RMUTSV
SK073456

19628

รายงานการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมจัดเรียงชิ้นงานเพื่อให้ได้เศษตัดที่มีประสิทธิภาพของปัญหาการตัดชิ้นงานแบบหนึ่งมิติ

Software Development for Effective Waste of One Dimensional Cutting Stock Problem

004.64
ก163
2554

จตุพร ใจดำรงค์ Jatuporn Jaidumrong

ปิยวิทย์ สุวรรณ Piyavit Suwan

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณ (เงินรายได้) ประจำปี พ.ศ. 2554

การพัฒนาโปรแกรมจัดเรียงชิ้นงานเพื่อให้ได้เศษตัดที่มีประสิทธิภาพของปัญหาการตัดชิ้นงานแบบหนึ่งมิติ

จตุพร ใจดำรงค์[1] และ ปิยวิทย์ สุวรรณ[2]

บทคัดย่อ

ปัญหาการตัดวัตถุดิบแบบหนึ่งมิติสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กเป็นวิธีการวางแผนการตัดชิ้นงานเพื่อให้มีการใช้วัตถุดิบจำนวนน้อยที่สุดและเศษที่เหลือจากการจัดเรียงชิ้นงานให้มีความยาวมากที่สุด ซึ่งช่วยให้เศษตัดชิ้นนั้นสามารถนำไปทำการจัดเรียงในครั้งต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวางแผนการตัดวัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพ คือ วิธีการฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า โดยเวลาในการประมวลผลและผลลัพธ์ที่ได้จะมีความแตกต่างกันไปตามรูปแบบเริ่มต้น งานวิจัยนี้นำเสนอผลการเปรียบเทียบค่าที่ดีที่สุดกับรูปแบบเริ่มต้นของการจัดเรียงชิ้นงานที่แตกต่างกันจำนวนสามรูปแบบของวิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า คือ แบบยาวไปหาสั้น แบบสั้นไปหายาว และแบบสลับกลุ่ม การหาค่าเป้าหมายของวิธีการฮิวริสติกแบบไปข้างหน้าหาโดยการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาวิชวลเบสิกและค่าที่ดีที่สุดของตัวแบบทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมลินโก และใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเป้าหมายในการจัดเรียงและเวลาที่ใช้ในการหาค่าเป้าหมาย ผลการวิจัยโดยจำลองปัญหาการจัดเรียงชิ้นงานขนาดมาตรฐานพบว่าวิธีการจัดเรียงชิ้นงานไม่มีความแตกต่างกันของค่าเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่จะแตกต่างกันในเวลาของการหาค่าเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: ปัญหาการตัดวัตถุดิบหนึ่งมิติ ฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า เวลาในการประมวลผล

[1, 2] สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง จ.สงขลา

Software Development for Effective Waste of One Dimensional Cutting Stock Problem

JATUPORN JAIDUMRONG and PIYAVIT SUVAN

Abstract

Forward heuristic is known as an effective method to solve the problem of one – dimension cutting stock with small enterprise. This method was used to minimize a raw material and maximum its waste as a high efficiency in the next step. The computational time and objective function were differed by alternative setup. This article presents and compares an optimize value and three setup methods: long to short (LS), short to long (SL) and group switching (GS). Visual Basic language software development was solved an objective function and LINGO was solved an optimize value of mathematic model. ANOVA were used to test on statistical significance of objective function and computational time. The experiment's result was simulated cutting stock problem with one standard size. There were a significant not difference between the objective function by the methods at the level of .01 but were a significant difference between the computational times by the method at the level of .01.

Keywords: One-Dimension Cutting Stock Problem, Forward Heuristic, Computational Time

[1, 2] Department of Industrial Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Mueang Songkhla, Songkhla Province.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ งบรายจ่ายอื่นด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปีงบประมาณ 2554 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย และขอขอบคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสถานที่ในการทำงานจนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

28 มีนาคม 2555

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญรูป		ช
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขต	1
	1.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
	1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
	2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
	2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3	วิธีการดำเนินงานวิจัย	8
	3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	8
	3.2 การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าที่ดีที่สุด	8
	3.3 การกำหนดรูปแบบเริ่มต้น	10
	3.4 การกำหนดค่าเป้าหมาย	10
	3.5 การพัฒนาโปรแกรมวางแผนการตัดชิ้นงาน	11
	3.6 การแสดงผลของโปรแกรม	12
บทที่ 4	ผลการดำเนินงาน	14
	4.1 การทดลอง	14
	4.2 ผลการทดลอง	35
	4.3 อภิปรายผลการทดลอง	38

หน้า

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 39
5.1 สรุปผล 39
5.2 ข้อเสนอแนะ 39
บรรณานุกรม 40
ภาคผนวก ก โปรแกรมการวางแผนการตัดชิ้นงาน 42

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	การคำนวณค่าเป้าหมายของการจัดเรียงชิ้นงาน	10
4.1	ข้อมูลการจัดเรียงชิ้นงาน	14
4.2	ผลการทดลองการจัดเรียงชิ้นงาน	35

สารบัญรูป

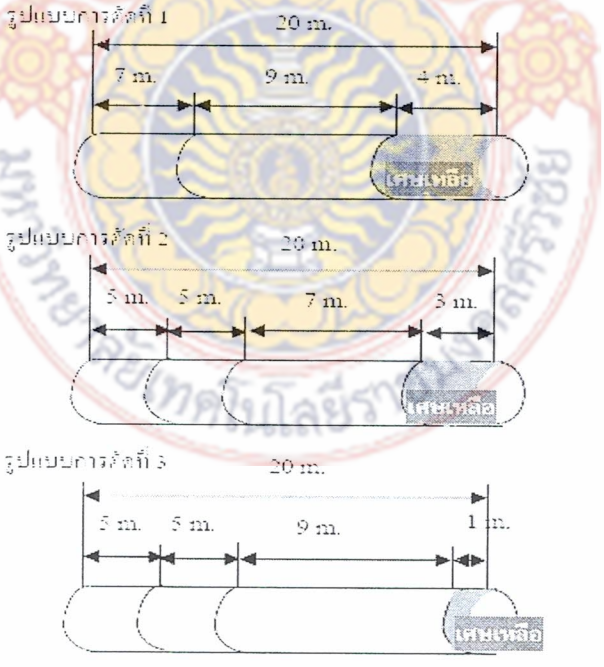
รูปที่		หน้า
1.1	ตัวอย่างผลการวางแผนการตัดชิ้นงานแบบหนึ่งมิติ	3
2.1	ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการตัดชิ้นงาน Murat และคณะ (2011)	7
3.1	ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการตัดชิ้นงาน จตุพร และคณะ (2554)	9
3.2	ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น	11
3.3	ลักษณะของข้อมูลสำหรับการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น	12
3.4	ลักษณะของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น	13
4.1	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเป้าหมาย	36
4.2	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของเวลาในการหาค่าเป้าหมาย	36
4.3	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของเวลาในการหาค่าเป้าหมายเป็นรายคู่	37

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การใช้วัสดุให้คุ้มค่ามากที่สุดนับได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่เกี่ยวข้องกับการตัดแบ่งวัสดุที่มีลักษณะยาวๆออกให้เป็นขนาดเล็กลงตามต้องการและเล็งเห็นถึงความสำคัญของเศษที่เหลือจากการวางแผนการตัดหรือเศษตัด เช่น การตัดเหล็กเส้นเพื่อการเชื่อมต่อหรือประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ การตัดอลูมิเนียมเส้นประกอบประตูหน้าต่าง เป็นต้น ปัญหาการตัดชิ้นงานหนึ่งมิติเป็นการวางแผนการตัดชิ้นงานที่มีหน้าตัดเหมือนกันตลอดทั้งชิ้น ดังรูปที่ 1.1 เพื่อให้มีการใช้วัสดุน้อยที่สุดหรือเกิดเศษจากการตัดน้อยที่สุดเพื่อลดต้นทุนในการผลิต

ปัญหาการวางแผนการตัดวัสดุขนาดมาตรฐาน เพื่อนำมาทำการตัดให้ได้ขนาดชิ้นงานตามรูปแบบและปริมาณตามความต้องการของลูกค้า เรียกได้ว่าเป็นปัญหาของการตัดชิ้นงาน (Stock Cutting Problem) ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปได้ตามวัตถุประสงค์ของการทำงาน อาทิเช่น การเลือกขนาดของวัสดุมาตรฐาน การเลือกรูปแบบของการตัดเพื่อให้มีการใช้จำนวนของขนาดมาตรฐานให้น้อยที่สุด หรือค่าใช้จ่ายรวมของขนาดมาตรฐานน้อยที่สุด เป็นต้น



รูปที่ 1.1 ตัวอย่างผลการวางแผนการตัดชิ้นงานแบบหนึ่งมิติ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปารเมศ ชุติมา (2551) อ้างถึงวิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า (Forward Heuristic) เป็นกระบวนการที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเฟสไปข้างหน้าโดยจะเริ่มต้นการจัดลำดับชิ้นงานที่อยู่ในลำดับแรกของตาราง แล้วดำเนินการสลับชิ้นงานไปที่ละคู่จนกระทั่งถึงตำแหน่งที่ N = n เมื่อกำหนดให้ N แทนลำดับที่ในการทำงาน เมื่อ N = 1 หมายถึงตำแหน่งแรกของตาราง และ N = n หมายถึงตำแหน่งสุดท้ายในตาราง และ k หมายถึง ค่าความล้าหลัง (Lag) เชิงตำแหน่งระหว่าง 2 งานที่ซึ่งอยู่ในลำดับของการแลกเปลี่ยนตำแหน่งซึ่งกันและกัน เช่น งานที่อยู่ในตำแหน่งที่ 1 และ 4 จะมีค่าความล้าหลัง k = 3 เป็นต้น สำหรับเฟตไปข้างหน้ามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้ค่าความล้าหลัง k = n - 1

2. กำหนดให้ตำแหน่งของงานที่พิจารณา j = k + 1

3. หาค่าเป้าหมายที่เกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนตำแหน่งของ 2 งานที่อยู่ในลำดับงานที่ดีที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งมีค่าความล้าหลังเท่ากับ k โดยงานที่อยู่ในตำแหน่ง j จะแลกเปลี่ยนตำแหน่งกับงานที่อยู่ในตำแหน่ง j – k (ถ้า j – k มีค่าเป็นศูนย์หรือลบ ให้ไปทำต่อในขั้นที่ 6 ให้คำนวณค่าเป้าหมายใหม่ภายหลังจากการแลกเปลี่ยนตำแหน่ง แล้วทำการเปรียบเทียบค่าเป้าหมายที่เกิดขึ้นใหม่กับค่าเป้าหมายปัจจุบันของลำดับชิ้นงาน

4. ถ้าค่าเป้าหมายที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 เป็นศูนย์หรือมีค่าบวก ให้ไปทำต่อในขั้นตอนที่ 5 แต่ถ้าค่าเป้าหมายมีค่าเป็นลบ ให้ยกเลิกการแลกเปลี่ยนตำแหน่งดังกล่าวนี้ แล้วเพิ่มค่า j ขึ้น 1 (j = j + 1) ถ้า j น้อยกว่าหรือเท่ากับ n ให้ไปทำต่อในขั้นตอนที่ 3 หรือถ้าไม่ใช่กรณีนี้ก็ให้ไปทำขั้นตอนที่ 6

5. ถ้าค่าเป้าหมายโดยรวมมีค่าลดลง การแลกเปลี่ยนตำแหน่งเช่นนี้ก็จะเป็นสิ่งที่ยอมรับได้ ดังนั้นจึงทำการแลกเปลี่ยนตำแหน่ง แล้วทำการปรับปรุงลำดับชิ้นงานที่ให้ค่าเป้าหมายที่ดีสุดเสียใหม่ และให้กลับไปทำในขั้นตอนที่ 1 อีกครั้ง ถึงแม้ว่าค่าเป้าหมายจะมีค่าเท่ากับศูนย์ก็ให้ทำการลกเปลี่ยนตำแหน่งเช่นเดิม ยกเว้นกรณีที่เซตของงานที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนนี้ได้ถูกตรวจสอบพบว่ามีการแลกเปลี่ยนแล้วในตอนต้นของเฟตไปข้างหน้า ในกรณีนี้จะไม่มีการแลกเปลี่ยนตำแหน่ง ต่อจากนี้ให้เพิ่มค่า j ขึ้นไปอีก 1 แต่ถ้า j น้อยกว่า n ให้ไปทำในขั้นตอนที่ 3 แต่ถ้า j = n ให้ไปทำในขั้นตอนที่ 6

6. ลดค่า k ลง 1 แต่ถ้าค่า k > 0 ให้ไปทำในขั้นตอนที่ 2 แต่ถ้า k = 0 ให้ไปทำในขั้นตอนที่ 7

7. ลำดับของชิ้นงานที่ได้จะเป็นลำดับที่ให้ค่าเป้าหมายดีที่สุดจากวิธีเฟตไปข้างหน้า

การสลับตำแหน่งแบบคู่ (Pair wise Interchange) เป็นวิธีการหนึ่งในการค้นหาลำดับของการทำงานที่ดีที่สุด เมื่อใดก็ตามที่มีการสลับตำแหน่งของงานที่อยู่ชิดติดกันทั้งหมดแล้วพบว่าค่า

เป้าหมายที่ได้มีค่าลดน้อยลงกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันแล้วแสดงว่าลำดับของงานที่กำลังพิจารณาอยู่คือลำดับของงานที่ดีที่สุด

Jaliff and Dagnino (1995) ได้อ้างอิงถึงวิธีการฮิวริสติกแบบวิธีจัดเรียงชิ้นงานยาวก่อน (FFD: First-Fit Decreasing) ว่าเป็นการวางแผนการตัดชิ้นงานโดยเรียงลำดับชิ้นงานทั้งหมดตามความยาวจากมากไปหาน้อยลงบนวัสดุ โดยชิ้นงานที่จัดเรียงจะต้องมีความยาวไม่เกิดขนาดของวัสดุ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุตสาหกรรมการผลิตในปัจุบันประสบปัญหาเรื่องการนำชิ้นงานมาตรฐานมาตัดให้ได้ตามขนาดความยาวและปริมาณที่ลูกค้าต้องการ โดยทำให้เกิดเศษจากการตัดวัสดุมาตรฐานน้อยที่สุด (Reduce Trim Loss) หรือในการวิจัยดำเนินงานเรียกว่าปัญหาการตัดหนึ่งมิติ (One-Dimensional Cutting Stock Problem)

Gilmore และ Gomory (1961) ได้ใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยปัญหาแน๊ปแซค (Knapsack) ในการสร้างรูปแบบของการตัด และในปี Gilmore และ Gomory (1963) ได้เสนอบทความต่อเนื่องโดยเพิ่มข้อจำกัดในด้านความสามารถในการผลิตเมื่อกำลังการผลิตเพิ่มมากขึ้นและได้มีการพัฒนาต่อเนื่อง โดย Holthaus (2000) ได้เสนอวิธีการดีคอมโพซิชั่น (Decomposition) ในการแก้ปัญหา

Hendry, Fok และ Shek (1996) ได้ทำการรวมปัญหาการตัดและปัญหาขนาดล๊อตที่เหมาะสม โดยทำการแก้ปัญหาแบบสองขั้นตอน การค้นหารูปแบบการตัดเพื่อให้เหลือเศษตัดน้อยที่สุดโดยวิธีการประมาณค่า และนำผลที่ได้มาจัดตารางการผลิตเพื่อค้นหาขนาดล๊อตที่เหมาะสมในการผลิต

Gramani และ Franca (2001) ได้พัฒนาแบบจำลองปัญหาการตัดและปัญหาขนาดล๊อตที่เหมาะสมโดยโปรแกรมเชิงเส้นตรงโดยเพิ่มเงื่อนไขข้อจำกัดในด้านการผลิตและความต้องการที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา และ นราธิป แสงซ้าย และ พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล (2544) ได้มีการเสนอแนวทางแก้ปัญหาโดยได้ขยายความเทคนิคของคอลัมเจนเนอร์เรชั่น (Column Generation)

นราธิป แสงซ้าย และ พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล (2547) เสนอวิธีการหาคำตอบสำหรับปัญหาการตัดหนึ่งมิติภายใต้เงื่อนไขของความต้องการที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาโดยอาศัยแบบจำลองพื้นฐานของ Wagner-Whitin ในการพัฒนาแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรง

นราธิป แสงซ้าย และ พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล (2548) ได้เสนอแบบจำลองปัญหาการตัดหนึ่งมิติโดยสมการเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) สำหรับการวางแผนการรวมศูนย์กลางหรือการกระจายศูนย์กลางสำหรับการตัดวัสดุโดยไม่ต้องจัดกลุ่มศูนย์กลางในทุกกรณี

Dyckhoff (1981) ปรับปรุงเทคนิคพิเศษในการสร้างสดมภ์โดยใช้รูปแบบการตัดแบบพลวัตในกรณีที่มีชิ้นงานจำนวนมาก

นิธินุช สรรพอาสา และ ศิขรินทร์ สุขโต (2551) เสนอแนวโน้มของเวลาในการประมวลผลด้วยเทคนิคแบบสดมภ์ สำหรับปัญหาการตัดหนึ่งมิติ เมื่อจำนวนขนาดย่อยเพิ่มมากขึ้นและเสนอการจัดกลุ่มย่อยเพื่อลดเวลาในการประมวลผล เมื่อกำหนดขนาดมาตรฐานเพียงขนาดเดียว

ปรีชา เกรียงกรกฎ และ นุชสรา เกรียงกรกฎ (2553) ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับปัญหาการตัดชิ้นงานหนึ่งมิติด้วยวิธีฮิวริสติกจำนวน 4 วิธี คือ วิธีความยาวมากที่สุด วิธีความยาวน้อยที่สุด วิธีสุ่ม และวิธีแบบ Greedy โดยพิจารณาถึงการใช้จำนวนวัสดุน้อยที่สุดและเศษวัสดุเหลือน้อยที่สุดอีกด้วย

ทวีลาภ ตั้งปกาศิต (2543) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแผนการตัดแบ่ง สต๊อกหนึ่งมิติแบบรวมศูนย์และแบบกระจายศูนย์ โดยใช้วิธีการทางฮิวริสติกเพื่อลดขั้นตอนและเวลาจากการคำนวณ

นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาปัญหาการตัดแบบหนึ่งมิติไปในทิศทางอื่นๆ Haessler (1971) ได้เสนอวิธีประมาณการในการจัดตารางเวลาดำเนินหรือการสร้างรูปแบบการตัด โดยมีเป้าหมายให้มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องจักรและค่าใช้จ่ายของเศษเหลือที่เกิดจากการตัดต่ำที่สุด

จิรวัฒน์ ศรีสังข์ (2545) พิจารณาปัญหาหนึ่งมิติโดยวิธีการกระจายงานให้กับเครื่องจักรที่มีอยู่ทั้งหมดเพื่อให้ใช้เวลาในการผลิตรวมน้อยที่สุดและอยู่ภายใต้ค่าใช้จ่ายที่ยอมรับได้

Sirirat Wongprakornkul (2004) ได้รวมปัญหาการตัดหนึ่งมิติและปัญหาขนส่งเข้าด้วยกันโดยใช้เทคนิคของโปรแกรมเชิงเส้นและคอลัมเจนเนอร์เรชั่น

Afshar และคณะ (2008) ได้นำเสนอโปรแกรมเชิงเส้นสำหรับการแก้ปัญหาการตัดหนึ่งมิติเพื่อให้เหลือเศษน้อยที่สุดในงานก่อสร้างโดยกำหนดให้ท่อขนาดใหญ่สามารถใช้แทนท่อขนาดเล็กได้

Murat และคณะ (2011) ปรับปรุงตัวแบบจำนวนเต็มเชิงเส้นตรง (Integer Linear Programming) ดังรูปที่ 2.1 ของปัญหาการการตัดชิ้นงานให้มีเศษน้อยที่สุดโดยทำการวางแผนการจัดเรียงชิ้นงานบรรจุลงในวัตถุดิบ เพื่อให้มีการเลือกใช้วัตถุดิบจำนวนน้อยที่สุด หรือมีจำนวนเศษที่เกิดขึ้นน้อยที่สุดอีกด้วย

เมื่อกำหนดให้ w_j คือความยาวของชิ้นงาน a_j และ c คือความยาวของวัตถุดิบ โดยกำหนดให้ w_j และ c เป็นจำนวนเต็มบวก เมื่อ $w_j \leq c(j \in N)$ โดย $N\{1,2,\ldots,n\}$ และ $M\{1,2,\ldots,m\}$ สำหรับ n คือจำนวน $\{a1,a2,\ldots,a3\}$ และ m คือจำนวนวัตถุดิบ และ v_j คือจำนวนของชิ้นงาน a_j ที่ต้องการ y_i คือวัตถุดิบหมายเลข i ที่ถูกเลือก สำหรับ x_{ij} จำนวนคือจำนวนของชิ้นงาน j ที่เลือกใช้ตัดบนวัตถุดิบหมายเลข i

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^{m} y_i \qquad (1)$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} w_j x_{ij} \leq c y_i, \quad i \in M \qquad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = v_j, \quad j \in N \qquad (3)$$

$$y_i = 0 \text{ or } 1, \quad i \in M \qquad (4)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ or } k, \quad i \in M, j \in N \text{ Here,} \qquad (5)$$

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{if raw i is uesd} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$x_{ij} = \begin{cases} k & \text{if amount k of item j is assigned to raw i} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

รูปที่ 2.1 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการตัดชิ้นงาน Murat และคณะ (2011)

สมการเป้าหมายที่ (1) กำหนดให้จำนวนของวัตถุดิบที่ถูกเลือกใช้มีจำนวนรวมน้อยที่สุด เงื่อนไขที่ (2) ควบคุมความยาวรวมของจำนวนชิ้นงานที่ถูกเลือกไม่ให้มีความยาวมากกว่าวัตถุดิบ เงื่อนไขที่ (3) ควบคุมจำนวนชิ้นงานที่ถูกเลือกไม่ให้มีมากกว่าจำนวนที่กำหนด

สำหรับเศษตัดของวิธีการจัดเรียงด้วยตัวแบบๆเวิธีการนี้พบว่าเศษตัดที่เกิดขึ้นจะกระจายตัวกันออกไปอยู่ในวัตถุดิบชิ้นต่างๆ ซึ่งทำให้เศษตัดไม่มีความยาวมากที่สุด

จตุพร, ปิยวิทย์ และ บรรเลง (2554) พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสม สำหรับการหาค่าที่ดีที่สุดของการวางแผนการตัดชิ้นงานขนาดมาตรฐานแบบหนึ่งมิติให้มีเศษตัดน้อยที่สุดและเศษตัดหนึ่งชิ้นมีความยาวมากที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในข้างต้นพบว่ามีความแตกต่างกับงานวิจัยที่ดำเนินการ คือ การวางแผนการตัดวัสดุโดยมีเป้าหมายเพื่อให้มีการใช้วัสดุชิ้นงานมาตรฐานจำนวนน้อยที่สุด และเศษที่เกิดจากการวางแผนการตัดให้มีขนาดความยาวมากที่สุด ซึ่งเศษตัดขนาดยาวมากที่สุดที่เกิดขึ้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้วัสดุสำหรับการวางแผนการตัดในครั้งต่อไป โดยเป็นการแก้ปัญหาการตัดหนึ่งมิติสำหรับวัสดุขนาดมาตรฐานเพียงขนาดเดียว

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมวางแผนการจัดเรียงชิ้นงานแบบหนึ่งมิติและดำเนินการเปรียบเทียบค่าเป้าหมายและค่าเวลาในการหาค่าเป้าหมายของรูปแบบเริ่มต้นของวิธีการฮิวริสติก โดยมีขั้นตอนในการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การหาค่าที่ดีที่สุดของวิธีการวางแผนการจัดเรียงชิ้นงานแบบหนึ่งมิติให้มีการใช้วัสดุน้อยที่สุดและเศษตัดที่เหลือหนึ่งชิ้นมีความยาวมากที่สุด โดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์และทำการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรมลินโก

2. การพัฒนาโปรแกรมจัดเรียงชิ้นงานด้วยฮิวริสติกแบบไปข้างหน้าด้วยโปรแกรมภาษา Visual Basic 6 ซึ่งทำงานบนคอมพิวเตอร์ Pentium® 4 CPU 1.4 GHz Ram 2 GB

3. การทดลองโดยจำลองตัวอย่างปัญหาการจัดเรียงชิ้นงานจำนวน 20 ตัวอย่าง

4. ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

4.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีหาค่าที่ดีที่สุด และรูปแบบเริ่มต้นจำนวนสามรูปแบบของวิธีการฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า คือ แบบยาวไปหาสั้น แบบสั้นไปหายาว แบบสลับกลุ่ม

4.2 ตัวแปรตาม คือ ค่าเป้าหมาย (หน่วย) และเวลาในการหาค่าเป้าหมาย (วินาที)

5. การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab15 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เป็นตัวทดสอบความแตกต่างของค่าเป้าหมายและค่าของเวลาที่ใช้ในการหาค่าเป้าหมาย ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% หรือระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

3.2 การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าที่ดีที่สุด

การวางแผนการตัดชิ้นงานเพื่อให้มีการใช้วัตถุดิบจำนวนน้อยที่สุดและเศษที่เหลือจากการจัดเรียงชิ้นงานให้มีความยาวมากที่สุดหนึ่งชิ้น เพื่อช่วยให้เศษตัดชิ้นนั้นมีโอกาสสูงที่จะนำไปทำการวางแผนการตัดในครั้งต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ จตุพร ปิยวิทย์ และ บรรเลง (2554) ได้พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับหาค่าที่ดีที่สุดของการวางแผนการตัดชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.1

เมื่อกำหนดให้ w_j คือความยาวของชิ้นงาน a_j และ c คือความยาวของวัตถุดิบ โดยกำหนดให้ w_j และ c เป็นจำนวนเต็มบวก เมื่อ $w_j \le c(j \in N)$ โดย $N\{1,2,\ldots,n\}$ และ $M\{1,2,\ldots,m\}$ สำหรับ n คือจำนวน $\{a1,a2,\ldots,a3\}$ และ m คือจำนวนวัตถุดิบ และ v_j คือจำนวนของชิ้นงาน a_j ที่ต้องการ y_i คือวัตถุดิบหมายเลข i ที่ถูกเลือก สำหรับ x_{ij} จำนวนคือจำนวนของชิ้นงาน j ที่เลือกใช้ตัดบนวัตถุดิบหมายเลข i

สมการเป้าหมาย (1) หาค่าน้อยที่สุดของผลรวมค่าความยาวของชิ้นงานที่ถูกเลือกบนวัตถุดิบหมายเลข 1 และความยาวรวมของวัตถุดิบหมายเลขอื่นๆที่ถูกเลือกใช้งาน เงื่อนไข (2) ควบคุมความยาวรวมของจำนวนชิ้นงานที่ถูกเลือกไม่ให้มีความยาวมากกว่าวัตถุดิบ เงื่อนไข (3) ควบคุมจำนวนชิ้นงานที่ถูกเลือกให้มีจำนวนเท่ากับที่กำหนด เงื่อนไข (4) การกำหนดให้วัตถุดิบหมายเลขที่ $i = 1$ ถูกเลือกเสมอนั่นคือเศษตัดที่เหลือยาวที่สุดจะเกิดที่วัตถุดิบหมายเลข 1 เสมอและเงื่อนไข (5) แสดงวัตถุดิบที่ถูกเลือกใช้ สุดท้ายเงื่อนไข (6) เป็นจำนวนชิ้นงานที่ถูกเลือกใช้ในวัตถุดิบแต่ละชิ้น

$$\text{Minimize } Z = \sum_{j=1}^{n} w_j x_{1j} + \sum_{i=2}^{m} c y_i \qquad (1)$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} w_j x_{ij} \le c y_i, \quad i \in M \qquad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = v_j, \quad j \in N \qquad (3)$$

$$y_i = 1 \quad i = 1 \qquad (4)$$

$$y_i = 0 \text{ or } 1, \quad i \in M, i > 1 \qquad (5)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ or } k, \quad i \in M, j \in N \text{ Here,} \qquad (6)$$

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{if raw i is uesd} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$x_{ij} = \begin{cases} k & \text{if amount k of item j is assigned to raw i} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

รูปที่ 3.1 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการตัดชิ้นงาน จตุพร และคณะ (2554)

3.3 การกำหนดรูปแบบเริ่มต้น

การจัดเรียงชิ้นงานด้วยวิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้าเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบข้อมูลเบื้องต้น โดยรูปแบบของข้อมูลของงานวิจัยนี้ได้กำหนดรูปแบบไว้จำนวนสามรูปแบบด้วยกัน คือ

1. แบบยาวไปหาสั้น

การจัดเรียงข้อมูลชิ้นงานเริ่มต้นแบบตามลำดับชิ้นงานขนาดยาวไปสู่ชิ้นงานขนาดสั้น

{3.2 3.2 3.2 2.5 2.5 2.5 2.5 1.7 1.7 1.7 1.7 1.3 1.3 1.3}

2. แบบสั้นไปหายาว

การจัดเรียงข้อมูลชิ้นงานเริ่มต้นแบบตามลำดับชิ้นงานขนาดสั้นไปสู่ชิ้นงานขนาดยาว

{1.3 1.3 1.3 1.7 1.7 1.7 1.7 2.5 2.5 2.5 2.5 3.2 3.2 3.2}

3. แบบสลับกลุ่มข้อมูล

การจัดเรียงข้อมูลชิ้นงานเริ่มต้นแบบสลับกลุ่มข้อมูลชิ้นงาน

{1.7 1.7 1.7 1.7 1.3 1.3 1.3 3.2 3.2 3.2 2.5 2.5 2.5 2.5}

3.4 การกำหนดค่าเป้าหมาย

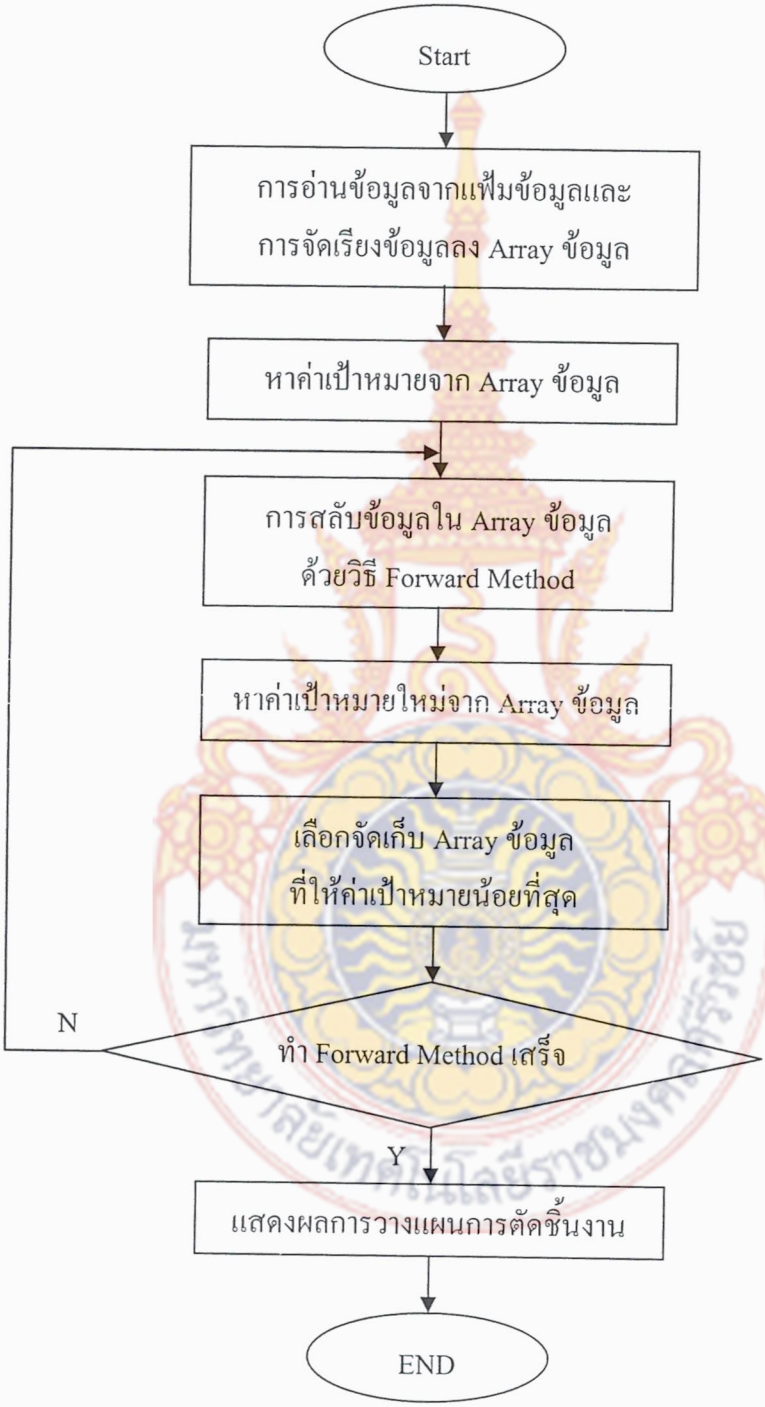
กำหนดขนาดความยาวของวัตถุดิบมีค่าเท่ากับ 6 และทำการจัดเรียงลำดับตามขนาดความยาวของชิ้นงานและจำนวนชิ้นงานที่ต้องการ {1.7 1.7 1.3 1.3 3.2 2.5 2.5 1.7 1.7 1.3 3.2 3.2 2.5 2.5} ผลการคำนวณค่าเป้าหมายดังแสดงในตารางที่ 3.1 พบว่า เศษตัดที่เกิดขึ้นมีความยาวมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 3.5 เมื่อวัตถุดิบที่ใช้มีความยาวขนาดมาตรฐาน 6 หน่วย มีจำนวน 6 ชิ้น โดยค่าเป้าหมายมีค่าเท่ากับ (6 x 6) – 3.5 = 32.5

ตารางที่ 3.1 การคำนวณค่าเป้าหมายของการจัดเรียงชิ้นงาน

วัตถุดิบ	ชิ้นงาน	ความยาวชิ้นงาน	ความยาวเศษตัด
1	1.7 1.7 1.3 1.3	6	0
2	3.2 2.5	5.7	0.3
3	2.5 1.7 1.7	5.9	0.1
4	1.3 3.2	4.5	1.5
5	3.2 2.5	5.7	0.3
6	2.5	2.5	3.5

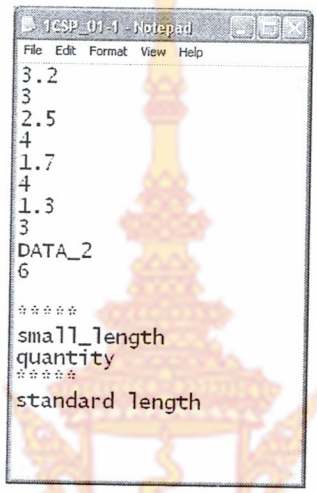
3.5 การพัฒนาโปรแกรมวางแผนการตัดชิ้นงาน

การพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Visual Basic 6.0 มีขั้นตอนการทำงาน ดังรูป 3.2



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

สำหรับการวางแผนการตัดชิ้นงานโดยมีรูปแบบเริ่มต้นที่แตกต่างกันสามรูปแบบ คือ การเรียงลำดับข้อมูลแบบยาวไปหาสั้น แบบสั้นไปหายาว และแบบสลับกลุ่ม การกำหนดรูปแบบเริ่มต้นจะกำหนดโดยผู้ใช้งานโปรแกรม ผู้ใช้งานจะทำการกำหนดข้อมูลในแฟ้มงาน ประกอบด้วยข้อมูลของความยาวชิ้นงาน จำนวนชิ้นงาน และขนาดความยาวของวัตถุดิบ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ลักษณะของข้อมูลสำหรับการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

การสั่งทำงานของโปรแกรมโดยผ่านส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 3.4 ประกอบด้วยคำอธิบายวิธีการใช้งานเบื้องต้น ส่วนจัดการแฟ้มเก็บข้อมูลชิ้นงาน ส่วนแสดงข้อมูลภายในแฟ้มงาน และส่วนสั่งการประมวลผลการทำงาน สำหรับโปรแกรมจะเกี่ยวข้องกับสามส่วนหลัก คือ วิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า วิธีการกำหนดค่าเป้าหมาย และรูปแบบเริ่มต้นการทำงาน

3.6 การแสดงผลของโปรแกรม

การแสดงผลการทำงานของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.3 จะประกอบด้วย

ความยาวเศษตัดที่เกิดขึ้นมากที่สุดหนึ่งชิ้น คือ 3.5 เมตร

วัตถุดิบที่เลือกใช้มีจำนวนรวมทั้งหมด 6 ชิ้น

จำนวนชิ้นงานรวมทั้งหมดที่ใช้ในการวางแผนการตัดจำนวน 14 ชิ้น

ความยาวชิ้นงานรวมเท่ากับ 30.3 เมตร

วัตถุดิบความยาวขนาดมาตรฐานเท่ากับ 6 เมตร

ค่าเป้าหมายเท่ากับ (6 x 6) – 3.5 = 32.5 เมตร

ค่าประสิทธิภาพในการวางแผนเท่ากับ (30.3 x 100) / (6 x 6) = 84.17%

แผนการตัดชิ้นงานบนวัตถุดิบจำนวน 6 ชิ้น คือ

วัตถุดิบชิ้นที่ 1 คือ 1.7 1.7 1.3 1.3

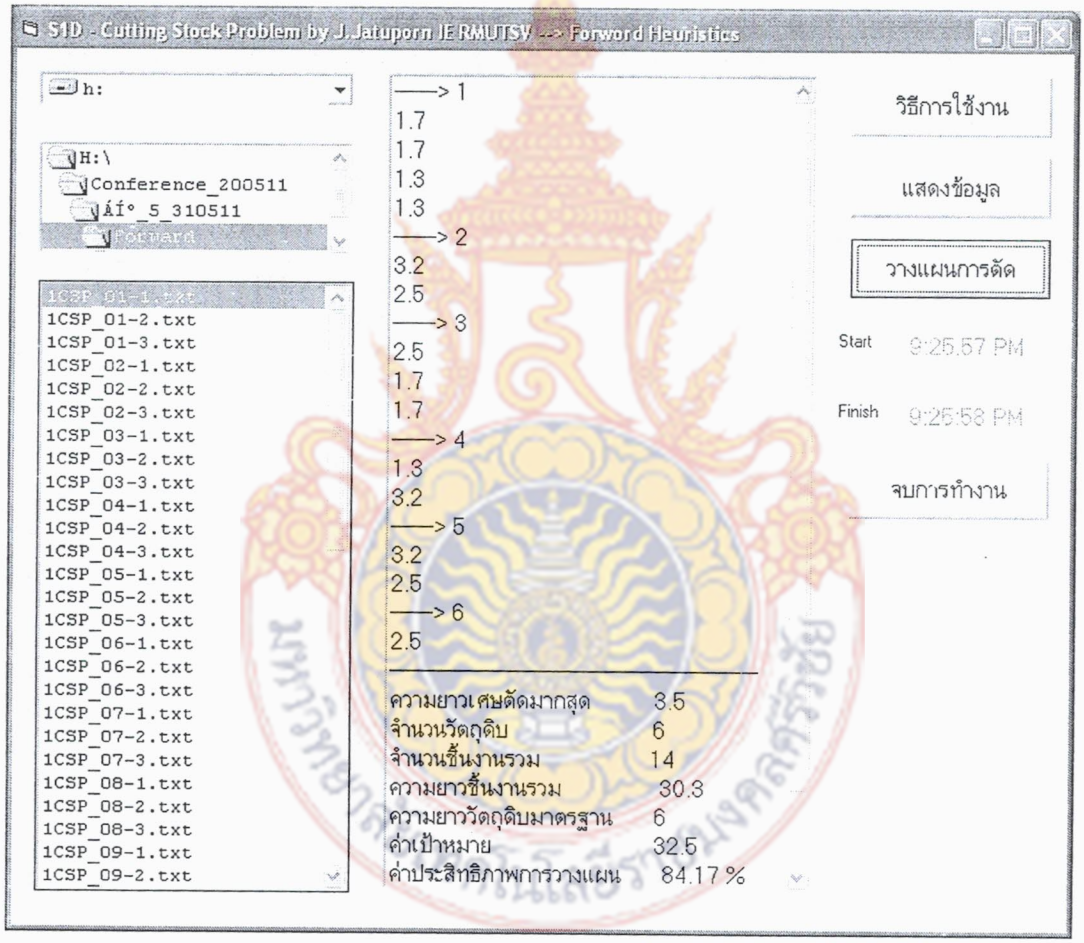
วัตถุดิบชิ้นที่ 2 คือ 3.2 2.5

วัตถุดิบชิ้นที่ 3 คือ 2.5 1.7 1.7

วัตถุดิบชิ้นที่ 4 คือ 1.3 3.2

วัตถุดิบชิ้นที่ 5 คือ 3.2 2.5

วัตถุดิบชิ้นที่ 6 คือ 2.5



รูปที่ 3.4 ลักษณะของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 การทดลอง

การทดลองแก้ปัญหาการวางแผนการตัดชิ้นงานด้วยปัญหาจำนวน 20 ปัญหา โดยทำการเปรียบเทียบผลการทดลองของค่าเป้าหมาย (หน่วย) เวลาในการหาค่าเป้าหมาย (วินาที) ของทั้งสี่วิธีการ คือ วิธีการหาค่าที่ดีที่สุด และรูปแบบเริ่มต้นของวิธีการฮิวริสติก ดังข้อมูลในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการจัดเรียงชิ้นงาน

ลำดับปัญหา	ความยาววัตถุดิบ	จำนวนชิ้นงาน	ความยาวชิ้นงาน (จำนวนชิ้นงาน)
1	6	14	3.2(3) 2.5(4) 1.7(4) 1.3(3)
2	6	20	4.2(4) 1.5(6) 0.4(6) 0.2(4)
3	6	24	3.5(5) 2.4(2) 1.2(4) 0.3(4)
4	6	40	2.1(5) 1.2(8) 1(6) 0.35(6)
5	6	40	2(6) 1.2(12) 0.4(12) 0.25(10)
6	6	40	2(14) 1.4(8) 0.6(8) 0.25(10)
7	6	55	2.05(15) 0.4(20) 0.35(20)
8	6	36	1.8(6) 1.3(10) 0.5(10) 0.4(10)
9	6	65	2.8(5) 1.1(20) 0.7(20) 0.1(20)
10	6	19	2(4) 1.2(4) 1(5) 0.4(6)
11	6	30	2.5(4) 1.25(4) 1(2) 0.8(10) 0.4(10)
12	6	18	3.5(4) 2.2(3) 2(6) 1.5(5)
13	12	14	5.2(3) 4.5(4) 3.7(4) 2.3(3)
14	12	20	4.2(4) 3.5(6) 1.2(6) 0.6(4)
15	12	24	3.5(10) 2.7(6) 1.2(6) 0.3(4)
16	12	30	2.6(15) 1.85(4) 1.23(6) 0.45(7)
17	12	40	2.6(13) 1.5(10) 1.2(10) 0.45(7)
18	12	44	2.6(6) 1.5(12) 1.2(12) 0.45(14)
19	12	55	1.7(15) 1.5(20) 1.2(10) 0.3(10)
20	12	65	1.5(20) 1.3(15) 1.2(15) 0.4(15)

การทดลองที่ 1

MIN = 3.2 * X11 + 2.5 * X12 + 1.7 * X13 + 1.3 * X14 + 6 * Y2 + 6 * Y3 + 6 * Y4 + 6 * Y5 + 6 * Y6;

3.2 * X11 + 2.5 * X12 + 1.7 * X13 + 1.3 * X14 <= 6 * Y1;

3.2 * X21 + 2.5 * X22 + 1.7 * X23 + 1.3 * X24 <= 6 * Y2;

3.2 * X31 + 2.5 * X32 + 1.7 * X33 + 1.3 * X34 <= 6 * Y3;

3.2 * X41 + 2.5 * X42 + 1.7 * X43 + 1.3 * X44 <= 6 * Y4;

3.2 * X51 + 2.5 * X52 + 1.7 * X53 + 1.3 * X54 <= 6 * Y5;

3.2 * X61 + 2.5 * X62 + 1.7 * X63 + 1.3 * X64 <= 6 * Y6;

X11 + X21 + X31 + X41 + X51 + X61 = 3;

X12 + X22 + X32 + X42 + X52 + X62 = 4;

X13 + X23 + X33 + X43 + X53 + X63 = 4;

X14 + X24 + X34 + X44 + X54 + X64 = 3;

Y1 = 1;

3.2 * X11 + 2.5 * X12 + 1.7 * X13 + 1.3 * X14 = L1;

3.2 * X21 + 2.5 * X22 + 1.7 * X23 + 1.3 * X24 = L2;

3.2 * X31 + 2.5 * X32 + 1.7 * X33 + 1.3 * X34 = L3;

3.2 * X41 + 2.5 * X42 + 1.7 * X43 + 1.3 * X44 = L4;

3.2 * X51 + 2.5 * X52 + 1.7 * X53 + 1.3 * X54 = L5;

3.2 * X61 + 2.5 * X62 + 1.7 * X63 + 1.3 * X64 = L6;

@BIN(Y1);@BIN(Y2);@BIN(Y3);@BIN(Y4);@BIN(Y5);@BIN(Y6);

@GIN(X11);@GIN(X12);@GIN(X13);@GIN(X14);@GIN(X15);@GIN(X16);

@GIN(X21);@GIN(X22);@GIN(X23);@GIN(X24);@GIN(X25);@GIN(X26);

@GIN(X31);@GIN(X32);@GIN(X33);@GIN(X34);@GIN(X35);@GIN(X36);

@GIN(X41);@GIN(X42);@GIN(X43);@GIN(X44);@GIN(X45);@GIN(X46);

@GIN(X51);@GIN(X52);@GIN(X53);@GIN(X54);@GIN(X55);@GIN(X56);

@GIN(X61);@GIN(X62);@GIN(X63);@GIN(X64);@GIN(X65);@GIN(X66);

การทดลองที่ 2

MIN = 4.2 * X11 + 1.5 * X12 + 0.4 * X13 + 0.2 * X14 + 6 * Y2 + 6 * Y3 + 6 * Y4 + 6 * Y5 + 6 * Y6;

4.2 * X11 + 1.5 * X12 + 0.4 * X13 + 0.2 * X14 <= 6 * Y1;

4.2 * X21 + 1.5 * X22 + 0.4 * X23 + 0.2 * X24 <= 6 * Y2;

4.2 * X31 + 1.5 * X32 + 0.4 * X33 + 0.2 * X34 <= 6 * Y3;

4.2 * X41 + 1.5 * X42 + 0.4 * X43 + 0.2 * X44 <= 6 * Y4;

4.2 * X51 + 1.5 * X52 + 0.4 * X53 + 0.2 * X54 <= 6 * Y5;

4.2 * X61 + 1.5 * X62 + 0.4 * X63 + 0.2 * X64 <= 6 * Y6;

X11 + X21 + X31 + X41 + X51 + X61 = 4;

X12 + X22 + X32 + X42 + X52 + X62 = 6;

X13 + X23 + X33 + X43 + X53 + X63 = 6;

X14 + X24 + X34 + X44 + X54 + X64 = 4;

Y1 = 1;

4.2 * X11 + 1.5 * X12 + 0.4 * X13 + 0.2 * X14 = L1;

4.2 * X21 + 1.5 * X22 + 0.4 * X23 + 0.2 * X24 = L2;

4.2 * X31 + 1.5 * X32 + 0.4 * X33 + 0.2 * X34 = L3;

4.2 * X41 + 1.5 * X42 + 0.4 * X43 + 0.2 * X44 = L4;

4.2 * X51 + 1.5 * X52 + 0.4 * X53 + 0.2 * X54 = L5;

4.2 * X61 + 1.5 * X62 + 0.4 * X63 + 0.2 * X64 = L6;

@BIN(Y1);@BIN(Y2);@BIN(Y3);@BIN(Y4);@BIN(Y5);@BIN(Y6);

@GIN(X11);@GIN(X12);@GIN(X13);@GIN(X14);@GIN(X15);@GIN(X16);

@GIN(X21);@GIN(X22);@GIN(X23);@GIN(X24);@GIN(X25);@GIN(X26);

@GIN(X31);@GIN(X32);@GIN(X33);@GIN(X34);@GIN(X35);@GIN(X36);

@GIN(X41);@GIN(X42);@GIN(X43);@GIN(X44);@GIN(X45);@GIN(X46);

@GIN(X51);@GIN(X52);@GIN(X53);@GIN(X54);@GIN(X55);@GIN(X56);

@GIN(X61);@GIN(X62);@GIN(X63);@GIN(X64);@GIN(X65);@GIN(X66);

การทดลองที่ 3

MIN = 3.5 * X11 + 2.4 * X12 + 1.2 * X13 + 0.3 * X14 + 6 * Y2 + 6 * Y3 + 6 * Y4 + 6 * Y5 + 6 * Y6;

3.5 * X11 + 2.4 * X12 + 1.2 * X13 + 0.3 * X14 <= 6 * Y1;

3.5 * X21 + 2.4 * X22 + 1.2 * X23 + 0.3 * X24 <= 6 * Y2;

3.5 * X31 + 2.4 * X32 + 1.2 * X33 + 0.3 * X34 <= 6 * Y3;

3.5 * X41 + 2.4 * X42 + 1.2 * X43 + 0.3 * X44 <= 6 * Y4;

3.5 * X51 + 2.4 * X52 + 1.2 * X53 + 0.3 * X54 <= 6 * Y5;

3.5 * X61 + 2.4 * X62 + 1.2 * X63 + 0.3 * X64 <= 6 * Y6;

X11 + X21 + X31 + X41 + X51 + X61 = 5;

X12 + X22 + X32 + X42 + X52 + X62 = 2;

X13 + X23 + X33 + X43 + X53 + X63 = 4;

X14 + X24 + X34 + X44 + X54 + X64 = 4;

Y1 = 1;

3.5 * X11 + 2.4 * X12 + 1.2 * X13 + 0.3 * X14 = L1;

3.5 * X21 + 2.4 * X22 + 1.2 * X23 + 0.3 * X24 = L2;

3.5 * X31 + 2.4 * X32 + 1.2 * X33 + 0.3 * X34 = L3;

3.5 * X41 + 2.4 * X42 + 1.2 * X43 + 0.3 * X44 = L4;

3.5 * X51 + 2.4 * X52 + 1.2 * X53 + 0.3 * X54 = L5;

3.5 * X61 + 2.4 * X62 + 1.2 * X63 + 0.3 * X64 = L6;

@BIN(Y1);@BIN(Y2);@BIN(Y3);@BIN(Y4);@BIN(Y5);@BIN(Y6);

@GIN(X11);@GIN(X12);@GIN(X13);@GIN(X14);@GIN(X15);@GIN(X16);

@GIN(X21);@GIN(X22);@GIN(X23);@GIN(X24);@GIN(X25);@GIN(X26);

@GIN(X31);@GIN(X32);@GIN(X33);@GIN(X34);@GIN(X35);@GIN(X36);

@GIN(X41);@GIN(X42);@GIN(X43);@GIN(X44);@GIN(X45);@GIN(X46);

@GIN(X51);@GIN(X52);@GIN(X53);@GIN(X54);@GIN(X55);@GIN(X56);

@GIN(X61);@GIN(X62);@GIN(X63);@GIN(X64);@GIN(X65);@GIN(X66);

การทดลองที่ 4

MIN = 2.1 * X11 + 1.2 * X12 + 1.0 * X13 + 0.35 * X14 + 6.0 * Y2 + 6.0 * Y3 + 6.0 * Y4 + 6.0 * Y5 + 6.0 * Y6 + 6.0 * Y7 + 6.0 * Y8 + 6.0 * Y9 ;

2.1 * X11 + 1.2 * X12 + 1.0 * X13 + 0.35 * X14 <= 6 * Y1;

2.1 * X21 + 1.2 * X22 + 1.0 * X23 + 0.35 * X24 <= 6 * Y2;

2.1 * X31 + 1.2 * X32 + 1.0 * X33 + 0.35 * X34 <= 6 * Y3;

2.1 * X41 + 1.2 * X42 + 1.0 * X43 + 0.35 * X44 <= 6 * Y4;

2.1 * X51 + 1.2 * X52 + 1.0 * X53 + 0.35 * X54 <= 6 * Y5;

2.1 * X61 + 1.2 * X62 + 1.0 * X63 + 0.35 * X64 <= 6 * Y6;

2.1 * X71 + 1.2 * X72 + 1.0 * X73 + 0.35 * X74 <= 6 * Y7;

2.1 * X81 + 1.2 * X82 + 1.0 * X83 + 0.35 * X84 <= 6 * Y8;

2.1 * X91 + 1.2 * X92 + 1.0 * X93 + 0.35 * X94 <= 6 * Y9;

X11 + X21 + X31 + X41 + X51 + X61 + X71 + X81 + X91 = 5;

X12 + X22 + X32 + X42 + X52 + X62 + X72 + X82 + X92 = 8;

X13 + X23 + X33 + X43 + X53 + X63 + X73 + X83 + X93 = 6;

X14 + X24 + X34 + X44 + X54 + X64 + X74 + X84 + X94 = 6;

Y1 = 1;

@BIN(Y1);@BIN(Y2);@BIN(Y3);@BIN(Y4);@BIN(Y5);@BIN(Y6);@BIN(Y7);@BIN(Y8);
@BIN(Y9);

@GIN(X11);@GIN(X12);@GIN(X13);@GIN(X14);

@GIN(X21);@GIN(X22);@GIN(X23);@GIN(X24);

@GIN(X31);@GIN(X32);@GIN(X33);@GIN(X34);

@GIN(X41);@GIN(X42);@GIN(X43);@GIN(X44);

@GIN(X51);@GIN(X52);@GIN(X53);@GIN(X54);

@GIN(X61);@GIN(X62);@GIN(X63);@GIN(X64);

@GIN(X71);@GIN(X72);@GIN(X73);@GIN(X74);

@GIN(X81);@GIN(X82);@GIN(X83);@GIN(X84);

@GIN(X91);@GIN(X92);@GIN(X93);@GIN(X94);

การทดลองที่ 5

MIN = 2.0 * X11 + 1.2 * X12 + 0.4 * X13 + 0.25 * X14 + 6 * Y2 + 6 * Y3 + 6 * Y4 + 6 * Y5 + 6 * Y6 + 6 * Y7 + 6 * Y8 ;

2.0 * X11 + 1.2 * X12 + 0.4 * X13 + 0.25 * X14 <= 6 * Y1;

2.0 * X21 + 1.2 * X22 + 0.4 * X23 + 0.25 * X24 <= 6 * Y2;

2.0 * X31 + 1.2 * X32 + 0.4 * X33 + 0.25 * X34 <= 6 * Y3;

2.0 * X41 + 1.2 * X42 + 0.4 * X43 + 0.25 * X44 <= 6 * Y4;

2.0 * X51 + 1.2 * X52 + 0.4 * X53 + 0.25 * X54 <= 6 * Y5;

2.0 * X61 + 1.2 * X62 + 0.4 * X63 + 0.25 * X64 <= 6 * Y6;

2.0 * X71 + 1.2 * X72 + 0.4 * X73 + 0.25 * X74 <= 6 * Y7;

2.0 * X81 + 1.2 * X82 + 0.4 * X83 + 0.25 * X84 <= 6 * Y8;

X11 + X21 + X31 + X41 + X51 + X61 + X71 + X81 = 6;

X12 + X22 + X32 + X42 + X52 + X62 + X72 + X82 = 12;

X13 + X23 + X33 + X43 + X53 + X63 + X73 + X83 = 12;

X14 + X24 + X34 + X44 + X54 + X64 + X74 + X84 = 10;

Y1 = 1;

@BIN(Y1);@BIN(Y2);@BIN(Y3);@BIN(Y4);@BIN(Y5);@BIN(Y6);@BIN(Y7);@BIN(Y8);

@GIN(X11);@GIN(X12);@GIN(X13);@GIN(X14);

@GIN(X21);@GIN(X22);@GIN(X23);@GIN(X24);

@GIN(X31);@GIN(X32);@GIN(X33);@GIN(X34);

@GIN(X41);@GIN(X42);@GIN(X43);@GIN(X44);

@GIN(X51);@GIN(X52);@GIN(X53);@GIN(X54);

@GIN(X61);@GIN(X62);@GIN(X63);@GIN(X64);

@GIN(X71);@GIN(X72);@GIN(X73);@GIN(X74);

@GIN(X81);@GIN(X82);@GIN(X83);@GIN(X84);

การทดลองที่ 6

MIN = 2.0 * X11 + 1.4 * X12 + 0.6 * X13 + 0.25 * X14 + 6 * Y2 + 6 * Y3 + 6 * Y4 + 6 * Y5 + 6 * Y6 + 6 * Y7 + 6 * Y8 ;

2.0 * X11 + 1.4 * X12 + 0.6 * X13 + 0.25 * X14 <= 6 * Y1;

2.0 * X21 + 1.4 * X22 + 0.6 * X23 + 0.25 * X24 <= 6 * Y2;

2.0 * X31 + 1.4 * X32 + 0.6 * X33 + 0.25 * X34 <= 6 * Y3;

2.0 * X41 + 1.4 * X42 + 0.6 * X43 + 0.25 * X44 <= 6 * Y4;

2.0 * X51 + 1.4 * X52 + 0.6 * X53 + 0.25 * X54 <= 6 * Y5;

2.0 * X61 + 1.4 * X62 + 0.6 * X63 + 0.25 * X64 <= 6 * Y6;

2.0 * X71 + 1.4 * X72 + 0.6 * X73 + 0.25 * X74 <= 6 * Y7;

2.0 * X81 + 1.4 * X82 + 0.6 * X83 + 0.25 * X84 <= 6 * Y8;

X11 + X21 + X31 + X41 + X51 + X61 + X71 + X81 = 14;

X12 + X22 + X32 + X42 + X52 + X62 + X72 + X82 = 8;

X13 + X23 + X33 + X43 + X53 + X63 + X73 + X83 = 8;

X14 + X24 + X34 + X44 + X54 + X64 + X74 + X84 = 10;

Y1 = 1;

@BIN(Y1);@BIN(Y2);@BIN(Y3);@BIN(Y4);@BIN(Y5);@BIN(Y6);@BIN(Y7);@BIN(Y8);

@GIN(X11);@GIN(X12);@GIN(X13);@GIN(X14);

@GIN(X21);@GIN(X22);@GIN(X23);@GIN(X24);

@GIN(X31);@GIN(X32);@GIN(X33);@GIN(X34);

@GIN(X41);@GIN(X42);@GIN(X43);@GIN(X44);

@GIN(X51);@GIN(X52);@GIN(X53);@GIN(X54);

@GIN(X61);@GIN(X62);@GIN(X63);@GIN(X64);

@GIN(X71);@GIN(X72);@GIN(X73);@GIN(X74);

@GIN(X81);@GIN(X82);@GIN(X83);@GIN(X84);

การทดลองที่ 7

MIN = 2.0 * X11 + 1.4 * X12 + 0.6 * X13 + 6 * Y2 + 6 * Y3 + 6 * Y4 + 6 * Y5 + 6 * Y6 + 6 * Y7 + 6 * Y8 ;

2.05 * X11 + 0.4 * X12 + 0.35 * X13 <= 6 * Y1;

2.05 * X21 + 0.4 * X22 + 0.35 * X23 <= 6 * Y2;

2.05 * X31 + 0.4 * X32 + 0.35 * X33 <= 6 * Y3;

2.05 * X41 + 0.4 * X42 + 0.35 * X43 <= 6 * Y4;

2.05 * X51 + 0.4 * X52 + 0.35 * X53 <= 6 * Y5;

2.05 * X61 + 0.4 * X62 + 0.35 * X63 <= 6 * Y6;

2.05 * X71 + 0.4 * X72 + 0.35 * X73 <= 6 * Y7;

2.05 * X81 + 0.4 * X82 + 0.35 * X83 <= 6 * Y8;

X11 + X21 + X31 + X41 + X51 + X61 + X71 + X81 = 15;

X12 + X22 + X32 + X42 + X52 + X62 + X72 + X82 = 20;

X13 + X23 + X33 + X43 + X53 + X63 + X73 + X83 = 20;

Y1 = 1;

@BIN(Y1);@BIN(Y2);@BIN(Y3);@BIN(Y4);@BIN(Y5);@BIN(Y6);@BIN(Y7);@BIN(Y8);

@GIN(X11);@GIN(X12);@GIN(X13);@GIN(X14);

@GIN(X21);@GIN(X22);@GIN(X23);@GIN(X24);

@GIN(X31);@GIN(X32);@GIN(X33);@GIN(X34);

@GIN(X41);@GIN(X42);@GIN(X43);@GIN(X44);

@GIN(X51);@GIN(X52);@GIN(X53);@GIN(X54);

@GIN(X61);@GIN(X62);@GIN(X63);@GIN(X64);

@GIN(X71);@GIN(X72);@GIN(X73);@GIN(X74);

@GIN(X81);@GIN(X82);@GIN(X83);@GIN(X84);

การทดลองที่ 8

MIN = 1.8 * X11 + 1.3 * X12 + 0.5 * X13 + 0.4 * X14 + 6 * Y2 + 6 * Y3 + 6 * Y4 + 6 * Y5 + 6 * Y6 + 6 * Y7 + 6 * Y8 + 6 * Y9;

1.8 * X11 + 1.3 * X12 + 0.5 * X13 + 0.4 * X14 <= 6 * Y1;

1.8 * X21 + 1.3 * X22 + 0.5 * X23 + 0.4 * X24 <= 6 * Y2;

1.8 * X31 + 1.3 * X32 + 0.5 * X33 + 0.4 * X34 <= 6 * Y3;

1.8 * X41 + 1.3 * X42 + 0.5 * X43 + 0.4 * X44 <= 6 * Y4;

1.8 * X51 + 1.3 * X52 + 0.5 * X53 + 0.4 * X54 <= 6 * Y5;

1.8 * X61 + 1.3 * X62 + 0.5 * X63 + 0.4 * X64 <= 6 * Y6;

1.8 * X71 + 1.3 * X72 + 0.5 * X73 + 0.4 * X74 <= 6 * Y7;

1.8 * X81 + 1.3 * X82 + 0.5 * X83 + 0.4 * X84 <= 6 * Y8;

1.8 * X91 + 1.3 * X92 + 0.5 * X93 + 0.4 * X94 <= 6 * Y9;

X11 + X21 + X31 + X41 + X51 + X61 + X71 + X81 + X91 = 6;

X12 + X22 + X32 + X42 + X52 + X62 + X72 + X82 + X92 = 10;

X13 + X23 + X33 + X43 + X53 + X63 + X73 + X83 + X93 = 10;

X14 + X24 + X34 + X44 + X54 + X64 + X74 + X84 + X94 = 10;

Y1 = 1;

@BIN(Y1);@BIN(Y2);@BIN(Y3);@BIN(Y4);@BIN(Y5);@BIN(Y6);@BIN(Y7);@BIN(Y8);
@BIN(Y9);

@GIN(X11);@GIN(X12);@GIN(X13);@GIN(X14);

@GIN(X21);@GIN(X22);@GIN(X23);@GIN(X24);

@GIN(X31);@GIN(X32);@GIN(X33);@GIN(X34);

@GIN(X41);@GIN(X42);@GIN(X43);@GIN(X44);

@GIN(X51);@GIN(X52);@GIN(X53);@GIN(X54);

@GIN(X61);@GIN(X62);@GIN(X63);@GIN(X64);

@GIN(X71);@GIN(X72);@GIN(X73);@GIN(X74);

@GIN(X81);@GIN(X82);@GIN(X83);@GIN(X84);

@GIN(X91);@GIN(X92);@GIN(X93);@GIN(X94);

การทดลองที่ 9

MIN = 2.8 * X11 + 1.1 * X12 + 0.7 * X13 + 0.1 * X14 + 6 * Y2 + 6 * Y3 + 6 * Y4 + 6 * Y5 + 6 * Y6 + 6 * Y7 + 6 * Y8 + 6 * Y9;

2.8 * X11 + 1.1 * X12 + 0.7 * X13 + 0.1 * X14 <= 6 * Y1;

2.8 * X21 + 1.1 * X22 + 0.7 * X23 + 0.1 * X24 <= 6 * Y2;

2.8 * X31 + 1.1 * X32 + 0.7 * X33 + 0.1 * X34 <= 6 * Y3;

2.8 * X41 + 1.1 * X42 + 0.7 * X43 + 0.1 * X44 <= 6 * Y4;

2.8 * X51 + 1.1 * X52 + 0.7 * X53 + 0.1 * X54 <= 6 * Y5;

2.8 * X61 + 1.1 * X62 + 0.7 * X63 + 0.1 * X64 <= 6 * Y6;

2.8 * X71 + 1.1 * X72 + 0.7 * X73 + 0.1 * X74 <= 6 * Y7;

2.8 * X81 + 1.1 * X82 + 0.7 * X83 + 0.1 * X84 <= 6 * Y8;

2.8 * X91 + 1.1 * X92 + 0.7 * X93 + 0.1 * X94 <= 6 * Y9;

X11 + X21 + X31 + X41 + X51 + X61 + X71 + X81 + X91 = 5;

X12 + X22 + X32 + X42 + X52 + X62 + X72 + X82 + X92 = 20;

X13 + X23 + X33 + X43 + X53 + X63 + X73 + X83 + X93 = 20;

X14 + X24 + X34 + X44 + X54 + X64 + X74 + X84 + X94 = 20;

Y1 = 1;

@BIN(Y1);@BIN(Y2);@BIN(Y3);@BIN(Y4);@BIN(Y5);@BIN(Y6);@BIN(Y7);@BIN(Y8);
@BIN(Y9);

@GIN(X11);@GIN(X12);@GIN(X13);@GIN(X14);

@GIN(X21);@GIN(X22);@GIN(X23);@GIN(X24);

@GIN(X31);@GIN(X32);@GIN(X33);@GIN(X34);

@GIN(X41);@GIN(X42);@GIN(X43);@GIN(X44);

@GIN(X51);@GIN(X52);@GIN(X53);@GIN(X54);

@GIN(X61);@GIN(X62);@GIN(X63);@GIN(X64);

@GIN(X71);@GIN(X72);@GIN(X73);@GIN(X74);

@GIN(X81);@GIN(X82);@GIN(X83);@GIN(X84);

@GIN(X91);@GIN(X92);@GIN(X93);@GIN(X94);

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาโปรแกรมช่วยในการวางแผนการตัดชิ้นงานแบบหนึ่งมิติ โดยการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้สำหรับหาค่าที่ดีที่สุดของการวางแผนการตัดชิ้นงาน แล้วทำการออกแบบและสร้างโปรแกรมการวางแผนการตัดชิ้นงานด้วยภาษา Visual Basic 6.0 ซึ่งโปรแกรมเป็นการวางแผนการตัดชิ้นงานเพื่อให้มีการใช้วัตถุดิบจำนวนน้อยที่สุดและเศษตัดที่เกิดขึ้นหนึ่งชิ้นให้มีความยาวมากที่สุด ซึ่งคาดว่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการทำงานในครั้งต่อไป สำหรับวัตถุดิบกำหนดให้เป็นแบบขนาดมาตรฐานเพียงหนึ่งขนาดเท่านั้น ผลการวิจัยสามารถสรุปและมีข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไปดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผล

งานวิจัยนี้พบว่าวิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้าที่นำมาประยุกต์ใช้สร้างโปรแกรมวางแผนการตัดชิ้นงานเพื่อให้มีการใช้วัตถุดิบจำนวนน้อยที่สุดและมีเศษตัดจำนวนหนึ่งชิ้นมีความยาวมากที่สุด พบว่าสามารถนำมาใช้วางแผนการตัดชิ้นงานได้ โดยใช้เวลาน้อยในการวางแผนการทำงานของโปรแกรม สำหรับรูปแบบเริ่มต้นของเทคนิคฮิวริสติกที่นำมาใช้พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของผลและเวลาในการทำงานของโปรแกรม และโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเหมาะสมกับการใช้งานในอุตสาหกรรมขนาดเล็กซึ่งขนาดความยาวของเศษตัดที่เหลือหนึ่งชิ้นเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ

5.2 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนางานวิจัยต่อไปควรพัฒนาฮิวริสติกในรูปแบบอื่นๆเพื่อให้ใช้เวลาในการหาคำตอบน้อยลงในกรณีปัญหาขนาดใหญ่หรือประยุกต์ใช้ฮิวริสติกแบบอื่นๆมาทำงานร่วมกันและการวางแผนการตัดวัสดุที่มีความยาวแตกต่างกันอีกด้วย

บรรณานุกรม

จิรวัฒน์ ศรีสังข์ (2545) การดัดแปลงวิธีสร้างสดมภ์เพื่อแก้ปัญหาการตัดแบ่งหนึ่งมิติแบบคอขวด. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

จตุพร ใจดำรงค์, ปิยวิทย์ สุวรรณ และ บรรเลง คำเกตุ (2554) การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการตัดชิ้นงานหนึ่งมิติเพื่อให้ได้เศษตัดที่มีประสิทธิภาพ. การประชุมวิชาการด้านการด้านการพัฒนาการดำเนินงานฯ ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ, 11 เมษายน 2554: 150-154.

ทวีลาภ ตั้งปกาศิต (2543) การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแผนการตัดแบ่งสต๊อกหนึ่งมิติแบบรวมศูนย์และแบบกระจายศูนย์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นราธิป แสงซ้าย และ พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล (2544) ปัญหาการตัด 1 มิติภายใต้เงื่อนไขความต้องการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี 2544, หน้าที่ 468-475.

นราธิป แสงซ้าย และ พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล (2547) ปัญหาการตัดหนึ่งมิติพร้อมด้วยความต้องการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา. การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ, ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ, 2-3 กันยายน 2547: 94-103.

นราธิป แสงซ้าย และ พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล (2548) ปัญหาการตัดหนึ่งมิติสำหรับการวางแผนการรวมศูนย์กลางและการกระจายศูนย์กลางสำหรับการตัดวัสดุ. การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ, ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ, 1-2 กันยายน 2548: 28-37.

นิธินุช สรรพอาสา และ ศีขรินทร์ สุขโต (2551) การแบ่งกลุ่มเพื่อลดเวลาในการประมวลผลในปัญหาการตัดวัสดุหนึ่งมิติด้วยเทคนิคการสร้างสดมภ์. การประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน, ขอนแก่น, 28-29 มกราคม 2551: 128-132.

ปารเมศ ชุติมา (2551) การประยุกต์เทคนิคการจัดตารางในอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 26-31.

ปรีชา เกรียงกรกฎ และ นุชสรา เกรียงกรกฎ (2553) โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการปัญหาตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติด้วยวิธีฮิวริสติก. วารสารวิชาการ มอบ, 12-2: 8-16.

Abbas Afshar, Helia Amiri and Ehsan Eshtehardian. (2008) An improved linear programming model for one - dimensional cutting stock problem. First International Conference on Construction In Developing Countries (ICCIDC-I), Karachi, Pakistan, 51-56.

Dyckhoff, H. (1981) A new linear programming approach to cutting stock problem, Operations Research, 29: 1092-1104.

Gilmore, P.C. and Gomory, R.E. (1961) A linear programming approach to the cutting stock problem. Operation Research, 9: 845–859.

Gilmore, P.C. and Gomory, R.E. (1963) A linear programming approach to the cutting stock problem: Part II. Operation Research, 11: 863–888.

Gramani, M.C.N. and Franca, P.M. (2001) The combined cutting-stock and lot-sizing problem in industrial processes. POMS Meeting, Orlando.

Haessler, R.W. (1971) A heuristic programming solution to a nonlinear stock cutting problem. Management Science, 17: 793-802.

Hendry, L.C., Fok, K.K., and Shek, K.W., (1996) A cutting stock and scheduling problem in the copper industry. Journal of the Operation Research Society, 47: 38-47.

Holthaus, O. (2000) A cecomposition approach for solving the integer one-dimensional cutting stock problem with different standard length. Proceedings of the International Conference on Production Research, Special ICPR 2000, Bangkok, August 2-4.

Jaliff, D. and Dagnino, A., (1995) An object oriented tool-kit for building CSP decision support system. System, Man and Cybernetics. Intelligent Systems for the 21st Century, IEEE International Conference, 4: 3201-3206.

Murat ErŞen Berberler, Urfat Nuriyev and Ahmet Yıldırım. (2011) A software for the one-dimensional cutting stock problem. Journal of King Saud University (Science), 23: 69-76.

Sirirat Wongprakornkul (2004) Applications of large scale programming methods for planning and integrated one-dimensional cutting-transportation problem. Thesis doctor of engineering (Industrial Engineering) Kasetsart University.

ภาคผนวก ก

ข้อมูลโปรแกรมการวางแผนการตัดชิ้นงาน

```
Dim n As Integer
Dim Q As Integer
Dim OF As Double
Dim OF_1 As Double
Dim x() As Double
Dim y() As Double
Dim z() As Double
Dim MRL As Double
Dim Standard_L As Double
Dim Quantity() As Double
Dim Total_L As Double

Private Sub Command1_Click()
Dim Text1 As String
  If File1.FileName <> "" Then
    List1.Clear
    Open Dir1.Path & "\" & File1.FileName For Input As #1
      List1.Clear
      Do
        Input #1, Text1
        List1.AddItem (Text1)
      Loop While Text1 <> "*****"
    Close #1
  Else
    MsgBox "Please select data file!", vbOKOnly, "File selection"
  End If
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()
    List1.Clear
    List1.AddItem "ÇÔ¸Õ¡ÒÃ¡ÓË¹´¢éÍÁÙÅªÔé¹§Ò¹ä¿Åì 1CSP*.txt"
    List1.AddItem "  ¤ÇÒÁÂÒÇªÔé¹§Ò¹"
    List1.AddItem "  ¨Ó¹Ç¹ªÔé¹§Ò¹"
    List1.AddItem "  ¤ÇÒÁÂÒÇªÒé¹§Ò¹"
    List1.AddItem "  ¨Ó¹Ç¹ªÔé¹§Ò¹"
    List1.AddItem "  ¤ÇÒÁÂÒÇªÔé¹§Ò¹"
    List1.AddItem "  ¨Ó¹Ç¹ªÔé¹§Ò¹"
    List1.AddItem "  ¤ÇÒÁÂÒÇªÔé¹§Ò¹"
    List1.AddItem "  ¨Ó¹Ç¹ªÔé¹§Ò¹"
    List1.AddItem "  DATA_2"
    List1.AddItem "  ¤ÇÒÁÂÒÇªÔé¹ÇÑµ¶Ø´Ôº"
End Sub

Private Sub Form1_Load()
    Dim m As Integer
    File1.Pattern = "1CSP*.txt"
    Open "c:\windows\CSP.txt" For Append As #2
      Write #2, 111
    Close #2
    m = 0
    Open "c:\windows\CSP.txt" For Input As #3
      Do
        Input #3, m_str
        m = m + 1
      Loop Until EOF(3)
    Close #3
End Sub
```

```
Private Sub Drive1_Change()
   Dir1.Path = Drive1.Drive
End Sub

Private Sub Dir1_Change()
   File1.Path = Dir1.Path
End Sub

Sub Read_File()
   If File1.FileName <> "" Then
      List1.Clear
      Open Dir1.Path & "\" & File1.FileName For Input As #1
         List1.Clear
         Input #1, Text1
         Input #1, Text2
         Total_L = Val(Text1) * Val(Text2)
         Do While Text1 <> "DATA_2"
            Input #1, Text1
            Input #1, Text2
            Total_L = Total_L + (Val(Text1) * Val(Text2))
         Loop
         List1.AddItem "----------"
         List1.AddItem (Text2)
      Close #1
   Else
      MsgBox "Please select data file!", vbOKOnly, "File selection"
   End If
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
   End
End Sub

Sub Sort_File()
   OF = 0
   OF_1 = 0
   Open Dir1.Path & "\" & File1.FileName For Input As #1
      List1.Clear
      text3 = 0
      Input #1, Text1
      Input #1, Text2
      Do While Text1 <> "DATA_2"
         If Text1 <> "DATA_2" Then
            text3 = text3 + Text2
         End If
         Input #1, Text1
         Input #1, Text2
         Standard_L = Text2
         n = text3
      Loop
   Close #1

   ReDim Quantity(n)
   ReDim x(n)
   ReDim y(n)

   Open Dir1.Path & "\" & File1.FileName For Input As #1
      List1.Clear
      Input #1, Text1
```

```
    Input #1, Text2
    num = 1
    Do While Text1 <> "DATA_2"
      For i = num To (Text2 + num - 1)
        Quantity(i) = Text1
        x(i) = Text1
        num = num + 1
      Next i
      Input #1, Text1
      Input #1, Text2
    Loop
    LL = Text2
  Close #1
End Sub

Sub Objective_F()
  Dim L As Double
  Dim LL As Double
  Dim RL As Double
  Q = 1
  L = 0
  i = 1
  MRL = 0
  LL = Standard_L
  nL = 1
  List1.AddItem "------> " & nL
  For i = 1 To n
    L = x(i) + L
    If L <= LL Then
      RL = LL - L
```

```
            List1.AddItem x(i)
        Else
            Q = Q + 1
            If RL > MRL Then
                MRL = RL
            End If
            nL = nL + 1
            List1.AddItem "------> " & nL
            LL = Standard_L
            L = x(i)
            RL = LL - L
            List1.AddItem x(i)
        End If
        If (i = n) And (RL > MRL) Then
            MRL = RL
        End If
    Next i
    OF = ((Q - 1) * Standard_L) + (Standard_L - (MRL))
End Sub

Private Sub Command6_Click()
    OF = 0
    OF_1 = 0
    Call Read_File
    Call Sort_File
    Label1.Caption = Time()
    Dim st As Integer
    Dim en As Integer
    List1.AddItem "--------------------------------------------------"
    Call Objective_F
```

```
OF_1 = OF
y() = x()
z() = x()
'List1.Clear
k = n - 1
For k1 = k To 1 Step -1
   For st = 1 To k
      en = st + k1
      If en <= n Then
         Temp = x(st)
         x(st) = x(en)
         x(en) = Temp
         Call Objective_F
         If OF < OF_1 Then
            OF_1 = OF
            y() = x()
            z() = x()
            List1.Clear
            Call Objective_F
            st = k
            k1 = k
         End If
      End If
   Next st
Next k1
List1.Clear
x() = z()
Call Objective_F
Eff = ((Total_L) * 100) / ((Q) * (Standard_L))
List1.AddItem "------------------------------------------------"
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

```
    List1.AddItem "ความยาวเศษตัดมากสุด          " & (MRL)
    List1.AddItem "จำนวนวัตถุดิบ                " & (Q)
    List1.AddItem "จำนวนชิ้นงานรวม              " & (n)
    List1.AddItem "ความยาวชิ้นงานรวม            " & (Total_L)
    List1.AddItem "ความยาววัตถุดิบมาตรฐาน       " & (Standard_L)
    List1.AddItem "ค่าเป้าหมาย                  " & OF
    List1.AddItem "ค่าประสิทธิภาพการวางแผน      " & Format(Eff, "#0.00") & " %"
    List1.AddItem "-------------------------------------------------"
    List1.AddItem "----------------END of Project--------------"
    List1.AddItem "-------------------------------------------------"
    Label2.Caption = Time()
End Sub
```