



บทที่ 4

อัลกอริทึมการวางแบบของระบบ

ในบทนี้กล่าวถึงแนวคิดของผู้วิจัย และอัลกอริทึมการวางแบบของระบบ โดยการวางแบบมี 3 รูปแบบซึ่งประกอบด้วยการวางแบบต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้งที่ได้จากขั้นตอนวิธีการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญ การวางแบบต่อเนื่องในทิศทางแนวนอน และการวางแบบสลับด้านล่างกับด้านบน โดยการวางแบบ 2 แบบหลังเป็นการอัลกอริทึมที่ผู้วิจัยเสนอซึ่งได้จากการเรียนรู้จากแฟ้มงานการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญ

4.1 แนวคิดของผู้วิจัย

เนื่องจากผลสรุปการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญที่ได้กล่าวในบทที่แล้วมีบางวิธีการที่ไม่สามารถอธิบายทางคณิตศาสตร์ได้ทำให้ต้องปรับปรุง หรือเพิ่มเติมในบางวิธีการดังนี้

4.1.1 การกำหนดแบบที่มีพื้นที่มากและแบบที่มีพื้นที่น้อย

จากผลสรุปการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญพบว่าผู้เชี่ยวชาญใช้การพิจารณาทางสายตาว่าแบบในลำดับต่อไปนั้นสามารถวางในพื้นที่ว่างที่เกิดจากการวางแบบก่อนหน้าหรือไม่ แต่มีเงื่อนไขในการเลือกแบบที่จะนำมาวางดังได้กล่าวแล้วในหัวข้อ 3.1.2 และแสดงในรูปที่ 3-4 ก จึงทำให้หลักการในการพิจารณาการวางแบบของแบบที่มีพื้นที่มากกับแบบที่มีพื้นที่น้อยแตกต่างกัน แต่ผู้เชี่ยวชาญไม่มีหลักการในการกำหนดแบบที่มีพื้นที่มากและแบบที่มีพื้นที่น้อย ทำให้ผู้วิจัยเสนอแนวคิดในการหาช่วงความแตกต่างของพื้นที่แบบมากที่สุดในรายการแบบเป็นจุดแบ่งความแตกต่างระหว่างกลุ่ม เพราะถ้าไม่มีการแบ่งกลุ่มที่ชัดเจนแล้วการทำงานของระบบจะเป็นในรูปแบบของการสุ่มเลือกและลองวางแบบที่มีพื้นที่น้อยตลอดเวลาซึ่งทำให้ระบบทำงานช้าและไม่สามารถพัฒนาหลักการการวางแบบที่กล่าวมาได้เป็นอัลกอริทึมที่ชัดเจนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอวิธีการกำหนดแบบที่มีพื้นที่มากและแบบที่มีพื้นที่น้อยซึ่งได้จากแบบการตัดเย็บเครื่องนุ่งห่มส่วนใหญ่ที่ได้ศึกษามาพบว่าแบบจะมีช่วงห่างความต่างของพื้นที่แบบมากๆ เสมอ เช่นแบบเสื้อที่แสดงในรูปที่ 3-2 ที่แสดงการเรียงโมเดลในบทที่ 3 ความต่างพื้นที่ของแขนเสื้อและปกจะเป็นช่วงที่มีความต่างมากที่สุด แบบกางเกงที่ประกอบด้วยชั้นหน้าซ้ายขวา ชั้นหลังซ้ายขวา กระเป๋ากางเกง และขอบกางเกงก็จะได้ว่า ความต่างของพื้นที่ของชั้นหน้าและขอบกางเกงเป็นช่วงที่มีความต่างมากที่สุด เป็นต้น โดยทำการเรียงลำดับแบบที่มีพื้นที่มากไปหาพื้นที่น้อยก่อน และหาตำแหน่งของความต่างที่มากที่สุดเพื่อเป็นตำแหน่งแบ่งแบบที่มีพื้นที่มากและแบบที่มีพื้นที่น้อย

ดังแสดงในสมการข้างล่างนี้ โดยคำนวณหาค่า D_i ที่มากที่สุด ในลำดับที่ i โดยให้แบบในลำดับที่ 1 ถึง i เป็นแบบที่มีพื้นที่มาก และลำดับที่ $i+1$ จนแบบลำดับสุดท้ายเป็นแบบที่มีพื้นที่น้อย

$$\text{Max } D_i = (A_i - A_{i+1}) / A_{i+1} \quad (4-1)$$

โดยที่ D_i คือ ค่าผลต่างของพื้นที่แบบที่มีลำดับติดต่อกัน 2 ลำดับคือ ลำดับที่ i และ $i+1$ เทียบกับพื้นที่ของแบบลำดับที่ $i+1$

A_i คือ พื้นที่ของแบบ

i คือ ลำดับของแบบที่เรียงลำดับจากพื้นที่มากไปหาพื้นที่น้อย

4.1.2 การจำแนกลักษณะแบบที่มีพื้นที่น้อย

จากหลักการวางแบบในการแทรกแบบที่มีพื้นที่น้อยของผู้เชี่ยวชาญที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยเสนอการจำแนกลักษณะแบบที่มีพื้นที่น้อยออกเป็น 3 ลักษณะคือ

- แบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านกว้างยาวกว่าด้านยาว โดยกำหนดว่าด้านกว้าง Y มีความยาวมากกว่าหรือเท่ากับ 2.5 เท่าของด้านยาว X ดังสูตรที่ (4-2)

$$Y \geq 2.5X \quad (4-2)$$

โดยที่ Y คือ ด้านกว้างของแบบ

X คือ ด้านยาวของแบบ

- แบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้าง โดยกำหนดว่าด้านกว้าง X มีความยาวมากกว่าหรือเท่ากับ 2.5 เท่าของด้านกว้าง Y ดังสูตรที่ (4-3)

$$X \geq 2.5Y \quad (4-3)$$

โดยที่ Y คือ ด้านกว้างของแบบ

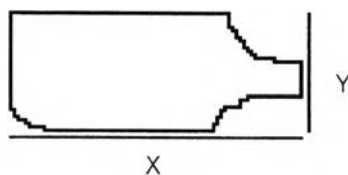
X คือ ด้านยาวของแบบ

แบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านยาวยาวพอๆ กับด้านกว้าง คือแบบที่มีพื้นที่น้อยที่ไม่เข้ากับทั้ง 2 ลักษณะที่กล่าวมา

4.1.3 การเก็บข้อมูลของช่องว่างที่เกิดจากการสร้างกรอบให้แบบ

ในการวางแบบลงบนกระดาษตัดแต่ละครั้งอาจทำให้เกิดรูปปิดหลายเหลี่ยมที่เกิดจากขอบของแบบที่ไม่ได้ประกบเข้ากันพอดี จึงเสนอการจัดเก็บรูปสี่เหลี่ยมที่เป็นกรอบของรูปหลายเหลี่ยมที่เกิดจากการทำกรอบสี่เหลี่ยมของแบบแต่ละแบบ เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณา

แบบที่มีพื้นที่น้อย โดยกรอบสี่เหลี่ยมได้จากการหาค่าความกว้างและความยาวของรูปแสดงในรูปที่ 4-1 และแสดงพื้นที่รูปปิดหลายเหลี่ยมที่เกิดจากการสร้างกรอบสี่เหลี่ยมในรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-1 การหาความยาวและความกว้างที่สุดของแบบ



รูปที่ 4-2 การสร้างกรอบสี่เหลี่ยมให้กับแบบ และแสดงกรอบของรูปหลายเหลี่ยมที่เกิดจากการทำกรอบสี่เหลี่ยมให้กับแบบ

4.2 อัลกอริทึมการวางแบบของระบบ

จากผลสรุปการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญ เทคนิคเฉพาะบุคคลของผู้เชี่ยวชาญ และแนวคิดของผู้วิจัย ผู้วิจัยจึงเสนอขั้นตอนการวางแบบของระบบทั้งหมด 3 รูป หนึ่งในกรวางแบบของระบบ คือการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้งซึ่งมีหลักการวางแบบใกล้เคียงกับของผู้เชี่ยวชาญ และเสนอขั้นตอนการวางแบบเพิ่มเติมอีก 2 รูปแบบ คือ การวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวนอน และการวางแบบสลับด้านล่างและด้านบน โดยทั้งสามรูปแบบเป็นการวางแบบสำหรับแบบที่มีพื้นที่มากที่ค้ำเนื่องถึงลายน้ำขึ้นน้ำลงของผ้าทำให้การพิจารณาวางแบบไม่สามารถหมุนแบบได้ แต่ละรูปแบบการวางมีหลักการแตกต่างกันซึ่งจะกล่าวการทำงานโดยละเอียดในหัวข้อต่อไป ส่วนหลักการในการวางแบบที่มีพื้นที่น้อยที่เหลือจากการแทรกแบบในขั้นตอนการวางแบบที่มีพื้นที่มากของทั้ง 3 รูปแบบมีหลักการที่เหมือนกันซึ่งจะอธิบายในหัวข้อต่อไปเช่นกัน

การวางแบบที่มีพื้นที่มากทั้ง 3 รูปแบบการวางแบบมีขั้นตอนการทำงานเริ่มต้นเหมือนกันดังนี้

4.2.1 เรียงลำดับแบบ

คำนวณพื้นที่ของแบบแต่ละแบบทั้งหมด แล้วทำการเรียงลำดับจากแบบที่มีพื้นที่มากไปหาน้อย โดยใช้การเรียงลำดับผลสาน (Merge Sort)

4.2.2 กำหนดแบบที่มีพื้นที่มากและแบบที่มีพื้นที่น้อย

ใช้หลักการที่กล่าวในหัวข้อที่ 4.1.1 ในการพิจารณากำหนดแบบที่มีพื้นที่มากและแบบที่มีพื้นที่น้อย

4.2.3 จำแนกลักษณะแบบที่มีพื้นที่น้อย

ใช้หลักการที่กล่าวในหัวข้อที่ 4.1.2 ในการพิจารณาจำแนกลักษณะแบบที่มีพื้นที่น้อย

4.2.4 เรียงลำดับแบบที่มีพื้นที่น้อย

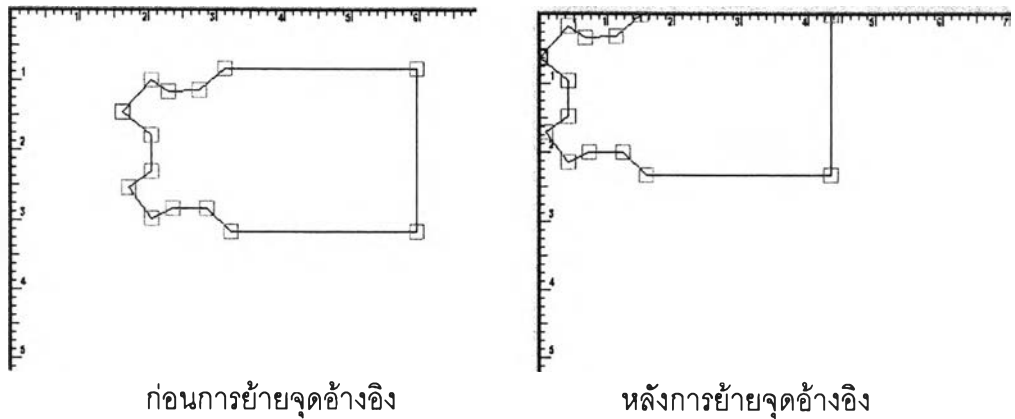
จากขั้นตอนการพิจารณาวางแบบที่มีพื้นที่น้อยของผู้เชี่ยวชาญ การเติมแบบหรือการวางแบบที่มีพื้นที่น้อยไม่ว่าในกรณีใด แบบที่มีพื้นที่น้อยที่ถูกนำมาวางก่อนจะเป็นแบบพื้นที่น้อยที่มีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้างมากที่สุดก่อนจึงทำการเรียงแบบที่มีพื้นที่น้อยทั้งหมดโดยเรียงจากแบบพื้นที่น้อยที่มีด้านยาวมากไปหาน้อย เพื่อลดเวลาการคำนวณหาแบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านยาวยาวที่สุด

4.2.5 จุดอ้างอิงตำแหน่งการวางบนกระดาษตัด

กำหนดจุดมุมซ้ายบนของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบเป็นจุดอ้างอิงตำแหน่งการวางบนกระดาษตัดเช่น

4.2.6 ย้ายจุดไปสู่จุด (0,0)

การวาดแบบเข้าสู่ระบบนั้นสามารถวาดในตำแหน่งไหนของกระดาษแบบก็ได้จึงทำให้ตำแหน่งจุดแบบและตำแหน่งของจุดอ้างอิงของแบบเริ่มต้นอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน โดยที่จุดอ้างอิงคือจุดมุมซ้ายบนของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบ ก่อนการพิจารณาวางแบบจะต้องทำการย้ายตำแหน่งจุดแบบและจุดอ้างอิงบนกระดาษตัดของแบบทั้งหมดให้มีจุดอ้างอิงเริ่มต้นเดียวกันก่อนให้จุดอ้างอิงบนกระดาษตัดของแบบทุกแบบเริ่มที่จุด (0,0) ดังรูปที่ 4-3



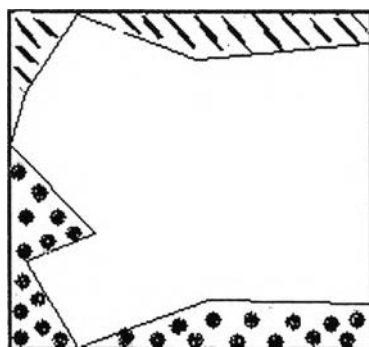
รูปที่ 4-3 ตำแหน่งจุดของรูปก่อนและหลังการย้ายจุดอ้างอิง

4.2.7 สร้างกลุ่มแบบจำลอง

สร้างกลุ่มแบบเพื่อใช้ในการพิจารณาวางแผน โดยกลุ่มแบบจำลองมีจำนวนแบบเท่ากับจำนวนแบบที่ต้องทำการวางทั้งหมด ที่ได้จากแบบเริ่มต้นคูณจำนวนชุดที่ต้องการวาง

4.2.8 พิจารณาวางแผนแรก

ในการวางแผนทั้ง 3 รูปแบบการวางจะต้องมีการพิจารณาว่าจะเริ่มวางจากด้านล่างหรือด้านบนของกระดาษตัด โดยพิจารณาจากการวางแผนลำดับแรกว่าวางในตำแหน่งขอบล่างของกระดาษตัดหรือวางในตำแหน่งขอบบนของกระดาษตัดจะทำให้เกิดพื้นที่สิ้นเปลืองน้อยกว่ากัน เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดทิศทางในการวางครั้งต่อไปสำหรับทุกรูปแบบการวาง การพิจารณาความสิ้นเปลืองจะพิจารณาที่มุมของแบบด้านซ้ายบนและด้านล่าง และมุมซ้ายบนและด้านบนของแบบดังรูปที่ 4-4 โดยพื้นที่ที่มีลายกลมสีดำแสดงพื้นที่สิ้นเปลืองถ้าวางด้านล่าง ส่วนลายทางสีดำคือพื้นที่สิ้นเปลืองถ้าวางด้านบน การพิจารณาพื้นที่สิ้นเปลืองจะทำด้านซ้ายเท่านั้น เนื่องจากเป็นการวางเข้าขอบของกระดาษตัดซึ่งตามหลักการวางจะวางชิดซ้ายเสมอ และการเกิดพื้นที่สิ้นเปลืองด้านขวานั้นยังไม่ได้คิดเป็นพื้นที่สิ้นเปลืองทันทีเนื่องจากพื้นที่ตรงส่วนนั้นอาจนำแบบในลำดับต่อไปวางหรือแทรกลงได้



รูปที่ 4-4 พื้นที่สิ้นเปลืองของการวางแผนแรกในด้านล่างและด้านบนที่นำมาพิจารณา

4.3 อัลกอริทึมการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้ง

การวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้ง โดยใช้หลักการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญเป็นพื้นฐานในการสร้างอัลกอริทึม อาจมีบางอย่างที่เพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้หลักการชัดเจนมากขึ้นหรือให้อัลกอริทึมมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น แสดงการทำงานในรูปที่ 4-5 โดยมีการทำงานดังนี้

1. เรียงแบบที่มีพื้นที่มากใหม่ โดยคิดจากค่าความสิ้นเปลืองที่ได้จากผลต่างพื้นที่ของกรอบรูปสี่เหลี่ยมของแบบกับพื้นที่จริงของแบบเทียบอัตราส่วนกับพื้นที่จริงของแบบจากน้อยไปหามาก เนื่องจากสนับสนุนความคิดที่ว่าถ้าค่าความสิ้นเปลืองที่เกิดจากแบบที่มีพื้นที่น้อยเท่ากับหรือน้อยกว่าแบบที่มีพื้นที่มากกว่าไม่มากนัก เมื่อเทียบอัตราส่วนกับพื้นที่จริงของแบบแล้ว แบบที่มีพื้นที่มากจะให้ประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ได้ดีกว่าหรือมีค่าความสิ้นเปลืองน้อยเทียบกับพื้นที่จริงน้อยกว่า ดังสมการที่

$$W = (AB - AA) / AA \quad (4-4)$$

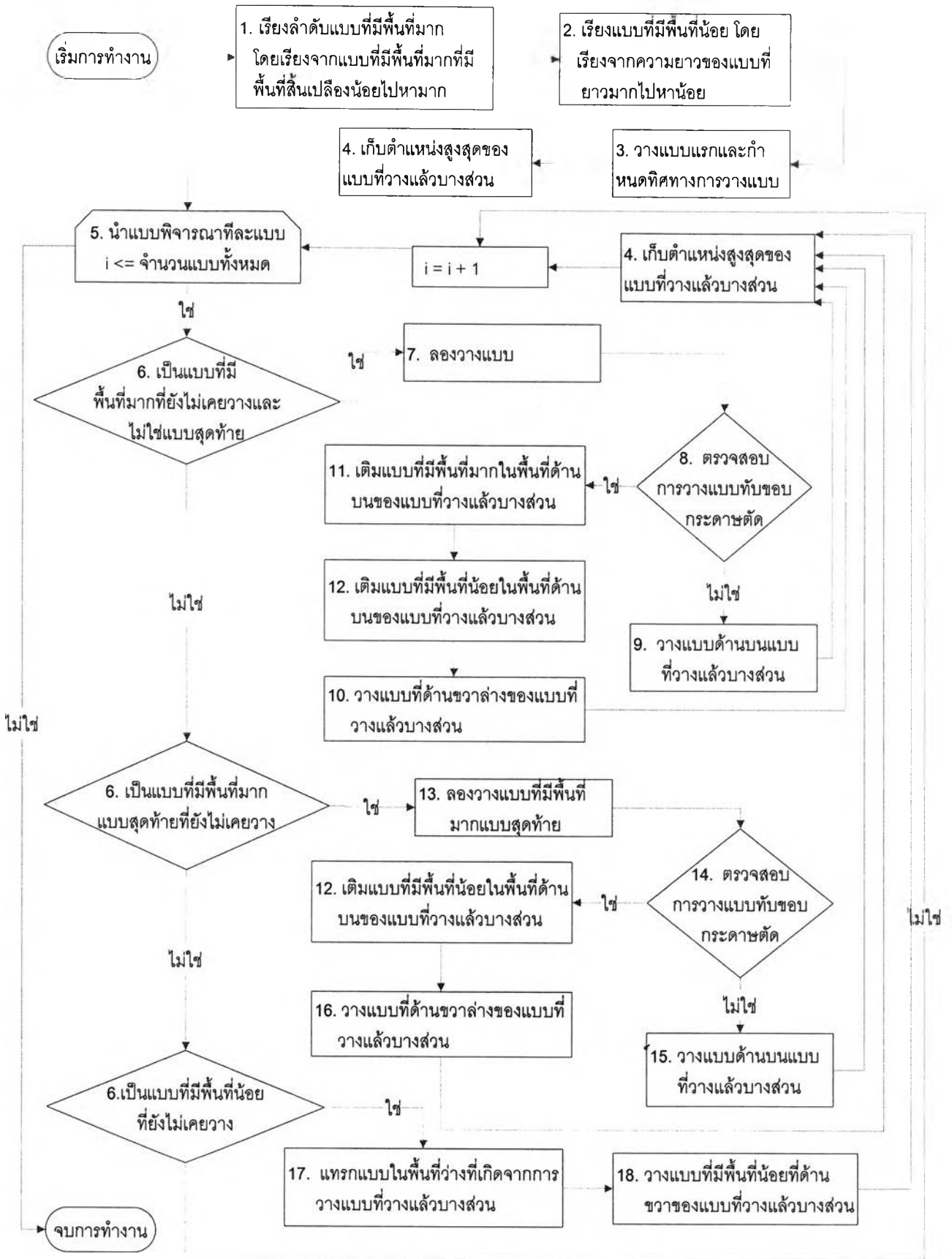
โดยที่ W คือ ความสิ้นเปลืองที่ได้จากผลต่างพื้นที่ของกรอบรูปสี่เหลี่ยมของแบบกับพื้นที่จริงของแบบเทียบอัตราส่วนกับพื้นที่จริงของแบบ

AA คือ พื้นที่จริงของแบบ

AB คือ พื้นที่ของกรอบรูปสี่เหลี่ยมรอบแบบ

การเสนอการเรียงลำดับแบบที่มีพื้นที่มากใหม่นั้นคัดกับการทำงานของผู้เชี่ยวชาญ เพราะผู้เชี่ยวชาญจะเรียงลำดับจากพื้นที่มากไปหาพื้นที่น้อยเท่านั้น เนื่องจากการที่วางแบบที่ให้ค่าความสิ้นเปลืองน้อยก่อนนั้น สามารถคาดการณ์ได้ว่าแบบที่มีพื้นที่สิ้นเปลืองหรือเว้าโค้งมากๆ จะถูกวางไว้หลังสุดของแบบที่มีพื้นที่มากที่ถูกวางทั้งหมดหรือถูกวางใกล้กับขอบกระดาษตัด และแบบที่มีความสิ้นเปลืองมากอยู่บริเวณใกล้เคียงกันอาจทำให้เกิดพื้นที่สิ้นเปลืองระหว่างแบบมากกว่าการวางแบบที่มีความสิ้นเปลืองน้อยปนกับแบบที่มีความสิ้นเปลืองมาก และอาจวางแบบที่มีพื้นที่น้อยลงในพื้นที่สิ้นเปลืองนั้นได้ดีกว่า

2. เรียงแบบที่มีพื้นที่น้อย ตามหลักการในข้อ 4.2.4



รูปที่ 4-5 แผนภูมิการทำงานของการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้ง

3. วางแบบแรกและกำหนดทิศทางการวางแบบ เพื่อกำหนดทิศทางการวางจากด้านล่างขึ้นบนหรือด้านบนลงล่างจากการวางแบบขึ้นแรกโดยใช้หลักการพิจารณาในข้อ 4.2.5 ซึ่งสอดคล้องกับการหลักการของผู้เชี่ยวชาญ เก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป
4. เก็บตำแหน่งด้านยาวและด้านกว้างสูงสุดของแบบที่วางแล้วบางส่วนทุกครั้งที่มีการวางแบบ เพื่อใช้กำหนดตำแหน่งของแบบที่นำมาทดลองวางในลำดับต่อไปตามลำดับการจัดเรียง ดังแสดงตำแหน่งตรงรูปดาวในรูปที่ 4-6 เช่น ระบบกำลังพิจารณาวางแบบในลำดับที่ 6 จุดตำแหน่งในแกน Y และแกน X ที่เหมาะสมคือตำแหน่งที่มีรูปดาววางอยู่โดยที่แกน X หาได้จากการหาค่าความกว้างที่สุดของคอลัมน์การวางก่อนหน้า ส่วนแกน Y สำหรับการวางบนแบบที่วางแล้วบางส่วน ส่วนการวางแบบโดยการเริ่มต้นคอลัมน์ใหม่นั้นจะกำหนดเป็น 0 สำหรับการวางจากด้านบนลงด้านล่าง และกำหนดเป็นความกว้างของกระดาษตัดลบด้วยความยาวด้านกว้างของแบบที่นำมาทดลองวาง หาได้โดยใช้อัลกอริทึมที่อธิบายในกรอบต่อไปนี้

ถ้าเป็นการวางแบบขึ้นคอลัมน์ใหม่แล้ว

เริ่ม

ถ้าวางจากด้านล่างขึ้นด้านบน แล้ว

เริ่ม

$Y :=$ ความกว้างของกระดาษตัดลบด้วยความกว้างของแบบที่ทดลองวาง

จบ

วางจากด้านบนลงด้านล่าง

เริ่ม

$Y := 0$

จบ

จบ

วางในคอลัมน์เดิม

เริ่ม

ถ้าวางจากด้านล่างขึ้นด้านบนแล้ว

เริ่ม

ค่าความกว้างของแบบที่วางแล้วบางส่วนในคอลัมน์เดียวกันสูงสุด := ความกว้าง
กระดาษตัด - ตำแหน่งจุดในแนวแกน Y ของแบบที่วางล่าสุด

$Y :=$ ค่าความกว้างของแบบที่วางแล้วบางส่วนในคอลัมน์เดียวกันสูงสุด + ความกว้างของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบที่นำมาทดลองวาง

จบ

วางจากด้านบนลงด้านล่าง

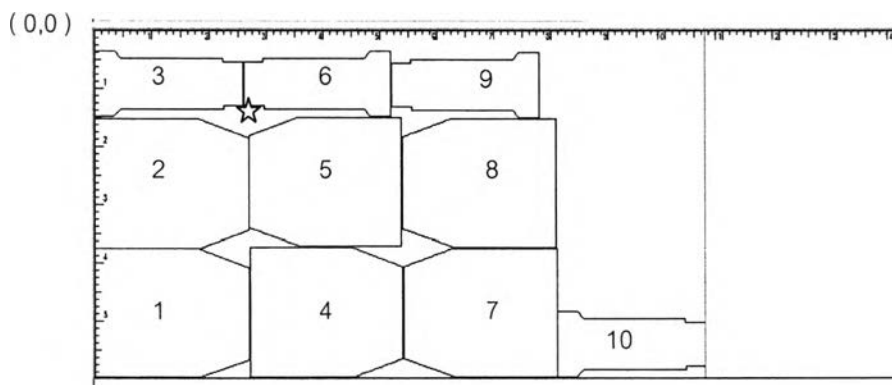
เริ่ม

ค่าความกว้างของแบบที่วางแล้วบางส่วนในคอลัมน์เดียวกันสูงสุด := ตำแหน่งจุดในแนวแกน Y ของแบบที่วางล่าสุดบวกด้วยความกว้างของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบที่วางล่าสุด

$Y :=$ ค่าความกว้างของแบบที่วางแล้วบางส่วนในคอลัมน์เดียวกันสูงสุด

จบ;

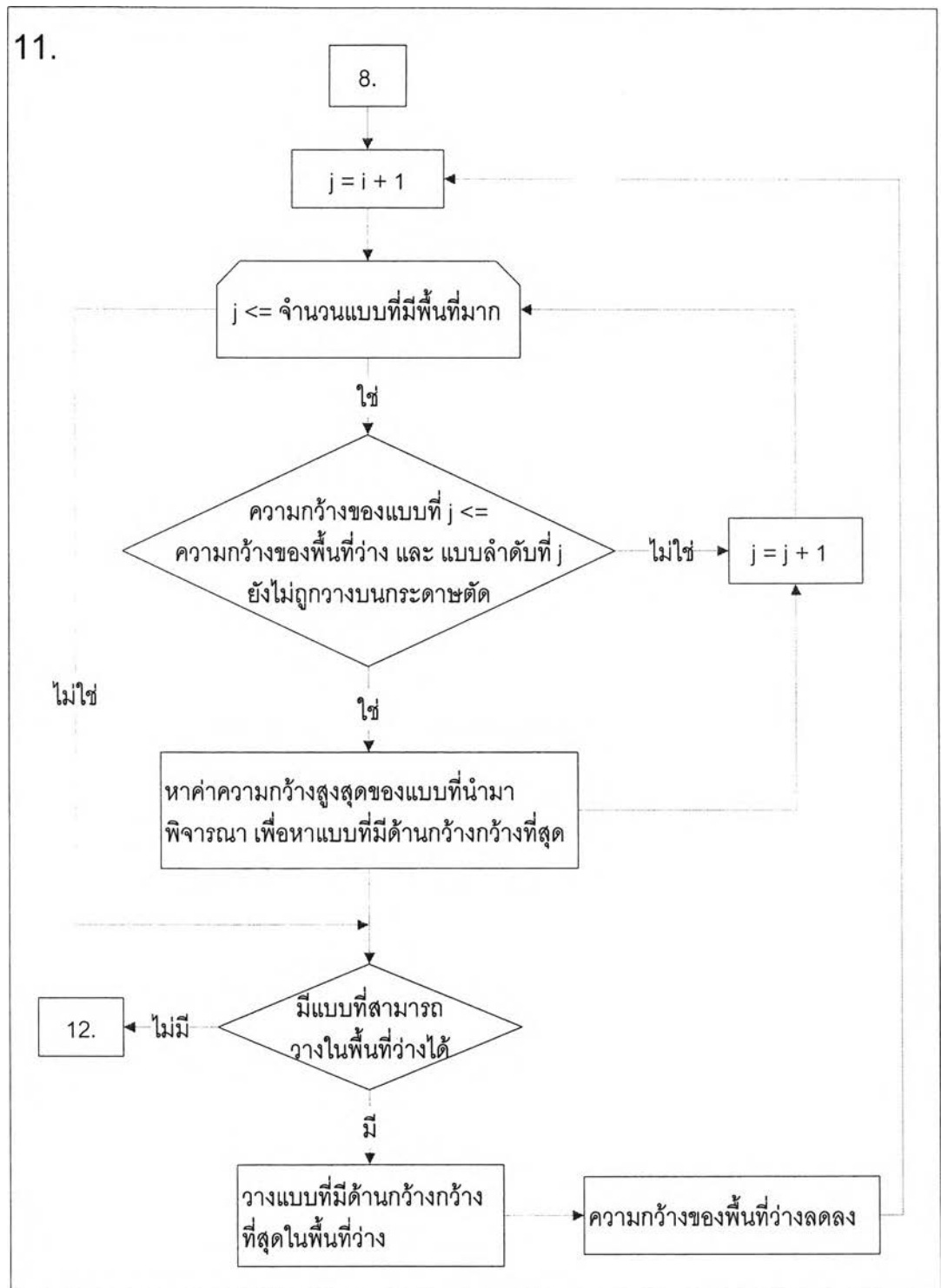
จบ;



รูปที่ 4-6 รูปแบบและลำดับการวางแบบต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้ง

5. นำแบบพิจารณาทีละแบบ ตามลำดับที่เรียงจากแบบที่มีพื้นที่มากไปยังแบบที่มีพื้นที่น้อยจนกว่าแบบทั้งหมดจะถูกวางเรียบร้อย
6. ตรวจสอบแบบ ในการวางแบบจะแยกเป็นการวางแบบที่มีพื้นที่มาก การวางแบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้าย และการวางแบบที่มีพื้นที่น้อย โดยทุกการตรวจสอบแบบนี้ต้องไม่ถูกวางบนกระดาษตัดแล้ว การตรวจสอบเป็นตามลำดับ โดยข้อ 5. ถึงข้อ 12. เป็นขั้นตอนการทำงานสำหรับการวางแบบที่มีพื้นที่มากซึ่งไม่ใช่แบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้ายในการวาง ส่วนการขั้นตอนการทำงานในข้อ 13. ถึงข้อ 16. เป็นขั้นตอนการทำงานสำหรับการวางแบบที่มีพื้นที่มากซึ่งเป็นแบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้าย และขั้นตอนการทำงานในข้อ 17. และ 18. เป็นขั้นตอนการทำงานสำหรับการวางแบบที่มีพื้นที่น้อย

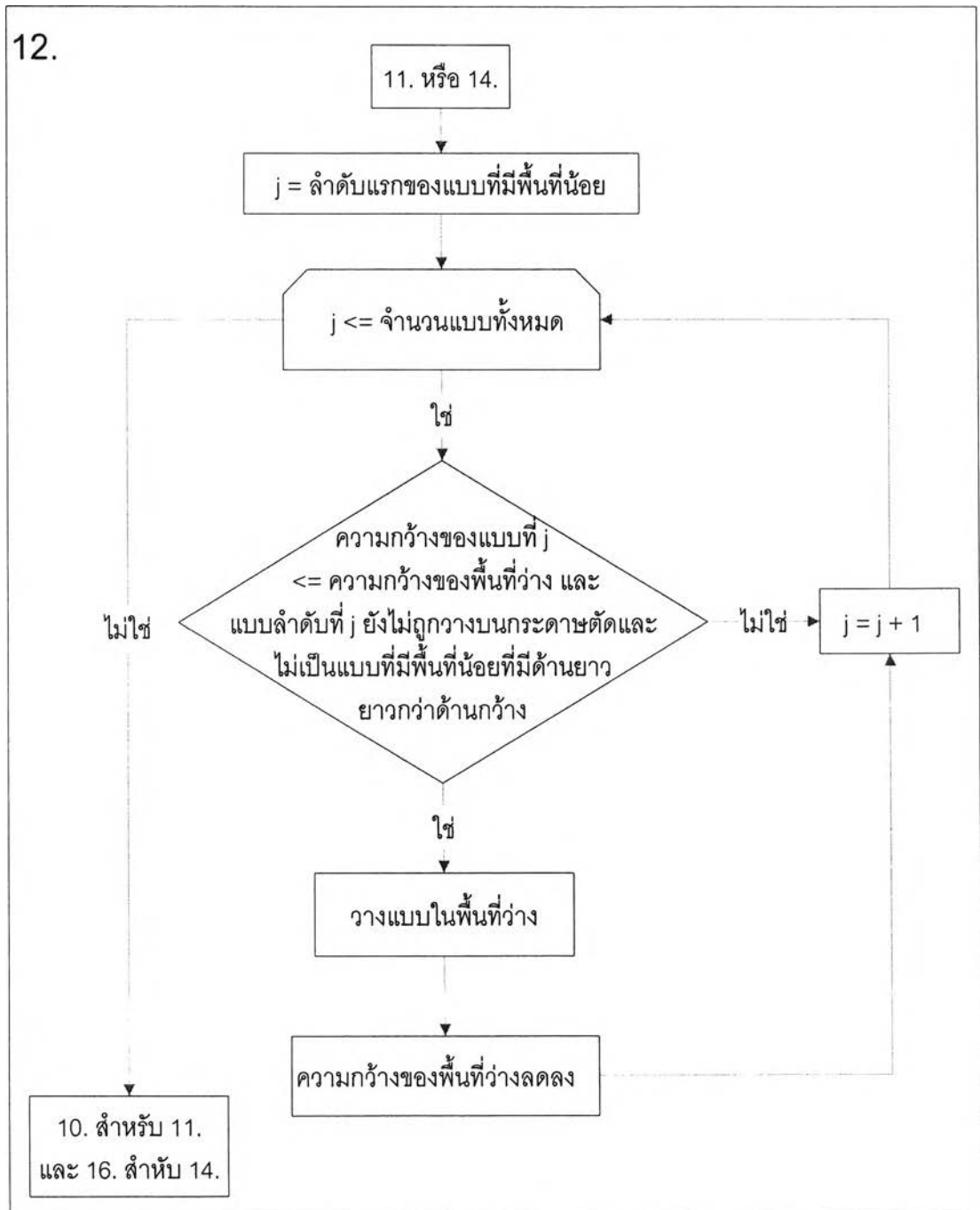
7. ทดลองวางแบบ นำแบบลำดับต่อมาลองวางด้านบนแบบที่วางแล้วบางส่วนซึ่งวางเลื่อนชิดด้านซ้ายมากที่สุดก่อนและเลื่อนลงล่างเท่าที่จะทำได้ โดยใช้การตรวจสอบว่าซ้อนทับกับแบบก่อนหน้าหรือไม่เป็นข้อกำหนดการหยุดเลื่อนแบบ
8. ตรวจสอบการวางแบบกับขอบกระดาษตัด โดยจะทำการพิจารณาว่าเมื่อวางแล้วเกิดการซ้อนทับกับกรอบกระดาษตัดหรือไม่
9. วางแบบด้านบนแบบที่วางแล้วบางส่วน ถ้าลองวางแล้วสามารถวางได้ไม่ทับกับขอบกระดาษตัด แสดงว่าสามารถวางด้านบนของแบบที่วางแล้วบางส่วนได้ วางแบบแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไปแล้ววนการทำงานซ้ำในข้อ 5. ไปเรื่อยๆ จนหมดแบบที่มีพื้นที่มาก
10. วางแบบที่ด้านขวาล่างของแบบที่แล้วบางส่วน ถ้าลองวางแล้วเกิดการซ้อนทับกับขอบกระดาษตัดก็ต้องเริ่มวางในด้านล่างขวาของแบบที่วางแล้วบางส่วน แต่ก่อนที่จะทำการวางที่ด้านขวาล่างจะทำให้หัวข้อ 11. ถึงข้อ 12. ก่อน เมื่อเต็มเต็มในพื้นที่ว่างด้านบนแบบจนไม่มีพื้นที่พอที่จะวางแบบได้อีกจึงเริ่มวางแบบในข้อ 7. โดยเริ่มที่ด้านล่างขวาของแบบที่วางก่อนหน้าหรือเป็นการขึ้นคอลัมน์การวางใหม่ แล้ววนการทำงานซ้ำในข้อ 5. ไปเรื่อยๆ จนหมดแบบที่มีพื้นที่มาก
11. เต็มแบบที่มีพื้นที่มากในพื้นที่ด้านบนของแบบที่วางแล้วบางส่วน จากข้อ 10. จะทำให้เกิดพื้นที่ว่างที่เหลือด้านบนของการวางแบบที่มีพื้นที่มากนั้นเป็นพื้นที่ว่างที่มีความกว้างค่อนข้างจำกัดและความยาวต่อเนื่อง ผู้เชี่ยวชาญจะพยายามนำแบบที่มีพื้นที่มากในลำดับถัดจากแบบที่ต้องวางด้านขวาล่างที่สามารถวางในพื้นที่ว่างนั้นได้พอดีมากที่สุดมาวางก่อน โดยการตรวจสอบความกว้างของพื้นที่ว่างที่เหลือกับความกว้างของแบบที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดมาวาง ทำจนไม่มีพื้นที่ว่างพอสำหรับแบบที่มีพื้นที่มากในลำดับต่อไปมาวางได้แล้ว วางแบบแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป โดยมีหลักการทำงานเหมือนกับของผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงในรูปที่ 4-7



รูปที่ 4-7 แผนภูมิการเติมแบบที่มีพื้นที่มากในพื้นที่ด้านบนของแบบที่วางแล้วบางส่วน

12. เติมแบบที่มีพื้นที่น้อยในพื้นที่ด้านบนของแบบที่วางแล้วบางส่วน จากข้อ 11. ถ้าไม่สามารถวางแบบที่มีพื้นที่มากลงในพื้นที่ว่างนั้นได้ ก็จะพิจารณานำแบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านยาวกว่าด้านกว้างที่สุดในลำดับแบบที่มีพื้นที่น้อยทั้งหมดซึ่งได้จัดเรียงลำดับเรียบร้อยแล้วที่ยังไม่ถูกนำไปวางในกระดานตัดวางลงในพื้นที่ว่างนั้นก่อน โดยการตรวจสอบความกว้างของพื้นที่ว่างที่เหลือกับความกว้างของแบบแต่ไม่คำนึงว่าจะต้อง

ความกว้างของแบบจะต้องพอดีกับความกว้างของพื้นที่ว่างมากที่สุดเหมือนการเติมแบบที่มีพื้นที่มาก โดยที่มีหลักการทำงานคล้ายกับของผู้เชี่ยวชาญ แต่ในระบบตรวจสอบว่าเป็นแบบที่มีพื้นที่น้อยลักษณะใด เพื่อลดเวลาเพราะไม่ต้องพิจารณาแบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านกว้างยาวกว่าด้านยาว วางแบบแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4-8



รูปที่ 4-8 แผนภูมิการเติมแบบที่มีพื้นที่น้อยในพื้นที่ด้านบนของแบบที่วางแล้วบางส่วน

13. ทดลองวางแบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้าย โดยมีหลักการในการพิจารณาว่าเป็นแบบที่มีพื้นที่มากที่สุดสุดท้าย ดังอัลกอริทึมในกรอบข้างล่างนี้

แบบที่มีพื้นที่มากที่สุดที่นำมาพิจารณาจากข้อ ๑. เป็นลำดับที่ i

$$j = i + 1$$

แบบที่มีพื้นที่มากที่สุดลำดับที่ i เป็นแบบที่มีพื้นที่มากที่สุดสุดท้ายในการวาง := เป็นจริง

สำหรับแบบที่มีพื้นที่มากที่สุดลำดับที่ j ถึง แบบที่มีพื้นที่มากที่สุดสุดท้าย

เริ่ม

ถ้าแบบที่มีพื้นที่มากที่สุดลำดับที่ j ไม่ถูกวางบนกระดาษตัดแล้ว

เริ่ม

แบบที่มีพื้นที่มากที่สุดลำดับที่ i เป็นแบบที่มีพื้นที่มากที่สุดสุดท้ายในการวาง := เป็นเท็จ

หยุดการทำงาน

จบ

จบ;

14. ตรวจสอบการวางแบบกับขอบกระดาษตัด โดยจะทำการพิจารณาว่าเมื่อวางแล้วเกิดการซ้อนทับกับกรอบกระดาษตัดหรือไม่
15. วางแบบด้านบนแบบที่วางแล้วบางส่วน ถ้าลองวางแล้วสามารถวางได้ไม่ทับกับขอบกระดาษตัด แสดงว่าสามารถวางด้านบนของแบบที่วางแล้วบางส่วนได้ แล้ววนการทำงานซ้ำในข้อ 5. เพื่อเริ่มการวางแบบที่มีพื้นที่น้อยต่อไป
16. วางแบบที่ด้านขวาล่างของแบบที่แล้วบางส่วน ถ้าลองวางแล้วเกิดการซ้อนทับกับขอบกระดาษตัดก็ต้องเริ่มวางในด้านล่างขวาของแบบที่วางแล้วบางส่วน แต่ก่อนที่จะทำการวางที่ด้านขวาล่างจะทำให้หัวข้อ 12. ก่อน เมื่อเติมเต็มในพื้นที่ว่างด้านบนแบบจนไม่มีพื้นที่พอที่จะวางแบบได้อีกจึงเริ่มวางแบบในข้อ 7. โดยเริ่มที่ด้านล่างขวาของแบบที่วางก่อนหน้าหรือเป็นการขึ้นคอลัมน์การวางใหม่ แล้ววนการทำงานซ้ำในข้อ 5. เพื่อเริ่มการวางแบบที่มีพื้นที่น้อยต่อไป
17. วางแบบในพื้นที่ว่างที่เกิดจากการวางแบบที่วางแล้วบางส่วน เมื่อวางแบบที่มีพื้นที่มากที่สุดหมดแล้วและยังมีแบบที่มีพื้นที่น้อยเหลืออยู่ จะทำการวางแบบที่มีพื้นที่น้อยในพื้นที่ว่างที่เกิดระหว่างแบบที่วางแล้วบางส่วนไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ว่างที่เกิดจากการวางแบบที่มี

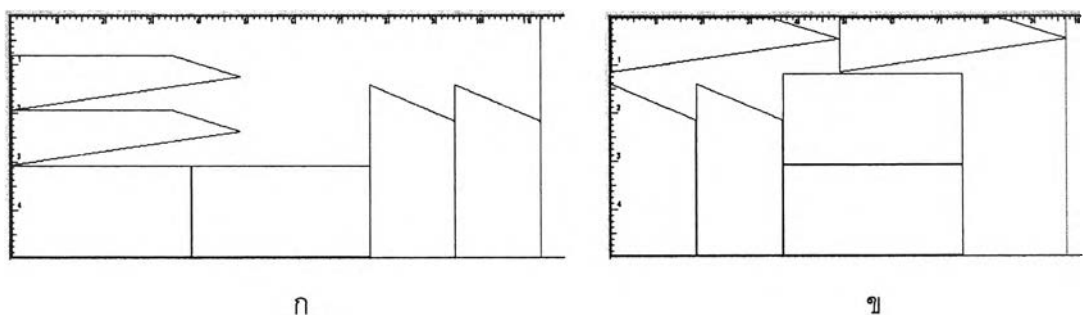
พื้นที่มากด้วยกัน หรือเกิดจากการวางแบบที่มีพื้นที่น้อยเติมเต็มระหว่างด้านบนของแบบที่มีพื้นที่มากกับขอบกระดาษตัด โดยมีการเก็บข้อมูลพื้นที่ว่างของแบบแต่ละแบบที่ว่างแล้วบางส่วนด้วยหลักการในข้อ 4.1.3 ศึกษานำแบบที่มีพื้นที่น้อยแทรกลงในพื้นที่ว่างเหล่านั้น

18. วางแบบที่มีพื้นที่น้อยที่ด้านขวาของแบบที่ว่างแล้วบางส่วน เมื่อไม่สามารถแทรกแบบที่มีพื้นที่น้อยลงในพื้นที่ว่างได้แล้ว จึงพิจารณาวางแบบที่มีพื้นที่น้อยที่เหลือตรงด้านขวาของแบบที่ว่างไว้แล้วโดยจะนำแบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้างให้หมุดก่อน ต่อด้วยแบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านกว้างยาวพอๆ กับด้านกว้างจนหมดแล้วตามด้วยแบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านกว้างยาวกว่าด้านยาวมากๆ จนหมด

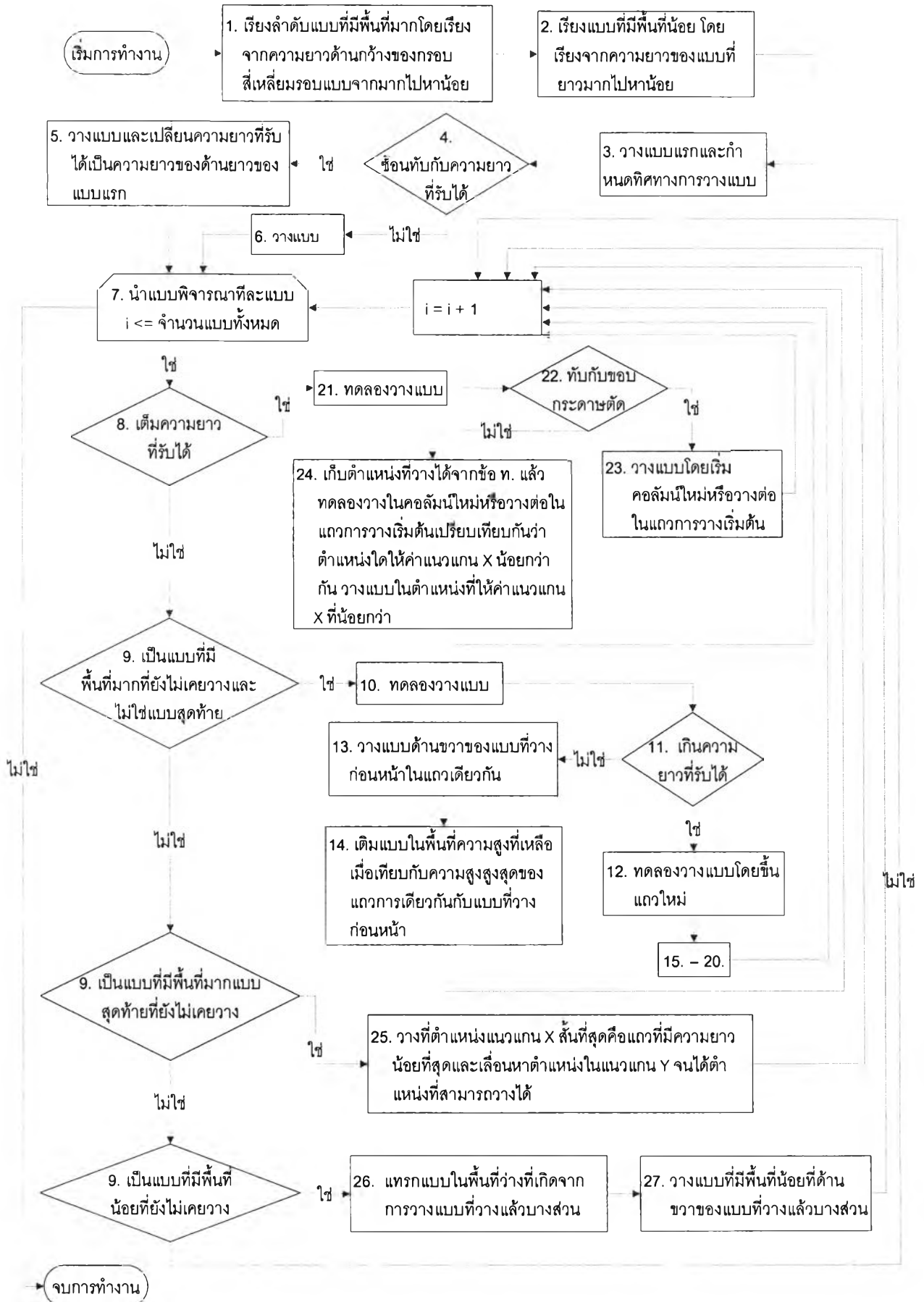
4.4 อัลกอริทึมการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวนอน

เป็นรูปแบบการวางแบบที่ผู้วิจัยเสนอที่ได้จากการศึกษารูปแบบการวางแบบในแฟ้มงานการวางแบบ ดังแสดงแผนภูมิการทำงานในรูปที่ 4-9

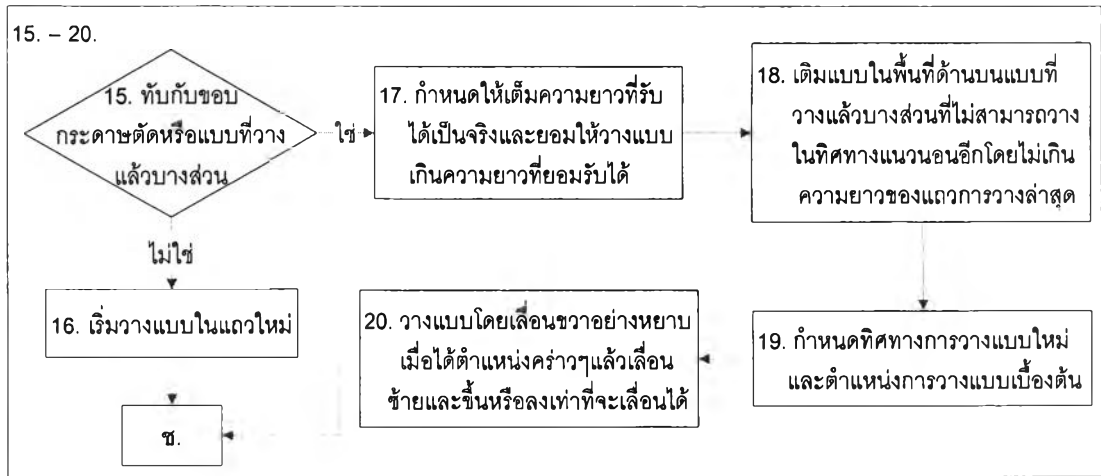
1. ทำการเรียงแบบที่มีพื้นที่มากใหม่ โดยการเรียงลำดับผลจากที่ใช้ความยาวด้านกว้างของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบในการกำหนดลำดับจากด้านกว้างยาวมากไปหาน้อย ที่ทำการเรียงลำดับแตกต่างจากการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญนั้น เนื่องจากเป็นการวางแบบในทิศทางแนวนอนถ้าไม่นำแบบที่มีพื้นที่มากที่มีความกว้างมากที่สุดมาพิจารณาวางก่อน อาจทำให้แบบที่มีพื้นที่มากที่มีด้านกว้างมากเกิดภายหลังและเมื่อวางแบบที่มีพื้นที่มากในแถวต่อไปแล้วเกิดพื้นที่สิ้นเปลืองมากกว่าการนำแบบที่มีพื้นที่มากที่มีด้านกว้างมากวางก่อนดังแสดงในรูปที่ 4-10



รูปที่ 4-10 การวางแบบที่มีพื้นที่มากของการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวนอน (ก) การวางแบบที่มีพื้นที่มากโดยการเรียงลำดับจากค่าความสิ้นเปลือง (ข) การวางแบบที่มีพื้นที่มากโดยเรียงลำดับจากค่าความยาวของด้านกว้าง



รูปที่ 4-9 แผนภูมิการทำงานของการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวนอน



รูปที่ 4-9 แผนภูมิการทำงานของการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวนอน (ต่อ)

2. เรียงแบบที่มีพื้นที่น้อย ตามหลักการในข้อ 4.2.4
3. วางแบบแรกและกำหนดทิศทางวางแบบ เพื่อกำหนดทิศทางวางจากด้านล่างขึ้นบนหรือด้านบนลงล่างจากการวางแบบขึ้นแรกโดยใช้หลักการพิจารณาในข้อ 4.2.5 ซึ่งสอดคล้องกับการหลักการของผู้เชี่ยวชาญ
4. ตรวจสอบการวางแบบแรก ว่าวางแล้วซ้อนทับกับความยาวที่รับได้(Accept length) หรือไม่ โดยความยาวที่รับได้จากการคำนวณค่าขอบล่าง (Lower bound) ของความยาวผ้าที่ต้องใช้ในการตัด จากการนำค่าพื้นที่จริงของแบบรวมกันทั้งหมดหารด้วยความกว้างกระดาษตัดคงที่
5. วางแบบและเปลี่ยนความยาวที่รับได้เป็นความยาวของด้านยาวของแบบแรก เก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y ในกรณีทีวางแล้วเกินความยาวที่รับได้เริ่มต้น
6. วางแบบแรก เก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป ในกรณีทีวางแล้วไม่เกินความยาวที่รับได้เริ่มต้น
7. นำแบบพิจารณาทีละแบบ ตามลำดับที่เรียงจากแบบที่มีพื้นที่มากไปยังแบบที่มีพื้นที่น้อยจนกว่าแบบทั้งหมดจะถูกวางเรียบร้อย
8. ตรวจสอบว่าวางแบบเต็มความยาวที่รับได้หรือไม่ โดยถ้าวางแบบเต็มความยาวที่รับได้แล้วขั้นตอนการทำงานจะมีในหัวข้อ 21. แต่ถ้ายังวางแบบไม่เต็มความยาวที่รับได้จะทำในหัวข้อต่อไป

9. ตรวจสอบแบบ ในการวางแบบจะแยกเป็นการวางแบบที่มีพื้นที่มาก การวางแบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้าย และการวางแบบที่มีพื้นที่น้อย โดยทุกการตรวจสอบแบบนี้จะต้องไม่เคยวางบนกระดาษตัดแล้ว การตรวจสอบเป็นตามลำดับ โดยข้อ 10. ถึงข้อ 24. เป็นขั้นตอนการทำงานสำหรับการวางแบบที่มีพื้นที่มากซึ่งไม่ใช่แบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้ายในการวาง ข้อ 25. เป็นขั้นตอนการทำงานสำหรับการวางแบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้ายที่ยังไม่ถูกวางบนกระดาษตัด และข้อ 26. และ 27. เป็นขั้นตอนการทำงานสำหรับการวางแบบที่มีพื้นที่น้อยที่เหลือ
10. ทดลองวางแบบ นำแบบลำดับต่อมาลองวางด้านขวาแบบที่วางแล้ววางส่วนซึ่งวางเลื่อนชิดด้านซ้ายมากที่สุดก่อนและเลื่อนลงล่างหรือขึ้นบนเท่าที่จะทำได้ โดยใช้การตรวจสอบว่าซ้อนทับกับแบบก่อนหน้าหรือไม่เป็นข้อกำหนดการหยุดเลื่อนแบบ ในการทดลองวางจะต้องมีตำแหน่งเริ่มต้นทดลองวาง โดยมีหลักการทำงานดังแสดงในกรอบข้างล่างนี้

ถ้าเป็นการวางแบบขึ้นแถวใหม่แล้ว

เริ่ม

ถ้าวางจากด้านล่างขึ้นด้านบน แล้ว

เริ่ม

$$Y := \text{ความกว้างของกระดาษตัด} - (\text{ความกว้างสูงสุดของแถวการวางก่อนหน้า} + \text{ความกว้างของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบที่นำมาทดลองวาง})$$

จบ

วางจากด้านบนลงด้านล่าง

เริ่ม

$$Y := \text{ความกว้างสูงสุดของแถวการวางก่อนหน้า}$$

จบ

$$X := 0$$

จบ

วางในแถวเดิมที่ถ้าไม่เป็นการวางแถวแรก

เริ่ม

ถ้าวางจากด้านล่างขึ้นด้านบน แล้ว

เริ่ม

$$Y := \text{ความกว้างของกระดาษตัด} - (\text{ความกว้างสูงสุดของแถวการวางก่อนหน้า} +$$

ความกว้างของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบที่นำมาทดลองวาง)

จบ

วางจากด้านบนลงด้านล่าง

เริ่ม

$Y :=$ ความกว้างสูงสุดของแถวการวางก่อนหน้า

จบ;

$X :=$ ตำแหน่งอ้างอิงบนกระดาษตัด + ความยาวของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบที่วางก่อนหน้า

จบ

วางแถวเดิมที่เป็นการวางแถวแรก

เริ่ม

ถ้าวางจากด้านล่างขึ้นด้านบน แล้ว

เริ่ม

$Y :=$ ความกว้างของกระดาษตัด - ความกว้างของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบที่นำมาทดลองวาง

จบ

วางจากด้านบนลงด้านล่าง

เริ่ม

$Y := 0$

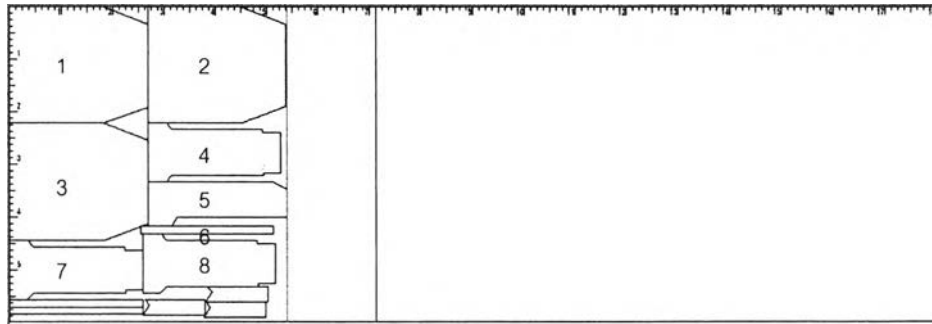
จบ;

$X :=$ ตำแหน่งอ้างอิงบนกระดาษตัด + ความยาวของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบที่วางก่อนหน้า

จบ;

11. ตรวจสอบการวางแบบว่าเกินความยาวที่รับได้หรือไม่
12. ทดลองวางแบบโดยขึ้นแถวใหม่ กรณีที่ทดลองวางแล้วความยาวเกินความยาวที่รับได้ โดยพยายามเลื่อนชิดซ้ายและเลื่อนขึ้นบนหรือลงล่างมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ซึ่งตรวจสอบว่าไม่ซ้อนทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน แล้วทำข้อ 15. ต่อไป
13. วางแบบด้านขวาของแบบที่วางก่อนหน้าในแถวเดียวกัน กรณีที่วางแล้วไม่เกินความยาวที่รับได้ วางแบบแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป

14. เติมแบบในพื้นที่ความสูงที่เหลือ เมื่อเทียบกับความสูงสูงสุดของแถวการเดียวกันกับแบบที่วางก่อนหน้า โดยการนำแบบในลำดับต่อไปโดยพิจารณาแบบที่มีพื้นที่มากกว่าก่อนแล้วค่อยพิจารณาแบบที่มีพื้นที่น้อยมาลงวางซึ่งมีข้อแม้ว่าวางแล้วไม่เกินความสูงของแถวที่กำลังวาง แสดงในรูปที่ 4-11 ในลำดับการวางแบบที่ 5,6 จนเติมไม่ได้ วางแบบแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป แล้ววนไปเริ่มการทำงานที่ข้อ 7. ใหม่



รูปที่ 4-11 ลำดับและรูปแบบการวางในทิศทางแนวนอน

15. ตรวจสอบว่าทับกับขอบกระดาษตัดหรือแบบที่วางแล้วบางส่วน
16. เริ่มวางแบบในแถวใหม่ ถ้าลงวางแล้วไม่ซ้อนทับกับขอบกระดาษตัดและแบบที่วางแล้วบางส่วน วางแบบแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป แล้ววนไปเริ่มการทำงานที่ข้อ 7. ใหม่
17. กำหนดว่าวางแบบเต็มความยาวที่รับได้เป็นจริง และยอมให้วางแบบเกินความยาวที่ยอมรับได้ ในกรณีที่ลงวางแถวใหม่แล้วเกิดการซ้อนทับกับขอบกระดาษตัดหรือทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน
18. เติมแบบในพื้นที่ด้านบนแบบที่วางแล้วบางส่วนที่ไม่สามารถวางในทิศทางแนวนอนได้อีก โดยการพิจารณาวางแบบในลำดับต่อไปซึ่งพิจารณาแบบที่มีพื้นที่มากกว่าก่อนแล้วค่อยพิจารณาแบบที่มีพื้นที่น้อยมาวางในพื้นที่ว่างนั้นซึ่งมีข้อแม้ว่าไม่เกินความยาวของแถวการวางล่าสุด
19. กำหนดทิศทางการวางแบบใหม่ เริ่มต้นการวางใหม่โดยจะเริ่มวางชิดขอบด้านบนหรือด้านล่างจะพิจารณาจากความยาวของแถวด้านล่างหรือด้านบน เมื่อได้ทิศทางแล้ว จะกำหนดตำแหน่งในการวางใหม่ โดยแกน Y เริ่มที่ 0 หรือ ความกว้างกระดาษตัดลบด้วยความยาวด้านกว้างของแบบที่ทำการวาง และ X เริ่มที่ตำแหน่งการวางบวกด้วยความยาวด้านยาวของแบบที่วางลำดับก่อนหน้า

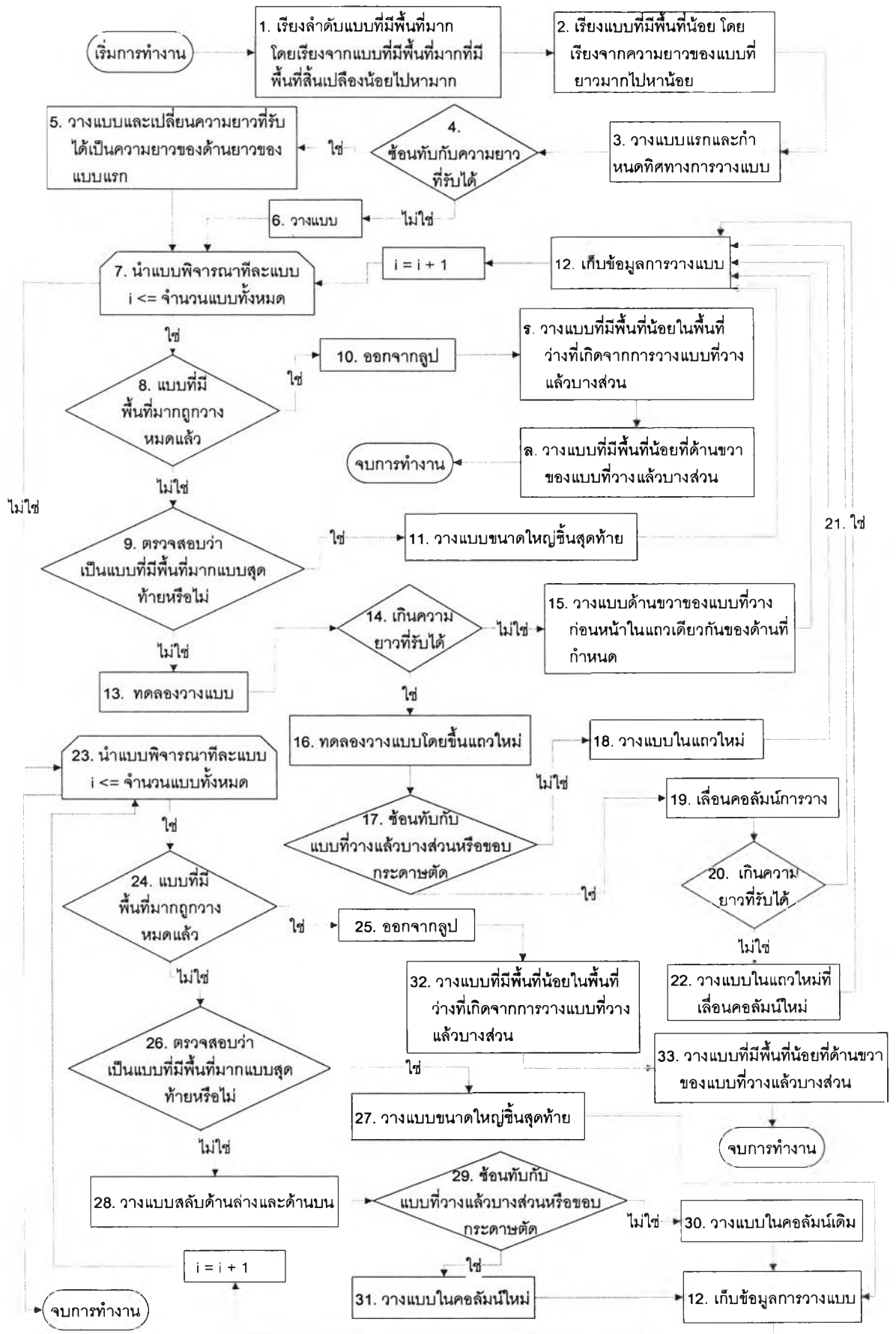
20. วางแบบโดยเลื่อนขวาอย่างหยابไปเรื่อยๆ จนไม่ทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน เมื่อได้ตำแหน่งคร่าวๆ แล้วทำการเลื่อนซ้ายและเลื่อนขึ้นหรือลงเท่าที่จะเลื่อนได้โดยไม่ทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วนและขอบกระดาษตัด วางแบบแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป แล้ววนไปเริ่มการทำงานที่ข้อ 7.ใหม่
21. ทดลองวางแบบ ในกรณีที่วางแบบเต็มความยาวที่รับได้แล้ว รูปแบบการวางจะเปลี่ยนเป็นรูปแบบการวางในทิศทางแนวตั้ง แต่อาจวางไม่ต่อเนื่อง โดยตำแหน่งที่ทดลองวางคือด้านบนของแบบก่อนหน้าแล้วเลื่อนขวาอย่างหยابไปเรื่อยๆ จนไม่ทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน เมื่อได้ตำแหน่งคร่าวๆ แล้วทำการเลื่อนซ้ายและเลื่อนขึ้นหรือลงเท่าที่จะเลื่อนได้โดยไม่ทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน
22. ตรวจสอบว่าทับกับขอบกระดาษตัดหรือไม่
23. วางแบบโดยเริ่มคอลัมน์ใหม่หรือวางต่อในแถวการวางเริ่มต้นโดยเลื่อนซ้ายให้มากที่สุด โดยไม่ทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน กรณีที่ทดลองวางแล้วทับกับขอบกระดาษตัด วางแบบแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป แล้ววนไปเริ่มการทำงานที่ข้อ 7.ใหม่
24. เก็บตำแหน่งที่วางได้จากหัวข้อ 20. แล้วทดลองวางในคอลัมน์ใหม่หรือวางต่อในแถวการวางเริ่มต้นโดยเลื่อนขวาอย่างหยابไปเรื่อยๆ จนไม่ทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน เมื่อได้ตำแหน่งคร่าวๆ แล้วทำการเลื่อนซ้ายและเลื่อนขึ้นหรือลงเท่าที่จะเลื่อนได้โดยไม่ทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วนเพื่อเปรียบเทียบกันว่าตำแหน่งใดให้ค่าแนวแกน X น้อยกว่ากัน วางแบบในตำแหน่งที่ให้ค่าแนวแกน X ที่น้อยกว่าแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป แล้ววนไปเริ่มการทำงานที่ข้อ 7.ใหม่ กรณีที่ทดลองวางแล้วไม่ทับกับขอบกระดาษตัด
25. วางแบบขนาดใหญ่ขึ้นสุดท้ายเริ่มวางที่ตำแหน่งแนวแกน X สั้นที่สุดคือในแถวที่มีความยาวน้อยที่สุดและเลื่อนหาตำแหน่งในแนวแกน Y เมื่อเกิดการทับกับขอบกระดาษตัดจะเลื่อนไปทางด้านขวาแล้วเลื่อนหาตำแหน่งในแนวแกน Y ทำไปเรื่อยๆ จนกว่าแบบจะไม่ซ้อนทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน เมื่อหาตำแหน่งได้ วางแบบแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป แล้ววนไปเริ่มการทำงานที่ข้อ 7.ใหม่

26. วางแบบในพื้นที่ว่างที่เกิดจากการวางแบบที่วางแล้วบางส่วน เมื่อวางแบบที่มีพื้นที่มากจนหมดแล้วและยังมีแบบที่มีพื้นที่น้อยเหลืออยู่ จะทำการวางแบบที่มีพื้นที่น้อยในพื้นที่ว่างที่เกิดระหว่างแบบที่วางแล้วบางส่วนไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ว่างที่เกิดจากการวางแบบที่มีพื้นที่มากด้วยกัน หรือเกิดจากการวางแบบที่มีพื้นที่น้อยเติมเต็มระหว่างด้านบนของแบบที่มีพื้นที่มากกับขอบกระดาษตัด โดยมีการเก็บข้อมูลพื้นที่ว่างของแบบแต่ละแบบที่วางแล้วบางส่วนด้วยหลักการในข้อ 4.1.3 พิจารณานำแบบที่มีพื้นที่น้อยแทรกลงในพื้นที่ว่างเหล่านั้น
27. วางแบบที่มีพื้นที่น้อยที่ด้านขวาของแบบที่วางแล้วบางส่วน เมื่อไม่สามารถแทรกแบบที่มีพื้นที่น้อยลงในพื้นที่ว่างได้แล้ว จึงพิจารณาวางแบบที่มีพื้นที่น้อยที่เหลือตรงด้านขวาของแบบที่วางไว้แล้วโดยจะนำแบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้างให้หมุดก่อน ต่อด้วยแบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านกว้างยาวพอๆ กับด้านกว้างจนหมดแล้วตามด้วยแบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านกว้างยาวกว่าด้านยาวมากๆ จนหมด

4.5 อัลกอริทึมการวางแบบสลัด้านล่างกับด้านบน

เป็นรูปแบบการวางแบบที่ผู้วิจัยนำเสนอขึ้นเองจากการศึกษารูปแบบการวางแบบในแฟ้มงานการวางแบบ และเทคนิคการวางแบบที่ผู้เชี่ยวชาญกล่าวถึง โดยที่แบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น การวางแบบในความยาวที่ยอมรับได้โดยมีขั้นตอนการทำงานในหัวข้อ 7. ถึงข้อ 22. การวางแบบเกินความยาวที่ยอมรับได้โดยมีขั้นตอนการทำงานในหัวข้อ 23. ถึงข้อ 31. การวางแบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้ายในการพิจารณาวางแบบในหัวข้อ 11. และ 27. การวางแบบที่มีพื้นที่น้อยโดยมีขั้นตอนการทำงานในข้อ 32. และ 33. ดังแสดงแผนภูมิการทำงานในรูปที่ 4-12

1. เรียงแบบที่มีพื้นที่มากใหม่ โดยคิดจากค่าความสิ้นเปลืองที่ได้จากผลต่างพื้นที่ของกรอบรูปสี่เหลี่ยมของแบบกับพื้นที่จริงของแบบเทียบอัตราส่วนกับพื้นที่จริงของแบบจากน้อยไปหามาก เช่นเดียวกับการวางแบบต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้ง
2. เรียงแบบที่มีพื้นที่น้อย ตามหลักการในข้อ 4.2.4
3. วางแบบแรกและกำหนดทิศทางการวางแบบ เพื่อกำหนดทิศทางการวางจากด้านล่างขึ้นบนหรือด้านบนลงล่างจากการวางแบบชิ้นแรกโดยใช้หลักการพิจารณาในข้อ 4.2.5 ซึ่งสอดคล้องกับการหลักการของผู้เชี่ยวชาญ



รูปที่ 4-12 แผนภูมิการทำงานของการวางแบบสลับด้านล่างด้านบน

4. ตรวจสอบการวางแบบแรก ว่าวางแล้วซ้อนทับกับความยาวที่รับได้(Accept length) หรือไม่ โดยความยาวที่รับได้จากการคำนวณค่าขอบล่าง (Lower bound) ของความยาวผ้าที่ต้องใช้ในการตัด จากการนำค่าพื้นที่จริงของแบบรวมกันทั้งหมดหารด้วยค่าความกว้างกระดาษตัดคงที่
5. วางแบบและเปลี่ยนความยาวที่รับได้เป็นความยาวของด้านยาวของแบบแรก เก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y ในกรณีที่ว่าวางแล้วเกินความยาวที่รับได้เริ่มต้น
6. วางแบบแรก เก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป ในกรณีที่วางแล้วไม่เกินความยาวที่รับได้เริ่มต้น
7. นำแบบพิจารณาทีละแบบ ตามลำดับที่เรียงจากแบบที่มีพื้นที่มากไปยังแบบที่มีพื้นที่น้อยทั้งหมด
8. ตรวจสอบว่าแบบที่มีพื้นที่มากถูกวางหมดแล้วหรือไม่
9. ออกจากลูปรการทำงาน แล้วไปทำในข้อ 32. และ 33. กรณีที่แบบที่มีพื้นที่มากถูกวางหมดแล้ว
10. ตรวจสอบว่าเป็นแบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้ายหรือไม่ กรณีที่ยังวางแบบที่มีพื้นที่มากไม่หมด
11. วางแบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้าย วางแบบขนาดใหญ่ขึ้นสุดท้ายเริ่มวางที่ตำแหน่งแนวแกน X สั้นที่สุดคือในแถวที่มีความยาวน้อยที่สุดและเลื่อนหาตำแหน่งในแนวแกน Y เมื่อเกิดการทับกับขอบกระดาษตัดจะเลื่อนไปทางด้านขวาแล้วเลื่อนหาตำแหน่งในแนวแกน Y ทำไปเรื่อยๆ จนกว่าแบบจะไม่ซ้อนทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน เมื่อหาตำแหน่งได้ วางแบบแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป กรณีที่เป็นแบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้ายในการพิจารณาวางแบบกรณีที่เป็นแบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้ายในการพิจารณาวางแบบ
12. เก็บข้อมูลการวางครั้งล่าสุด เนื่องจากเป็นการวางแบบสลับระหว่างด้านล่างและด้านบน ทำให้ต้องเก็บความยาวและความกว้างของแบบที่วางในด้านล่างและด้านบนทุกครั้งที่มีการวางแบบในแต่ละด้าน โดยในการวางแบบหนึ่งแบบจะมีการเก็บความสูงและความยาวของแบบนั้นลงในข้อมูลอ้างอิงคอลัมน์และแถว และมีการหาความกว้างสูงสุด

สำหรับทุกคอลัมน์และการหาความยาวสูงสุดของทุกแถว โดยที่แต่ละด้านจะมีการเก็บข้อมูลของแถวและคอลัมน์ของตัวเองไว้ และทิศทางการวางลำสุดท้าย เพื่อใช้เป็นตำแหน่งเริ่มต้นให้การวางในแถวและคอลัมน์นั้นต่อไป

13. ทดลองวางแบบ โดยเริ่มวางในด้านตรงข้ามกับการวางครั้งล่าสุด โดยตำแหน่งเริ่มต้นทดลองวางแสดงด้วยหลักการให้ค่าในกรอบต่อไปนี้

เปรียบเทียบความยาวแถวการวางด้านล่างและด้านบนว่าด้านไหนมีความยาวน้อยกว่า

กำหนดการวางเป็นด้านที่มีความยาวน้อยกว่า

ถ้าเป็นการวางแบบขึ้นแถวใหม่แล้ว

เริ่ม

ถ้า เป็นการวางด้านล่าง แล้ว

เริ่ม

$$Y := \text{ความกว้างของกระดาษตัด} - (\text{ความกว้างสูงสุดของแถวการวางก่อนหน้า} + \text{ความกว้างของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบที่นำมาทดลองวาง})$$

จบ

วางจากด้านบน

เริ่ม

$$Y := \text{ความกว้างสูงสุดของแถวการวางก่อนหน้า}$$

จบ

$$X := 0$$

จบ

วางในแถวเดิมที่ถ้าไม่เป็นการวางแถวแรก

เริ่ม

ถ้า วางด้านล่าง แล้ว

เริ่ม

$$Y := \text{ความกว้างของกระดาษตัด} - (\text{ความกว้างสูงสุดของคอลัมน์ที่กำลังวาง} + \text{ความกว้างของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบที่นำมาทดลองวาง})$$

จบ

วางด้านบน

เริ่ม

$$Y := \text{ความกว้างของแถวคอลัมน์ที่กำลังวาง}$$

จบ;
 $X :=$ ความยาวของคอลัมน์ที่วางก่อนหน้าของด้านที่ทดลองวาง

จบ
 วางแถวเดิมที่เป็นการวางแถวแรก

เริ่ม
 ถ้าวางด้านล่าง แล้ว

เริ่ม
 $Y :=$ ความกว้างของกระดาษตัด - ความกว้างของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบที่นำมา
 ทดลองวาง

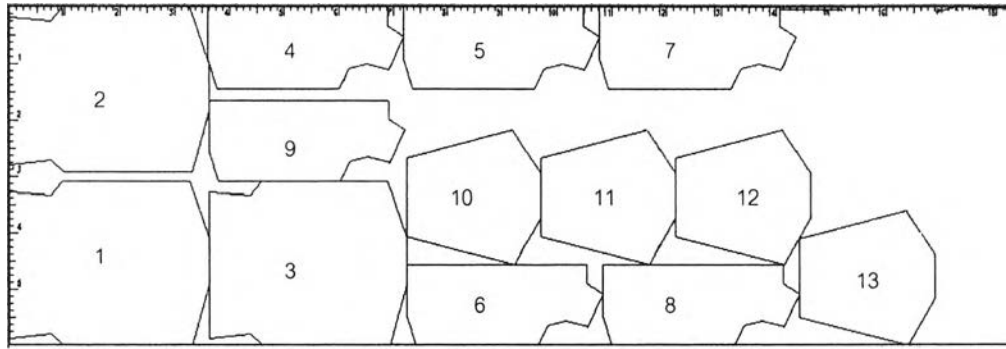
จบ
 วางจากด้านบนลงด้านล่าง

เริ่ม
 $Y := 0$

จบ;
 $X :=$ ตำแหน่งอ้างอิงบนกระดาษตัด + ความยาวของกรอบสี่เหลี่ยมรอบแบบที่วาง
 ก่อนหน้า

จบ;

14. ตรวจสอบการวางแบบว่าเกินความยาวที่รับได้หรือไม่
15. วางแบบด้านขวาของแบบที่วางก่อนหน้าในแถวเดียวกันของด้านที่กำหนด กรณีที่วางแล้วไม่เกินความยาวที่รับได้ วางแบบแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป แล้ววนไปทำข้อ 7. ใหม่
16. ทดลองวางแบบโดยขึ้นแถวใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 4-13 ในลำดับการวางที่ 9 กรณีที่ทดลองวางแล้วความยาวเกินความยาวที่รับได้ โดยพยายามเลื่อนชนิดซ้ายและเลื่อนขึ้นบนหรือลงล่างตามด้านการวางเท่าที่จะทำได้
17. ตรวจสอบว่าวางแล้วซ้อนทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วนหรือขอบกระดาษตัด
18. วางแบบในแถวใหม่ แล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป แล้ววนไปทำข้อ 7. ใหม่ กรณีที่วางแล้วไม่ซ้อนทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วนหรือขอบกระดาษตัด



รูปที่ 4-13 ลำดับและรูปแบบการวางแบบสลัبد้านล่างด้านบน

19. เลื่อนคอคลัมน์การวาง โดยที่เทียบความยาวของคอคลัมน์ลำดับเดียวกันในด้านล่างหรือด้านบนสั้นกว่าแล้วเปลี่ยนด้านการวางเป็นด้านที่มีความยาวน้อยกว่า กรณีที่วางแล้วซ้อนทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วนหรือทับกับขอบกระดาษตัด
20. ตรวจสอบว่าทดลองวางได้แล้วความยาวเกินความยาวที่รับได้หรือไม่
21. วนการทำงานไปที่ข้อ 7. ใหม่ เพื่อรับแบบในลำดับต่อไปพิจารณาวางในความยาวที่รับได้จนหมดทุกแบบ กรณีที่เกินความยาวที่รับได้
22. วางแบบในแถวใหม่ที่เลื่อนคอคลัมน์ใหม่ แล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป แล้ววนไปทำข้อ 7. ใหม่ กรณีเลื่อนคอคลัมน์การวางแล้วไม่เกินความยาวที่รับได้
23. นำแบบพิจารณาทีละแบบ ตามลำดับที่เรียงจากแบบที่มีพื้นที่มากไปยังแบบที่มีพื้นที่น้อยจนกว่าแบบทั้งหมด
24. ตรวจสอบว่าแบบที่มีพื้นที่มากถูกวางหมดแล้วหรือไม่
25. ออกจากลูปการทำงาน แล้วไปทำในข้อ 32. และ 33. กรณีที่แบบที่มีพื้นที่มากถูกวางหมดแล้ว
26. ตรวจสอบว่าเป็นแบบที่มีพื้นที่มากที่สุดท้ายหรือไม่ กรณีที่ยังวางแบบที่มีพื้นที่มากไม่หมด
27. วางแบบที่มีพื้นที่มากที่สุดท้ายวางแบบขนาดใหญ่ขึ้นสุดท้ายเริ่มวางที่ตำแหน่งแนวแกน X สั้นที่สุดคือในแถวที่มีความยาวน้อยที่สุดและเลื้อยหาตำแหน่งในแนวแกน Y เมื่อเกิดการทับกับขอบกระดาษตัดจะเลื่อนไปทางด้านขวาแล้วเลื้อยหาตำแหน่งในแนวแกน Y ทำไปเรื่อยๆ จนกว่าแบบจะไม่ซ้อนทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน เมื่อหาตำแหน่งได้ วางแบบแล้วเก็บข้อมูลการวางแบบและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแบบลำดับต่อไป กรณีที่เป็นแบบที่มีพื้นที่มาก

แบบสุดท้ายในการพิจารณาวางแผน กรณีที่เป็นแบบที่มีพื้นที่มากแบบสุดท้ายในการพิจารณาวางแผน

28. วางแบบสลับด้านบนและด้านล่าง โดยเริ่มวางในด้านตรงข้ามกับการวางครั้งล่าสุด
29. ตรวจสอบว่าวางแล้วซ้อนทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน หรือขอบกระดาษตัด
30. วางแบบในคอลัมน์เดิม แล้วเก็บข้อมูลการวางแผนและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแผนลำดับต่อไป แล้ววนไปทำข้อ 23. ใหม่ กรณีที่วางแล้วไม่ซ้อนทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน หรือขอบกระดาษตัด
31. วางแบบโดยขึ้นคอลัมน์ใหม่ แล้วเก็บข้อมูลการวางแผนและปรับปรุงค่าตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าแนวแกน X และแนว Y สำหรับการวางแผนลำดับต่อไป แล้ววนไปทำข้อ 23. ใหม่ กรณีที่วางแล้วไม่ซ้อนทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน กรณีที่วางแล้วซ้อนทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน หรือขอบกระดาษตัด
32. วางแบบที่มีพื้นที่น้อยในพื้นที่ว่างที่เกิดจากการวางแผนที่วางแล้วบางส่วน เมื่อวางแผนที่มีพื้นที่มากจนหมดแล้วและยังมีแบบที่มีพื้นที่น้อยเหลืออยู่ จะทำการวางแผนที่มีพื้นที่น้อยในพื้นที่ว่างที่เกิดระหว่างแบบที่วางแล้วบางส่วนไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ว่างที่เกิดจากการวางแผนที่มีพื้นที่มากด้วยกัน หรือเกิดจากการวางแผนที่มีพื้นที่น้อยเต็มเต็มระหว่างด้านบนของแบบที่มีพื้นที่มากกับขอบกระดาษตัด โดยมีการเก็บข้อมูลพื้นที่ว่างของแบบแต่ละแบบที่วางแล้วบางส่วนด้วยหลักการในข้อ 4.1.3 ศึกษานำแบบที่มีพื้นที่น้อยแทรกลงในพื้นที่ว่างเหล่านั้น
33. วางแบบที่มีพื้นที่น้อยที่ด้านขวาของแบบที่วางแล้วบางส่วน เมื่อไม่สามารถแทรกแบบที่มีพื้นที่น้อยลงในพื้นที่ว่างได้แล้ว จึงพิจารณาวางแผนที่มีพื้นที่น้อยที่เหลือตรงด้านขวาของแบบที่วางไว้แล้วโดยจะนำแบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้างให้หมดก่อน ต่อด้วยแบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านกว้างยาวพอๆ กับด้านกว้างจนหมดแล้วตามด้วยแบบที่มีพื้นที่น้อยที่มีด้านกว้างยาวกว่าด้านยาวมากๆ จนหมด