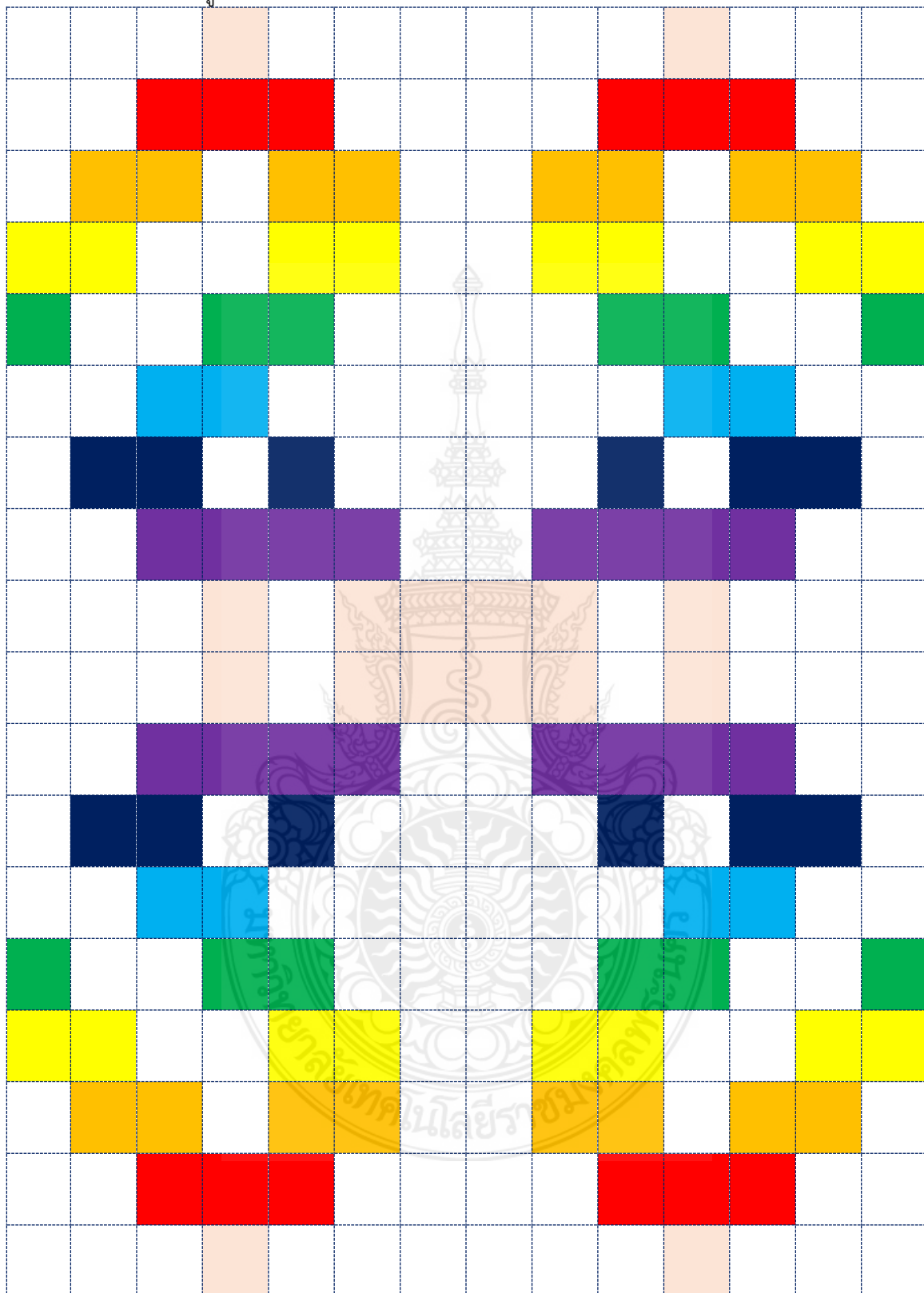
4.8 แนวคิดต่อยอด

4.8.1 ลายขอนาคสีสายรุ้ง จากเส้นยืนและเส้นพุ่ง ดังนี้



ภาพที่ 9 ลายขอนาคสีสายรุ้ง

4.8.2 ลายขนาคู



ภาพที่ 10 ลายขนาคู

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ลายขนาคบนผ้าถุงไทยโดยใช้ทฤษฎีกราฟ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.1 ผ้าถุงลายขนาค

5.1.2 ผ้าลายขนาคเป็นรูปตัวเอส

5.1.3 แนวคิดทฤษฎีกราฟเบื้องต้น จุด (vertex) เส้น (edge) ดีกรี (degree)

5.2 วิธีดำเนินการวิจัย การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ระยะ คือ

5.2.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง

5.2.2 เขียนลายขนาคจากผ้าถุง

5.2.3 วิเคราะห์ลายขนาค

5.2.4 วิเคราะห์ลายขนาคโดยใช้ทฤษฎีกราฟ

5.2.5 สรุปผลการวิจัย

5.3 ผลการวิจัย

กราฟลายทอมีเส้นยืน 8 เส้น และเส้นพุ่ง 9 เส้น จะได้ $R_O = 8, R_Y = 9$

กราฟที่ได้มีขนาด $n = R_O \times R_Y$

$$= 8 \times 9$$

$$= 72$$

กราฟการทอลายมีดีกรี ดังนี้

$$\begin{aligned} d(v_1) &= 2, d(v_2) = 3, d(v_3) = 3, d(v_4) = 3, d(v_5) = 3, d(v_6) = 3, d(v_7) = 3, d(v_8) = 2, \\ d(v_9) &= 3, d(v_{10}) = 4, d(v_{11}) = 4, d(v_{12}) = 4, d(v_{13}) = 4, d(v_{14}) = 4, d(v_{15}) = 4, d(v_{16}) = 3, \\ d(v_{17}) &= 3, d(v_{18}) = 4, d(v_{19}) = 4, d(v_{20}) = 4, d(v_{21}) = 4, d(v_{22}) = 4, d(v_{23}) = 4, d(v_{24}) = 3, \\ d(v_{25}) &= 3, d(v_{26}) = 4, d(v_{27}) = 4, d(v_{28}) = 4, d(v_{29}) = 4, d(v_{30}) = 4, d(v_{31}) = 4, d(v_{32}) = 3, \\ d(v_{33}) &= 3, d(v_{34}) = 4, d(v_{35}) = 4, d(v_{36}) = 4, d(v_{37}) = 4, d(v_{38}) = 4, d(v_{39}) = 4, d(v_{40}) = 3, \\ d(v_{41}) &= 3, d(v_{42}) = 4, d(v_{43}) = 4, d(v_{44}) = 4, d(v_{45}) = 4, d(v_{46}) = 4, d(v_{47}) = 4, d(v_{48}) = 3, \\ d(v_{49}) &= 3, d(v_{50}) = 4, d(v_{51}) = 4, d(v_{52}) = 4, d(v_{53}) = 4, d(v_{54}) = 4, d(v_{55}) = 4, d(v_{56}) = 3, \\ d(v_{57}) &= 3, d(v_{58}) = 4, d(v_{59}) = 4, d(v_{60}) = 4, d(v_{61}) = 4, d(v_{62}) = 4, d(v_{63}) = 4, d(v_{64}) = 3, \\ d(v_{65}) &= 2, d(v_{66}) = 3, d(v_{67}) = 3, d(v_{68}) = 3, d(v_{69}) = 3, d(v_{70}) = 3, d(v_{71}) = 3, d(v_{72}) = 2 \end{aligned}$$

$$\text{ผลรวมดีกรีของเส้น} \sum_{i=1}^{72} d(v_i) = 254$$

จำนวนของเส้นเท่ากับ 127 ผลรวมดีกรีของเส้นเท่ากับสองเท่าของจำนวนเส้น

$$\sum_{i=1}^{72} d(v_i) = 2 \times 127 = 254$$

$$\text{จาก } \sum_{i,j=1}^{R_O R_Y} d(v_{ij}) = 8 + 6(R_O + R_Y - 4) + 4(R_O - 2)(R_Y - 2)$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } \sum_{i,j=1}^{8,9} d(v_{8,9}) &= 8 + 6(8 + 9 - 4) + 4(8 - 2)(9 - 2) \\ &= 2(2(8)(9) - 8 - 9) \\ &= 254 \end{aligned}$$

$$\text{จำนวนเส้นในการทอเท่ากับ } (2R_O R_Y - R_O - R_Y) = (2(8)(9) - 8 - 9) = 127$$

5.4 การอภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์ลายขอนาคเกี่ยวข้องกับทฤษฎีกราฟ ดังต่อไปนี้

ดีกรีที่เกิดขึ้นและจำนวนเส้นที่ใช้สอดคล้องกับแนวคิดของ [4] โดยมีดีกรี คือ

$$\sum_{i,j=1}^{R_O R_Y} d(v_{ij}) = 8 + 6(R_O + R_Y - 4) + 4(R_O - 2)(R_Y - 2) \text{ ในการวิจัยนี้มีดีกรี 254 และจำนวนเส้น คือ}$$

$(2R_O R_Y - R_O - R_Y)$ ในงานวิจัยนี้มีเส้น 127 เส้น สอดคล้องกับนิยามพื้นฐานของทฤษฎีกราฟ คือ ดีกรีของ

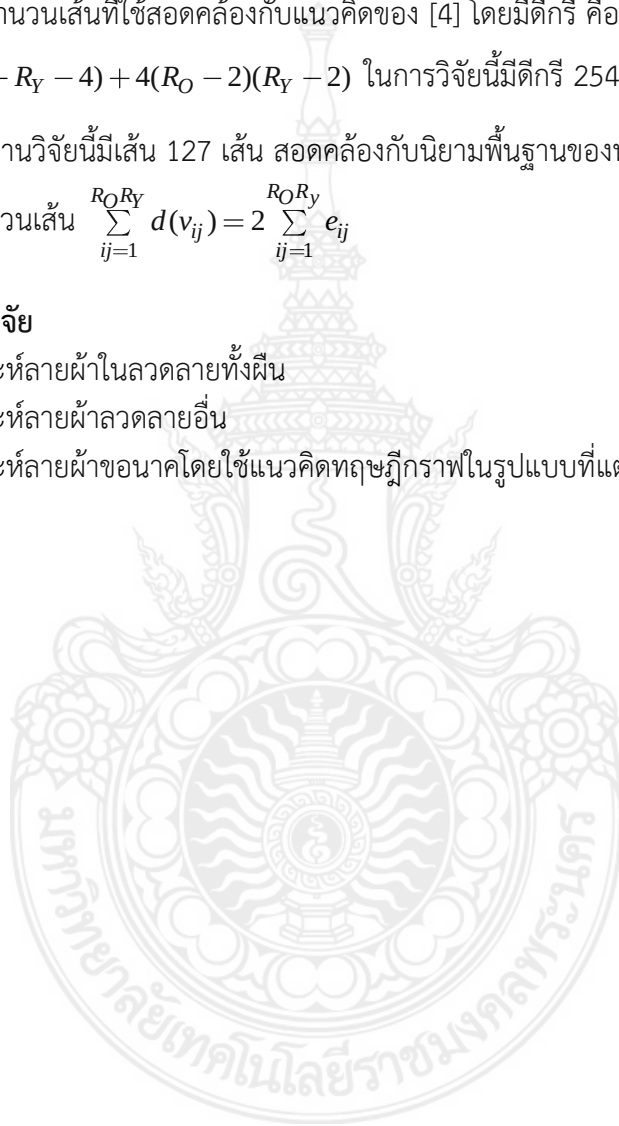
$$\text{จุดเท่ากับสองเท่าของจำนวนเส้น } \sum_{ij=1}^{R_O R_Y} d(v_{ij}) = 2 \sum_{ij=1}^{R_O R_Y} e_{ij}$$

5.5 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

5.5.1 การวิเคราะห์ลายผ้าในลวดลายทั้งผืน

5.5.2 การวิเคราะห์ลายผ้าลวดลายอื่น

5.5.3 การวิเคราะห์ลายผ้าขอนาคโดยใช้แนวคิดทฤษฎีกราฟในรูปแบบที่แตกต่างกัน



บรรณานุกรม

- [1] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. (2566). *แผนพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570)*.
- [2] สิทธิชัย สมนชาติและคณะ. (2557). *การทอผ้าและลวดลายผ้าแบบของเจ้านายเมืองอุบลฯ*. รายงานวิจัย ฉบับสมบูรณ์ 2557. กระทรวงวัฒนธรรม ประจำปีงบประมาณ 2557.
- [3] Otabek Kasimov. (2015). *Basic Concepts of Graph Theory as the Instruments of Mathematical Formalization of Woven Structures*. World Journal of Engineering and Technology, 2015, 3, 344-347.
- [4] Fabrics Askarali Daminov, Otabek Kasimov. (2016). *Mathematical Approaches to the Structural Analysis and Formalization of Woven*. World Journal of Engineering and Technology. Vol.4 No.3D, October 2016.
- [5] https://shopee.co.th/product/38134954/21989858231?gclid=CjwKCAjwwb6lBhBJEiwAbuVUSHE3JtXSuvF7DA26_7VSSJlq2Fz9u7TQOkfUn7zJgob8-eiYlVSOHxoCnloQAvD_BwE
[29 กรกฎาคม 2567]



ภาคผนวก



ร้านขายผ้าและเช่าชุด จ.อยุธยา

18. (ซอฟต์แวร์ในหัตถกรรมผ้าไทย: การวิเคราะห์เชิงทฤษฎีกราฟต่อการออกแบบผ้าลายขนาค/
Soft Power in Thai Sarong Handicrafts: A Graph-theoretical Analysis on The Design of Kho Nak Pattern Fabric)



ผ้าลายขนาค



<https://mgronline.com/local/detail/9660000051590> (29 ก.ค. 67)



ไม่มีเนื้อหาจากต้นฉบับ

