

การพัฒนาโปรแกรมการตัดฟิล์มตามรูปแบบคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม A Development to the Film Cutting Program Using the Suitable Mathematical Model

สุขแสง คุณนก^{1*}, วรภา อารีราษฎร์² และ ธรัช อารีราษฎร์³
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม^{1,2,3}

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษารูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่เหมาะสมกับการตัดแผ่นฟิล์ม 2) พัฒนาโปรแกรมการตัดฟิล์มตามรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้ศึกษา 3) ศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น เครื่องมือการวิจัย คือ รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม และโปรแกรมการตัดฟิล์ม สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ร้อยละ

ผลการวิจัย พบว่า โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นตามตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้สังเคราะห์ ลดเวลาคำนวณจากเดิมเมื่อคำนวณด้วยมนุษย์ 51 เท่า (5,185%) และใช้เวลาในการผลิตจากการตั้งใบมีดน้อยลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 13

คำสำคัญ: การจัดการเทคโนโลยี, การตัดฟิล์มสองมิติ, ชั้นคุณภาพ, ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม, แบบทดสอบ

ABSTRACT

This research aimed to 1) study a form of mathematical model using the genetic algorithm appropriate for film cutting. 2) develop the cutting film programs following the synthesized algorithm. and 3) test the efficiency the developed model. The research instruments included a form of mathematical model using the genetic algorithm and the cutting film programs. The statistics used was a percentage.

The result found that the developed model could decrease calculating time compared with manual calculation at 51 times (5185%) and reduce the mean of blades changed time in the manufacturing at 13 percent.

Keywords: Technology Management, Two-dimension Film Cutting, Quality Grade, Genetic Algorithm

บทนำ

ในปัจจุบันฟิล์มพลาสติกได้เป็นที่นิยมในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ ฯลฯ ในส่วนของอุตสาหกรรมอาหารได้นำฟิล์มพลาสติกไปใช้ในการบรรจุอาหารต่าง ๆ เช่นนำไปผลิตเป็นถุงใส่ขนมขบเคี้ยว ทั้งนี้เพื่อรักษาคุณภาพของอาหารให้คงมีอายุยาวนาน จึงได้มีการพัฒนาการผลิตฟิล์มเพื่อสนองความต้องการของตลาดให้มากขึ้น ส่วนของวงจรการผลิตแผ่นฟิล์มเริ่มจากกระบวนการสั่งซื้อเมื่อได้รับคำสั่งซื้อแล้ว จะมีการวางแผนการผลิตโดยมีขั้นตอนการวางแผนตามลำดับก่อนหลัง เนื่องจากกระบวนการผลิตฟิล์มพลาสติก เป็นกระบวนการที่ไม่ควรหยุดการผลิตกลางคันหรือปิด-เปิดเครื่องจักรกลางคันเนื่องจากพลาสติกเป็นวัตถุดิบที่จะต้องมีการหลอมละลายในขณะผลิต หากมีการหยุดเดินเครื่องจักรกลางคันจะทำให้เกิดความสูญเสียในแง่ของผลผลิตที่ยังไม่ได้คุณภาพขณะเริ่มเดินเครื่อง ความร้อนที่ใช้ในการผลิตต้องเริ่มอุ่นเครื่อง เหล่านี้เป็นความ

สูญเสียซึ่งเมื่อคิดเป็นตัวเงินแล้วสูงมาก ดังนั้นกระบวนการการผลิตจึงต้องมีความต่อเนื่องและทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นเมื่อลูกค้ามีการสั่งซื้อเข้ามาแล้วจะต้องมีการจัดลำดับการผลิตให้ต่อเนื่องกันไปโดยไม่หยุดเครื่อง และเนื่องจากเป็นการผลิตตามสั่งด้วย ดังนั้นการวางแผนการผลิตให้สมดุลระหว่างความต้องการของลูกค้ากับกำลังผลิตของเครื่องจักรจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะคำสั่งซื้อจะต้องมีการเข้าคิวรอการผลิตเพื่อที่ไม่ให้เกิดปัญหาการหยุดเดินเครื่องอันเนื่องมาจากกำลังผลิตสูงเกินความต้องการ

ในการวางแผนการผลิตจะต้องมีการรวบรวมจัดหมวดหมู่สินค้าที่มีคำสั่งซื้อประเภทเดียวกันที่มีกำหนดการจัดส่งในเวลาใกล้เคียงกันไว้ด้วยกันทั้งนี้เพื่อให้มีการผลิตประเภทสินค้าเดียวกันได้อย่างต่อเนื่องเช่นประเภทของฟิล์ม ความหนาของฟิล์ม เป็นต้น จากนั้นจึงทำการวางแผนการผลิตว่าจะผลิตสินค้าประเภทนั้น ๆ เป็นจำนวนเท่าไรในแต่ละวัน ซึ่งการผลิตนี้จะเป็นการผลิตด้วยเครื่องจักรที่ทำการผลิตฟิล์มที่มีความหนาเดียวกันออกมาเป็นม้วนใหญ่ตามขนาดมาตรฐานหน้ากว้างของเครื่องจักรในแต่ละเครื่อง ส่วนความยาวก็ผลิตความยาวในขนาดที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดของกำลังผลิตซึ่งจะต้องพอกับความยาวที่ต้องการของลูกค้าซึ่งเมื่อตัดออกมาแล้วจะไม่เหลือ ในส่วนความกว้างจะต้องมีการคิดคำนวณให้ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อให้มีขนาดความกว้างของฟิล์มรวมกันแล้วมีขนาดใหญ่ที่สุดเท่ากับความกว้างเครื่องจักรที่สามารถผลิตได้ซึ่งจะทำให้ได้ประสิทธิภาพในการผลิตสูงที่สุด ในการผลิตก็จะทำการผลิตตามหน้ากว้างที่คำนวณได้

ในการคำนวณการตัดในปัจจุบันใช้การคำนวณด้วยมนุษย์ทั้งการคำนวณขนาดความยาว และความกว้างตามที่ลูกค้าต้องการโดยการใช้โปรแกรม Excel สิ่งที่จะต้องเตรียมการก่อนการคำนวณ ประการแรกคือรวบรวมประเภท ความหนา และคุณสมบัติอื่น ๆ ของฟิล์มที่ลูกค้าสั่งซื้อจากนั้นจึงทำการคำนวณแล้วสั่งผลิตฟิล์มม้วนใหญ่ที่เรียกว่า มิลโรล (Mill Roll) จากนั้นจึงทำการตัดฟิล์มมิลโรลนี้ออกเป็นม้วนเล็ก ๆ ตามต้องการ เมื่อเป็นเช่นนี้ก็จะได้ฟิล์มที่มีขนาดความกว้างหลายชิ้นและความยาวที่มีขนาดความยาวเดียวกันได้ตามต้องการซึ่งเรียกว่า 1 ชุด (set) จากนั้นก็วางแผนการตัดต่อไปจนหมดมิลโรลตามความยาวและความกว้างที่ต้องการซึ่งต้องให้มีเศษน้อยที่สุดเช่นกัน ในทางปฏิบัติแล้วการวางแผนจะเกิดก่อนการผลิต เศษในส่วนความยาวจะไม่มี (หากจะมีก็คือเผื่อขาดให้กับลูกค้า) เนื่องจากได้รวมความยาวมาเป็นเซตแล้วจึงทำการผลิตมิลโรลซึ่งขนาดความยาวเปลี่ยนแปลงไปตามผลรวมของความยาวเป็นจำนวนเซต ส่วนความกว้างนั้นเป็นขนาดความกว้างที่สามารถผลิตได้ตามที่คำนวณไว้ดังนั้นจึงไม่เหลือเศษในด้านกว้างเช่นเดียวกัน (หากจะมีก็คือขอบซึ่งจะต้องเว้นเพื่อตัดขอบเป็นระยะความกว้างที่กำหนดไว้อยู่แล้ว) ดังนั้นการกำหนดความกว้างจึงเป็นความกว้างที่มากที่สุดที่ใกล้เคียงกับความกว้างของเครื่องจักรที่ผลิตได้

ฟิล์มที่ผลิตได้จะมีคุณภาพดีมากที่บริเวณส่วนกลางของความกว้างของมิลโรล ดังนั้นจึงมีการแบ่งคุณภาพของฟิล์มที่ผลิตได้และลูกค้าสามารถระบุในใบสั่งซื้อได้ว่าต้องการฟิล์มที่มีคุณภาพระดับไหน ดังนั้นในการวางแผนการผลิตในส่วนของการวางแผนการตัดฟิล์มนี้จะต้องมีการพิจารณาด้านคุณภาพหรือตำแหน่งของฟิล์มที่ต้องการอีกด้วย เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วการวางแผนการผลิตจึงเป็นหัวใจหลักของการผลิตเพื่อให้ได้คุณภาพประสิทธิภาพ และสินค้าถึงมือลูกค้าตรงตามกำหนด ซึ่งในการคำนวณด้วยมนุษย์ดังกล่าว อาจทำการคำนวณได้ไม่รวดเร็วและไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อศึกษารูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมที่เหมาะสมกับการตัดแผ่นฟิล์ม
- 1.2 เพื่อพัฒนาโปรแกรมการตัดฟิล์มตามรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้ศึกษา
- 1.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Gaffney, Green and Pearce [1] ได้กล่าวถึงการเข้ารหัสสำหรับวิธีเชิงพันธุกรรมแบบเลขฐานสอง กับจำนวนจริง ซึ่งได้ทดสอบกับฟังก์ชันทดสอบแสดงให้เห็นว่าการเข้ารหัสแบบจำนวนจริงสามารถนำไปใช้ได้

Masao, Shiomi, Okubo, Inoue และ Ota. [2] ได้กล่าวถึงการตัดวัสดุแบบสองมิติโดยใช้เครื่องตัดแบบกิโลดัดวัสดุออกเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยมีกระบวนการตัดแบบ 3 ขั้นตอนโดยจะตัดขาดจากมุมใหญ่ก่อนเป็นขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนต่อไปตัดในแนวตั้ง (คอลัมน์) และขั้นตอนสุดท้ายตัดในแต่ละมุมย่อยเป็นชิ้น ๆ ในแนวนอน ในการแก้ปัญหาใช้วิธีการของการอบเหนียวจำลอง โดยจะสร้างรูปแบบที่ต้องการและคำนวณให้เหลือเศษน้อยที่สุด จากนั้นเอารูปแบบมาเรียงเป็นบล็อกแล้วเอาแต่ละบล็อกมาเรียงกัน

Fabien, Loulou, Sadones และ Soumis [3] ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาการตัดวัสดุในแบบ 2 มิติแบบ 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนการคำนวณหารูปแบบในการตัดโดยใช้ LP จากนั้นนำรูปแบบที่คำนวณได้มาเรียงกันเป็นบล็อกแล้วตามด้วยขั้นตอนที่สองซึ่งเป็นรูปแบบการตัดโดยจนสำเร็จเป็นบล็อก ๆ โดยการใช้วิธีศึกษาสำนึกในการคำนวณ

Meghdad, Tavakkoli-Moghaddam, Makui และ Shamsi [4] ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาการตัดวัสดุในหนึ่งมิติ โดยการใช้วิธีการอบเหนียวจำลองเปรียบเทียบกับวิธีการสืบค้นตามว่าการตัดโดยการแก้ปัญหาวิธีใดได้ผลดีกว่ากันซึ่งสรุปได้ว่า ด้วยโจทย์เดียวกันวิธีการอบเหนียวจำลองเหลือเศษการตัด 6.49 % ซึ่งดีกว่าวิธีของการสืบค้นตามซึ่งเหลือเศษการตัด 7.45 %

Rodrigo และ Perera [5] ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาการตัดวัสดุแบบ 2 มิติโดยการใช้เทคนิค Modified Branch and Bound Algorithm ซึ่งเป็นวิธีแบบศึกษาสำนึกโดยการตั้งสมการหาเศษวัสดุที่น้อยที่สุดแล้วดำเนินการตามกระบวนการที่ได้ออกแบบไว้

Paul E. SWEENEY and Robert W. HAESSLER [6] ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาการตัดวัสดุแบบหนึ่งมิติด้วยวิธี LP ซึ่งมีการคัดเลือกคุณภาพของชิ้นงานที่ตัด โดยการตั้งสมการการตัดวัสดุและเศษวัสดุ แล้วทำการตามวิธีของ LP ในการตัดเพื่อให้ได้เศษวัสดุที่น้อยที่สุด

Aryanezhad, Hashemi, Makui และ Javanshir [7] ได้กล่าวถึงวิธีการแก้ปัญหาการตัดวัสดุแบบ 2 มิติอย่างง่ายโดยการใช้เครื่องตัดแบบกิโลดัด ซึ่งได้ใช้วิธีการที่เรียกว่า การออกแบบขั้นตอนวิธีประมาณค่า (Approximation Algorithm Design) อันเป็นวิธีการศึกษาสำนึก การวิจัยพบว่าหากการเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสมในการตัดได้ไม่ผิดจะทำให้เกิดเศษวัสดุในการตัดมาก

Gilmore and Gomory [8] เป็นงานวิจัยที่เก่าแก่แต่ทำให้เห็นกระบวนการวิธีคิดที่เป็นขั้นเป็นตอนก่อนที่จะมีเครื่องมือคอมพิวเตอร์มาช่วยคำนวณ งานวิจัยได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาการตัดวัสดุแบบ 2 มิติและมากกว่าซึ่งได้เขียนสมการการตัดให้เหลือเศษน้อยที่สุดโดยการจัดกลุ่มของรูปแบบการตัดเป็นกลุ่ม ๆ โดยการใช้วิธีศึกษาสำนึก

Javanshir, Rezaei Najar และ Ganji [9] ได้กล่าวถึงการจัดการการตัดวัสดุ 2 มิติที่มีขนาดความยาวมากซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อนำไปใช้กับการตัดกางเกงท่อนชายโดยการใช้การอบเหนียวจำลองในการแก้ปัญหาในการตัดกางเกงจะให้ชิ้นส่วนของกางเกงอยู่ในพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้าทั้งหมด

Malik, Taplin และ Qiu [10] ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาการตัดวัสดุใน 1 มิติโดยการใช้วิธีการประมาณค่าเพื่อมาจัดการกับตัวแปรร่วมอื่น ๆ มากมายที่มีในการตัดวัสดุเช่น การพิจารณาในการตั้งใบมีด การทำให้เหลือเศษวัสดุให้น้อยที่สุด จำนวนและขนาดของความต้องการ ระยะเวลาในการผลิตเป็นต้น ในการแก้ปัญหาทางงานวิจัย ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมประยุกต์ร่วมกับวิธีผลเฉลยแท้จริง

Belov และ Scheithauer [11] ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาการตัดวัสดุแบบ 1 มิติที่มีวัตถุดิบหลายขนาดโดยให้เหลือเศษให้น้อยที่สุดโดยวิธีการศึกษาสำนักแบบพิเศษเป็นจำนวนเต็ม โดยการเปรียบเทียบกับวิธี branch-and-price โดยใช้วัตถุดิบที่มีขนาดเดียวเปรียบเทียบระหว่างกัน ผลออกมาใกล้เคียงกันทั้งในด้านของความเร็วที่ดีที่สุดและความเร็วเฉลี่ย แต่วิธีการศึกษาสำนักแบบพิเศษนั้นดีกว่าในเรื่องของรอบการทำงาน และในกรณีที่มีปัญหาขนาดใหญ่พบว่าหากใช้ร่วมกับ LP แล้วจะให้ผลที่ดีขึ้น

Haessler และ Sweeney [12] ได้กล่าวถึงกรรมวิธีในการแก้ปัญหาการตัดวัสดุหลายมิติว่ามีหลายวิธี ได้แก่ LP, การศึกษาสำนัก, การแก้ปัญหาแบบผสม (Hybrid Solution) ระหว่าง LP กับ การศึกษาสำนัก ซึ่งในงานวิจัยของเขานี้ได้ใช้วิธีผสมในการแก้ปัญหาโดยการเสนอแนะสมการการสร้างรูปแบบการตัดขึ้นมา

Liang, Yao, Newton และ Hoffman [13] ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาการตัดวัสดุที่มีความต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องด้วยวิธีการวิวัฒนาการ โดยในที่นี้จะใช้ EP (Evolutionary Programming) กับ GA (Genetic Algorithm) มาเป็นเครื่องมือในการค้นหาคำตอบเพื่อเปรียบเทียบกัน

Araujo, Poldi และ Smith [14] ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาการตัดวัสดุหนึ่งมิติแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องโดยใช้ GA โดยมีฟังก์ชันประสงค์ในสองเรื่องคือทำให้จำนวนของวัตถุให้น้อยที่สุด และจำนวนของรูปแบบที่ต่างก็น้อยที่สุด

Robert และ Khan [15] ได้กล่าวถึงการนำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมไปใช้ในการแก้ปัญหาการตัดวัสดุทั้งที่ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ผลวิจัยแสดงให้เห็นว่า Group based GA ให้ผลดีอย่างมีนัยสำคัญมากกว่า Order base GA

Petridis, Kazarlis และ Bakirtzis [16] ได้กล่าวถึงการปรับเปลี่ยนฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function) แบบไดนามิกของ GA ในการแก้ปัญหาการตัดวัสดุ

Colin [17] ได้กล่าวถึงการใช่วิธีเชิงพันธุกรรมแบบไฮบริด ที่นำมาใช้แก้ปัญหาในการจัดเก็บวัสดุ และปัญหาที่อยู่ในบริบทเดียวกัน วิธีไฮบริดทำโดยการใช้วิทยาการศึกษาสำนัก first-fit (FF) และ best-fit (BF) มาร่วมด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.2 ศึกษาแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมที่เหมาะสมกับการตัดฟิล์ม
- 1.3 พัฒนาโปรแกรมการตัดฟิล์มตามรูปแบบที่ได้ศึกษาในขั้นตอนที่ 2
- 1.4 ศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมที่ได้พัฒนาตามข้อ 3
- 1.5 สรุปผลการวิจัย

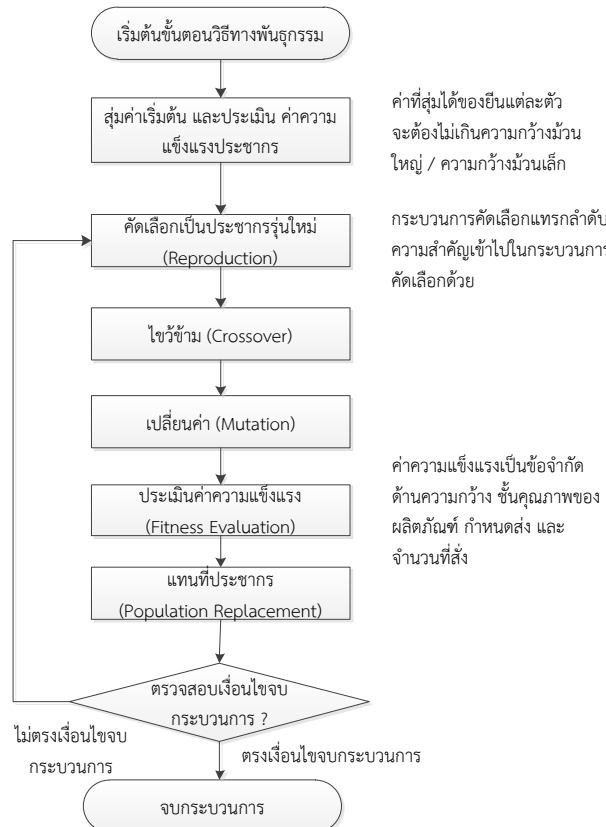
2. เครื่องมือการวิจัย

- 2.1 รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม
- 2.2 โปรแกรมการตัดฟิล์ม

3. สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ร้อยละ

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษารูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อให้ได้รูปแบบการตัดแผ่นฟิล์มที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม และพบว่าตัวแบบที่เหมาะสมกับการตัดฟิล์ม มีดังนี้



ภาพที่ 1 ผังงานการทำงานของโปรแกรมการตัดวัสดุ 2 มิติ

ตัวแปรขาเข้าของส่วนขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม

W : ความกว้างของมิลโรล [mm.] L : ความยาวของมิลโรล [m.] L_c : ค่าความเผื่อเป็นร้อยละของมิลโรล

w_i : ความกว้างของผลิตภัณฑ์ [mm.] รายการที่ i q_i : คุณภาพของผลิตภัณฑ์ในรายการที่ i $[0, *, \#, E]$

0: ไม่ระบุตำแหน่ง *: ตัดตำแหน่งบริเวณกลางมิลโรล (เป็นตำแหน่งที่มีชั้นคุณภาพดีที่สุด)

#: ตัดตำแหน่งถัดจากกลางมิลโรล (เป็นตำแหน่งที่มีชั้นคุณภาพดี) E : ตัดที่ขอบด้านซ้ายหรือด้านขวาของมิลโรล (เป็นตำแหน่งที่มีชั้นคุณภาพต่ำที่สุด) n_i : จำนวนผลิตภัณฑ์ของรายการ i d_i : กำหนดส่งของรายการ i

d : วันปัจจุบัน i : รายการผลิตภัณฑ์ที่มีความกว้างแตกต่างกัน n : จำนวนสูงสุดของรายการผลิตภัณฑ์ เมื่อเสร็จกระบวนการของขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมในแต่ละรอบจะได้

P_j : รูปแบบของการตัดวัสดุตามแนวกว้างในแต่ละรอบของการคำนวณ j : รูปแบบที่สร้างขึ้นในรอบที่ j

p_i : จำนวนของโรลต่อชุดของผลิตภัณฑ์ i

สมการความต้องการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อสร้างรูปแบบที่เหมาะสมด้านความกว้าง

$$\min \left[W - \sum_{i=1}^n w_i \right] \quad \dots (3)$$

โดยที่

$$W - \sum_{i=1}^n w_i \geq 0 \quad \dots (4)$$

ข้อจำกัด

$$\sum q_i \forall [*] \leq 2 \quad \dots (5)$$

$$\sum q_i \forall [\#] \leq 2 \quad \dots (6)$$

$$\sum q_i \forall [E] \leq 2 \quad \dots (7)$$

$$\min \sum [d_i - d] \quad \dots (8)$$

$$\max \sum n_i \quad \dots (9)$$

ในข้อจำกัด (5) เป็นการคัดคุณภาพโดยนำผลิตภัณฑ์ที่มีการระบุชั้นคุณภาพรวมกันมีค่ามากที่สุดมาผลิตก่อนโดยแต่ละรูปแบบ (pattern) จะมี *,# และ E ที่เป็นได้ไม่เกิน 2 ในข้อจำกัด (8) เป็นการสร้างรูปแบบที่มีกำหนดส่งเร็วที่สุดมาผลิตก่อน ในข้อจำกัด (9) เป็นการสร้างรูปแบบที่ผลิตภัณฑ์ที่มีการสั่งมากที่สุดมาผลิตก่อน

ข้อมูลออก

ในแต่ละรูปแบบจะได้ข้อมูลดังนี้

BF: Bring Forward (ยอดยกมา) เป็นจำนวนชุดที่ผลิตจากมิลโรลที่เหลือจากการผลิตในรูปแบบก่อนหน้า

หน้า

NR: New Roll (มิลโรลใหม่ที่ใช้) เป็นจำนวนมิลโรลใหม่ที่ใช้ผลิตในรูปแบบนั้น

SR: Set/Roll เป็นจำนวนชุดต่อมิลโรลของมิลโรลที่ใช้ผลิต

LR: Last Roll เป็นจำนวนชุดที่ผลิตได้ในมิลโรลสุดท้าย : Carry Forward (ยอดยกไป) เป็นจำนวนชุดที่เหลือจากการผลิตยกไป

P_j : รูปแบบของการตัดวัสดุ **S_j** : จำนวนชุดที่ต้องผลิตในรูปแบบ j

SL_j : จำนวนครั้งในการตั้งใบมีดในรูปแบบ j

ผลสรุปเมื่อได้รูปแบบที่ผลิตและจำนวนที่ผลิตครบแล้วดังนี้

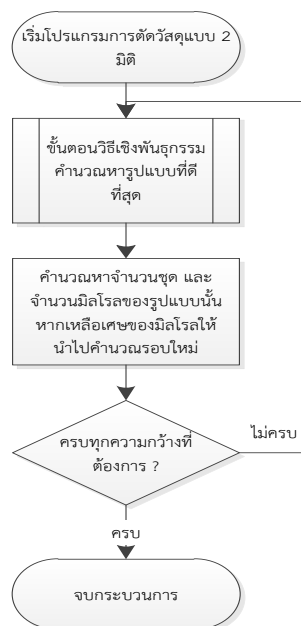
S_T : จำนวนชุดที่ต้องผลิตทั้งหมด **L_T** : ความยาวรวมที่ต้องผลิต **L_P** : ความยาวต่อมิลโรลรวมค่าความ

เพื่อ

R_T : จำนวนมิลโรลที่ต้องผลิต **SL_m** : จำนวนครั้งในการตั้งใบมีดทั้งหมดที่คำนวณได้ด้วยเครื่องจักร

t_m : เวลาที่ใช้ในการคำนวณด้วยเครื่องจักร

2. ผลการพัฒนาโปรแกรมการตัดฟิล์มตามรูปแบบที่ได้ศึกษา ผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมการตัดต่อฟิล์ม โดยมีขั้นตอนวิธีของโปรแกรม มีดังนี้

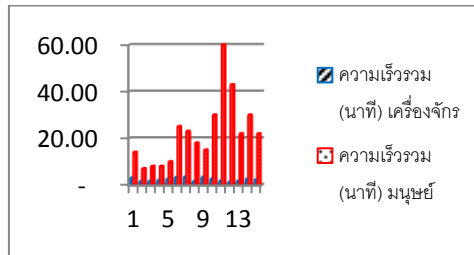


ภาพที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการตัดต่อฟิล์มตามรูปแบบ

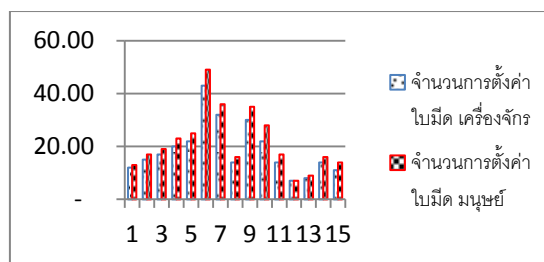
3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมการตัดฟิล์ม ผู้วิจัยได้ทดลองโปรแกรม โดยใช้ข้อมูลทดลอง 15 ใบ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 1 ผลจากการทดสอบ

ลำดับที่	พื้นที่	เครื่องจักร			มนุษย์		ประสิทธิภาพ (%)	
		ตั้งใบมีด	ป้อนข้อมูล (m)	ความเร็ว (s)	ตั้งใบมีด	ความเร็ว (m)	ตั้งใบมีด	ความเร็ว
1	460,845	12	3	5.54	13	14	7.69	4754
2	3,042,000	15	1.5	2.08	17	7	11.76	4744
3	3,244,800	17	1.6	2.24	19	8	10.53	4828
4	18,252,000	20	1.9	2.35	23	8	13.04	4604
5	22,230,936	22	2.4	2.43	25	10	12.00	4584
6	1,944,270	43	3.2	3.16	49	25	12.24	5245
7	1,050,624	32	3.4	3.02	36	23	11.11	5126
8	1,208,731	14	1.5	1.91	16	18	12.50	5511
9	1,503,688	30	3.3	2.87	35	15	14.29	4699
10	91,368,895	22	2.5	2.31	28	30	21.43	5508
11	47,217,500	14	1.7	1.79	17	60	17.65	5833
12	18,887,000	7	1.1	1.5	7	43	0	5850
13	91,001,000	8	1.7	2.12	9	22	11.11	5546
14	61,812,000	14	2.4	2.07	16	30	12.50	5527
15	122,896,800	11	2.2	1.95	14	22	21.43	5409
เฉลี่ย	32,408,073	19	2	2	22	22	13	5,185



ภาพที่ 3 แผนภูมิผลการทดสอบเปรียบเทียบความเร็ว

ภาพที่ 4 แผนภูมิผลการทดสอบเปรียบเทียบความเร็วในบริบทระหว่างเครื่องจักรกับมนุษย์
ของการตั้งค่าไมโครการตัดวัสดุระหว่างเครื่องจักรกับมนุษย์

จากตารางที่ 1 ภาพที่ 3 และภาพที่ 4 พบว่า ความเร็วในการทำงาน ดังในตารางที่ 1 แสดงถึงระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณระหว่างเครื่องจักรกับมนุษย์ ซึ่งเมื่อเฉลี่ยแล้วจะได้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องจักรดีกว่ามนุษย์ร้อยละ 5,185

ความเร็วในบริบทของการตั้งค่าไมโครการตัดวัสดุ ดังในตารางที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างเครื่องจักรและมนุษย์ ซึ่งเมื่อเฉลี่ยแล้วจะได้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องจักรดีกว่ามนุษย์ร้อยละ 13

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลที่ได้จากประสิทธิภาพทั้ง 2 ด้านนั้นจะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพของความเร็วในบริบทของการตั้งค่าไมโครการตัดวัสดุเมื่อเปรียบเทียบกับมนุษย์แล้วได้ผลต่างกันไม่มากนัก เพียง 13% เท่านั้น ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่า ในความเป็นจริงการคำนวณด้วยมนุษย์นั้นตัวเลขหรือค่าที่ได้ทั้งด้านกว้าง และด้านยาว จะเป็นค่าที่นำไปผลิตจริงได้เลยซึ่งเป็นการผลิตตามสั่ง มิใช่ผลิตตามขนาดมาตรฐานแล้วจึงตัดแล้วเหลือเศษ ส่วนการประมวลผลด้วยเครื่องจักรนั้น ให้ผลดีในแง่ความยาวของวัสดุจะเป็นความยาวเดียวกัน ทำให้ฝ่ายผลิตมีโรลนั้นสามารถผลิตออกมาด้วยความยาวมาตรฐาน ไม่ต้องมีการตั้งหรือเปลี่ยนแปลงค่าความยาวเหมือนอย่างที่ยาคำนวณด้วยมนุษย์ ส่วนประสิทธิภาพในด้านเวลาของการคำนวณนั้น เครื่องจักรใช้เวลาประมวลผลน้อยกว่าการคำนวณด้วยมนุษย์เป็นจำนวนถึง 5,185% ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อนำงานวิจัยนี้ไปใช้จริงจะก่อให้เกิดผลดีในด้านการประหยัดทรัพยากรบุคคลในการวางแผนการตัดฟิล์มเป็นอย่างยิ่ง

ข้อเสนอแนะ

การตัดฟิล์มสองมิติตามชั้นคุณรูปที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมามีข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยต่อไปดังนี้ ในการลดจำนวนการตั้งใบมีดการตัดฟิล์มด้านกว้างนั้นหากสามารถกำหนดข้อจำกัดของรูปแบบการตัดในรอบถัดไปเพื่อให้สอดคล้องกับการตัดฟิล์มในรอบปัจจุบันแล้วจะทำให้ลดจำนวนการตั้งใบมีดการตัดฟิล์มด้านกว้างลงได้ ในการที่จะให้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมหลุดออกจากจุดเหมาะสมท้องถิ่น (Local Optimum) อันเนื่องมาจากข้อจำกัดบางตัวมีความขัดแย้งกัน จำเป็นที่จะต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ และทดสอบค่าพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมให้เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Gaffney, D. A. Green and C.E.M., (EMAC2009). (2010). **Pearce Binary versus real coding for genetic algorithm : A false dichotomy?**. np : ANZIAM J. 51.
- [2] Sugi Masao, Yusuke Shiomi, Tsuyoshi Okubo, Kazuyoshi Inoue and Jun Ota. (2010). "A Solution for 2D Rectangular Cutting Stock Problems with 3-Stage Guillotine-Cutting Constraint," Int. J. of **Automation Technology** Vol.4 No.5.
- [3] Chauny Fabien, Richard Loulou, Sylvie Sadones and Francois Soumis. (1991). **A Two-phase Heuristic for the Two-dimensional Cutting-stock Problem**. Great Britain. : Operational Research Society Ltd.
- [4] Jahromi HMA Meghdad, Reza Tavakkoli-Moghaddam, Ahmad Makui and Abbas Shamsi. (2012). **Solving an one-dimensional cutting stock problem by simulated annealing and tabu search**. United States. : Journal of Industrial Engineering International.
- [5] Rodrigo W.N.P, W.B Daundasekera and A.A.I Perera. Apr-May (2012). "Pattern Generation for Two-dimensional Cutting Stock Problem with Location," np. : **Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)**. Vol. 3 No. 2.
- [6] Paul E. Sweeney and Robert W. Haessler. (1990). **One-dimensional cutting stock decisions for rolls with multiple quality grades**. USA. : Business School, University of Michigan.
- [7] Mir-Bahador Aryanezhad, Nima Fakhim Hashemi, Ahmad Makui and Hasan Javanshir. (2012). **A simple approach to the two-dimensional guillotine cutting stock problem**. : Journal of Industrial Engineering International.
- [8] P. C. Gilmore and R. E. Gomor. (1964). **Multistage Cutting Problems of Two and Mord Dimensions**. New York. : Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heigh.
- [9] Hassan Javanshir, Shaghayegh Rezaei, Saeid Sheikhzadeh Najari & S. S. Ganji. August (2010). **Two Dimensional Cutting Stock Management in Fabric Industries and Optimizing the Large Object's Length**. Np : IJRRAS.
- [10] M. M. Malik, J. H. Taplin, M. Qiu. (2013). "Variants of the Cutting Stock Problem and The Solution Methods," np : **International Journal of Economics and Economics and Finance Studies**. Vol. 5 No. 2.
- [11] G. Belov and G. Scheithauer. September 23, 2003, **The Number of Setups (Different Patterns) in One-Dimensional Stock Cutting**. : Dresden University.
- [12] Robert W. Haessler and Paul E. Sweeney. (1991). **Cutting stock problems and solution procedures**. USA : The University of Michigan, Ann Arbor, Mi.
- [13] Ko-Hsin Liang, Xin Yao, Charles Newton and David Hoffman. (2002). **A new evolutionary approach to cutting stock problems with and without contiguity**. np : Computers & Operations Research 29.

- [14] Silvio Alexandre de Araujo, Kelly Cristina Poldi and Jim Smith. (2014). **A Genetic Algorithm for the One-Dimensional Cutting Stock Problem with Setups.** Brazil : Brazilian Operations Research Society.
- [15] Hinterding Robert & Lutfar Khan. (1994). **Genetic Algorithms for Cutting Stock Problems: with and without Contiguity.** Australia. : Proceedings of AI'94 Workshop on Evolutionary Computation, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag.
- [16] Vassilios Petridis, Spyros Kazarlis and Anastasios Bakirtzis. OCTOBER 1998. **Varying Fitness Functions in Genetic Algorithm Constrained Optimization : The Cutting Stock and Unit Commitment Problems.** USA. : IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS- PART B: CYBERNETICS, VOL. 28, NO
- [17] Reeves Colin. (1996). **Hybrid Genetic Algorithms for Bin-packing and Related Problems.** UK. : School of Mathematical and Information Sciences Coventry University.