

Received: September 22, 2020; Revised: November 2, 2020; Accepted: November 11, 2020

ระเบียบวิธีฮิวริสติกส์สำหรับปัญหาการจัดเรียงกล่องบรรจุอาหารในตู้คอนเทนเนอร์

A heuristic method for food box packing in container

ธวัชชัย บุญตัน^{1*}, อัครพงศ์ วงศ์พัฒน์¹, เพ็ญภาค ศิริมา², ไกรศักดิ์ จันทระโกเมท² และสัณชัย ยอดมณี³Thawatchai Boontan^{1*}, Akkharaphong Wongphat¹, Penpark Sirimark², KraisakJantarakomet² and Sanchai Yotmanee³¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม²คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต

*Corresponding Author E-mail Address : tavatchaibt@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันความต้องการทางด้านอาหารของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้เกิดปัญหาทางด้านกระบวนการขนส่ง จากโรงงานการผลิตหรือธุรกิจการขนส่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบรรจุ การเคลื่อนย้าย ซึ่งมีข้อจำกัดทางด้านปริมาณตู้คอนเทนเนอร์ ดังนั้นงานวิจัยเรื่องนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการจัดการ การบรรจุกล่องบรรจุอาหารใน 3 มิติ เพื่อที่จะลดช่องว่างในตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้ขนส่งสินค้า ลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการขนส่งโดยใช้อัลกอริทึมของฮิวริสติกส์แบบวิธีเชิงพันธุกรรมร่วมกับการจัดวางแบบแบบทดสอบจุดตัดตามลำดับแกน (GA-AOT) และการจัดวางแบบจุดมุมร่วมกับวิธีเชิงพันธุกรรม (GA-CPP) และนำรูปแบบทั้งสองมาเปรียบเทียบกับ ผลปรากฏว่ารูปแบบการจัดวางแบบจุดมุมร่วมกับวิธีเชิงพันธุกรรม GA-CPP ได้ผลดีกว่า สามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและใช้ตู้คอนเทนเนอร์ในการบรรจุอย่างน้อยที่สุด

คำสำคัญ: วิธีฮิวริสติกส์ วิธีเชิงพันธุกรรม ปัญหาการบรรจุกล่องอาหาร

Abstract

The increasing of consumer demand in foods resulted in their delivery problems, especially the packing, moving and shipping of food boxes into a limited rectangular container from the food manufacturing or postal business. Therefore, this research purposed to manage the problem for three-dimensional food boxes packing, to reduce the spaces, costs and time in the shipments using the heuristic algorithms base on genetic algorithm (GA) with Axis Order Test: GA-AOT and Corner Point Placing: GA-CPP. The computational

performance of both models is then compared. The results from GA-CPP provide the reduction of costs in shipments with the use minimum number of containers.

Keywords: Heuristic method, Genetic algorithm, Food box packing problems

บทนำ

อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัย 4 ที่มนุษย์ต้องการในการดำรงชีวิต ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศที่เน้นธุรกิจด้านเกษตรกรรม และสินค้าอาหารแปรรูปจากผลผลิตทางการเกษตร ส่งผลให้ธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับอาหารเป็นธุรกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศ จากการศึกษาของ อภิสิทธิ์ (2552) กล่าวว่ากระบวนการผลิตอาหารโดยทั่วไปจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการควบคุมคุณภาพสากลที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป คือ Good manufacturing practices (GMP) ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นตอนของการผลิตอาหารที่ดี และ Hazard analysis and critical control point (HACCP) ซึ่งเป็นระบบการผลิตอาหารที่ปลอดภัย จากหลักการของระบบมาตรฐานที่กล่าวมานั้น อาหารจะต้องควบคุมคุณภาพตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ กล่าวคือจะต้องมีการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ กระบวนการผลิต กระบวนการขนส่ง และการจำหน่ายหน้าร้าน กระบวนการขนส่งอาหารสู่มือผู้บริโภค เป็นปัจจัยที่สำคัญและน่าสนใจคือรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารในประเทศไทยจะมีความหลากหลาย ส่งผลให้มีความแตกต่างของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสินค้าและความต้องการของลูกค้า ดังนั้นบรรจุภัณฑ์เพื่อการเคลื่อนหรือขนส่ง (Logistics packaging) ที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการขนส่งสินค้าลดลง ต้นทุนจากการขนส่งและจัดเก็บสินค้ามีมูลค่าสูงขึ้น (อภิสิทธิ์, 2552) นอกจากนี้จากสภาวะการระบาดของเชื้อไวรัส Covid-19 ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อธุรกิจอาหารหลายด้าน โดยเฉพาะการขนส่งอาหารจากโรงงานผลิตอาหารสู่มือผู้บริโภค กล่าวคือในช่วงการระบาดของโรคดังกล่าวอุปสงค์ของการเลือกซื้ออาหารแบบออนไลน์จะสูงขึ้นเนื่องจากผู้บริโภคพยายามลดความเสี่ยงที่จะติดเชื้อไวรัสจากบุคคลภายนอก ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการขนส่งสินค้าอาหาร ธนาภา และสรวิชัย (2561) ได้ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางในการเดินทางขนส่งสำหรับผู้ประกอบการเพื่อช่วยเหลือผู้ประกอบการ เพื่อนำอาหารและสิ่งของจำเป็นไปให้บริการรับและส่งมอบตามพื้นที่ที่ประสบภัยพิบัติแต่ละแห่งต้องการ โดยนำแนวคิดการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) มาใช้หาคำตอบ ผลการทดลองพบว่า ฮิวริสติกส์สามารถหาคำตอบที่เป็น Feasible solution ที่ดีกว่าวิธีกำหนดการเชิงเส้นด้วยโปรแกรม LINGO และใช้เวลาในการหาคำตอบน้อยกว่า ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Hsueh et al. (2008) จากรายละเอียดที่กล่าวไปแล้วข้างต้น เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการขนส่งกล่องสินค้าอาหารที่มีขนาดหลากหลาย ทางผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะใช้วิธีการฮิวริสติกส์ (Heuristics) เพื่อแก้ไขปัญหาจากกระบวนการขนส่งตลอดจนเป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ในตู้ขนส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลต่อการลดต้นทุนและเวลาในการกระจายสินค้าอาหาร

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

รูปแบบวิธีการจัดวางกล่องสินค้า

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอรูปแบบการจัดวางกล่องสินค้าในตู้คอนเทนเนอร์มี 2 วิธี คือ

1. การจัดวางแบบทดสอบจุดตัดตามลำดับแกน (Axis order test: AOT)

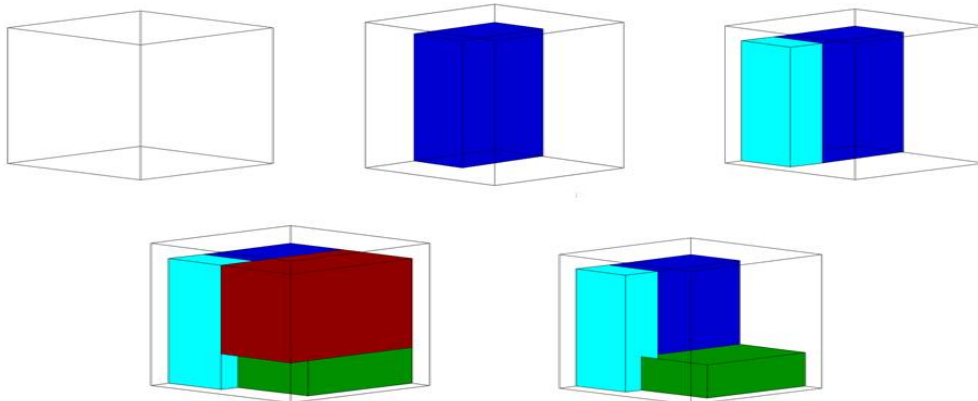
วิธีการจัดเรียงแบบ AOT เป็นวิธีพื้นฐานของการจัดเรียงกล่องสินค้า โดยมีหลักการที่ว่ากล่องที่นำมาจะถูกนำมาพิจารณาวางที่จุดพิกัดเริ่มต้น ที่จุด $(0,0,0)$ ทุกกล่อง กล่าวคือ ก่อนที่จะวางกล่อง B_i ซึ่งมีขนาด $(x \times y \times z)$ และตู้คอนเทนเนอร์ ขนาด $(X \times Y \times Z)$ อันดับแรกต้องทำการตรวจสอบก่อนว่าจุดที่จะบรรจุกล่อง B_i นั้นมีพื้นที่ที่สามารถวางลง

ได้หรือไม่ ถ้าวางได้ก็จะจัดวาง ณ จุด ๆ นั้น แต่ถ้าหากวางไม่ได้ จะทำการเพิ่มพิกัดตามแนวแกน x ทีละ 1 ค่า จนกว่าจะสามารถวาง B_i ได้ ในกรณีนี้

- ถ้า $x > X, y \leq Y, z \leq Z$ ให้เพิ่มพิกัดตามแนวแกน y ทีละ 1 ค่า โดยกำหนดให้ค่า $x=0$ แล้วเพิ่มพิกัดตามแนวแกน x ทีละ 1 ค่า จนกว่าจะสามารถวาง B_i ได้

- ถ้า $x > X, y > Y, z \leq Z$ ให้เพิ่มพิกัดตามแนวแกน z ทีละ 1 ค่า โดยกำหนดให้ค่า $x=0$ และ $y=0$ แล้วเพิ่มพิกัดตามแนวแกน x ทีละ 1 ค่า จนกว่าจะสามารถวาง B_i ได้

- ถ้า $x > X, y > Y, z > Z$ ให้วางกล่องที่ B_{i+1} ได้เลย ทำแบบนี้ซ้ำไปจนกว่าจะบรรจุกล่องทุกกล่องลงตู้คอนเทนเนอร์ได้



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างการจัดวางแบบทดสอบจุดตัดตามแกน (Axis order test: AOT)

2. การจัดวางแบบจุดมุม (Corner point placing: CPP)

วิธีการจัดวางแบบจุดมุม ถูกนำเสนอโดย De Almeida and Figueiredo (2010) โดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการวางกล่องลำดับที่ 1 ขนาด $(x_1 \times y_1 \times z_1)$ ที่จุดพิกัดเริ่มต้น $(0,0,0)$ หลังจากวางกล่องแล้ว จะเกิดจุดพิกัดที่เกิดจากการวางทั้งหมด 3 จุด คือ $(0+x_1,0,0), (0,0+y_1,0)$ และ $(0,0,0+z_1)$

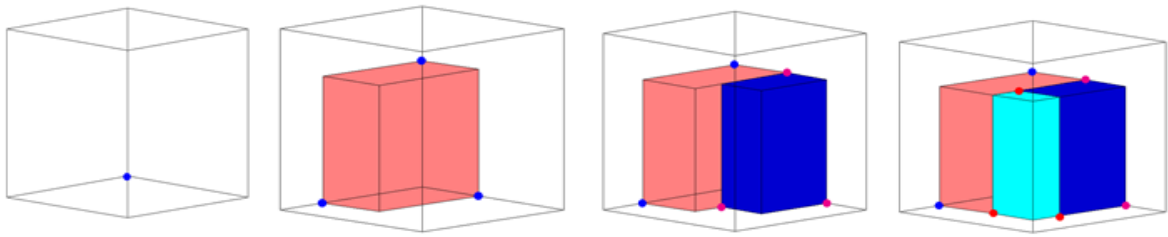
ขั้นตอนที่ 2 นำจุด $(0+x_1,0,0), (0,0+y_1,0)$ และ $(0,0,0+z_1)$ มาเป็นพิกัดสำหรับวางกล่องถัดไป โดยที่ (x_i, y_i, z_i) คือพิกัดที่เกิดจากการวางกล่อง

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบจุดพิกัดที่เกิดจากการวาง (x_i, y_i, z_i) เพื่อวางกล่องลำดับถัดไป

1. ถ้ากล่องใหม่ที่มีขนาด $(x_i \times y_i \times z_i)$ สามารถวางได้ ให้เพิ่มจุดพิกัดที่ได้จากการวางกล่องเพิ่มขึ้นอีก 3 จุด คือ $(x_i+x_i, y_i, z_i), (x_i, y_i+y_i, z_i), (x_i, y_i, z_i+z_i)$ และลบจุดพิกัดที่ใช้วางกล่องออกไป

2. ถ้ากล่องไม่สามารถวางได้ในจุดพิกัดนั้น ให้เลือกจุดพิกัดถัดไปมาทำการวาง

3. ถ้าจุดพิกัดที่มีทั้งหมดไม่สามารถวางกล่องได้ ให้ใช้กล่องลำดับถัดไปมาทดสอบในขั้นตอนที่ 3 อีกครั้งจนครบตามลำดับของกล่อง



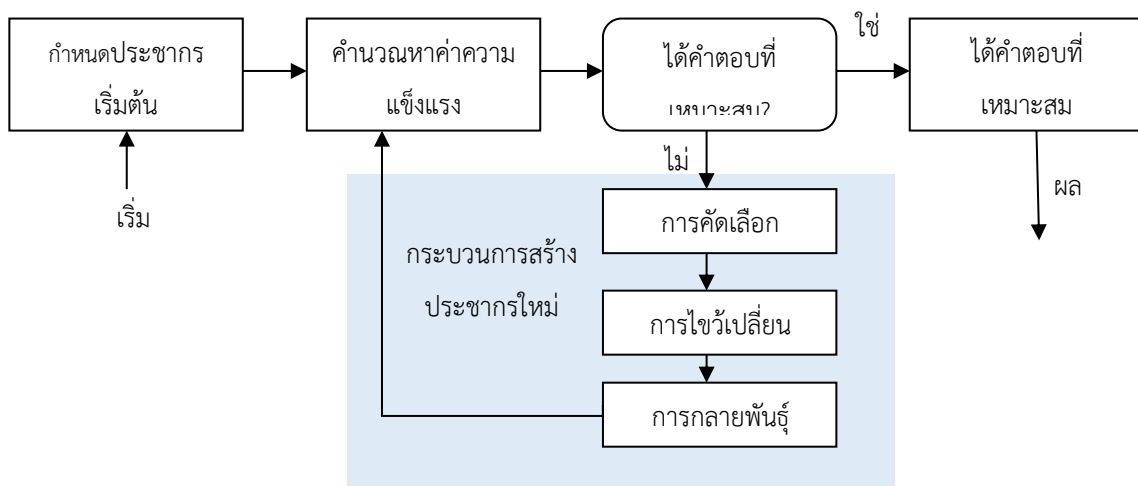
รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างการจัดวางแบบจุดมุม (Corner point placing : CPP)

วิธีฮิวริสติก

วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm: GA)

วิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีที่ใช้สำหรับการหาค่าผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้หลักการทางทฤษฎี วิวัฒนาการทางธรรมชาติและการคัดเลือกตามธรรมชาติ กล่าวคือหากสิ่งมีชีวิตใดมีความเหมาะสมที่สุด จึงจะสามารถดำรงซึ่งเผ่าพันธุ์ได้ในขั้นตอนทางคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมนั้น (Optimal solution) (John, 2004)

เราจะทำการแทนค่าคำตอบให้อยู่ในรูปแบบของโครโมโซม แล้วทำการปรับปรุงโครโมโซมในแต่ละชุด โดยใช้หลักการของการวิวัฒนาการ ในการปรับปรุงเพื่อให้ได้โครโมโซม(คำตอบ) ที่เหมาะสมนั้น จะเริ่มจากการสุ่มตัวอย่างและนำมาเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจก่อให้เกิดการสับเปลี่ยนยีน, การกลายพันธุ์ (Mutation) หรือการไขว้เปลี่ยน (Cross over) ของโครโมโซม จนเกิดประชากรรุ่นใหม่ การเกิดวิวัฒนาการนี้จะทำไปเรื่อย ๆ จนพบค่าคำตอบที่เหมาะสมตรงกับความต้องการ กระบวนการทำงานของวิธีเชิงพันธุกรรมแสดงดังอัลกอริทึมดังต่อไปนี้



รูปที่ 3 แสดงอัลกอริทึมของวิธีเชิงพันธุกรรม

ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการทดสอบการจัดเรียงกล่องสินค้าลงในตู้คอนเทนเนอร์โดยใช้ระเบียบวิธีฮิวริสติกส์ ซึ่งเป็นวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm: GA) ร่วมกับการจัดเรียงแบบการจัดวางแบบจุดมุม (GA-CPP) และการจัดวางแบบทดสอบจุดตัดตามลำดับแกน (GA-AOT) มีทั้งสิ้น 2 ปัญหาด้วยกันคือ ปัญหาของกล่องสินค้าที่นำมาบรรจุมีขนาดแตกต่างกันทั้งหมด (ปัญหาที่ 1) และปัญหาของกล่องที่มีขนาดแตกต่างกัน 6 ขนาด (ปัญหาที่ 2) โดยมีผลการวิจัยดังต่อไปนี้

ปัญหาที่ 1 ตู้คอนเทนเนอร์มีขนาด 7*7*7 เมตร และมีจำนวนกล่องย่อยทั้งหมด 30 กล่อง โดยที่ขนาดของกล่องสินค้าแตกต่างกันทั้ง 30 กล่อง โดยแสดงขนาดของกล่องดัง ตารางที่ 1

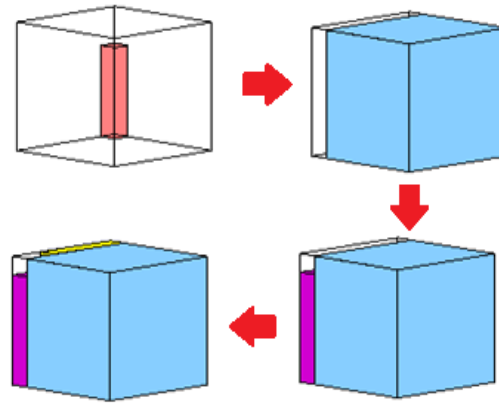
ตารางที่ 1 แสดงขนาดของกล่องย่อยทั้งหมด โดยที่ X คือความกว้าง, Y คือความยาว และ Z คือความสูง

กล่อง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X	7	4	7	3	5	2	5	1	1	1	1	7	1	2	7
Y	7	1	1	2	4	5	1	7	7	2	5	6	6	1	2
Z	2	2	3	5	7	5	1	2	2	3	6	7	5	3	4
กล่อง	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X	5	3	2	2	1	5	1	4	6	3	1	1	1	3	2
Y	5	4	2	3	3	6	4	3	1	5	7	5	1	7	2
Z	3	5	3	4	4	4	1	2	6	4	6	7	5	6	1

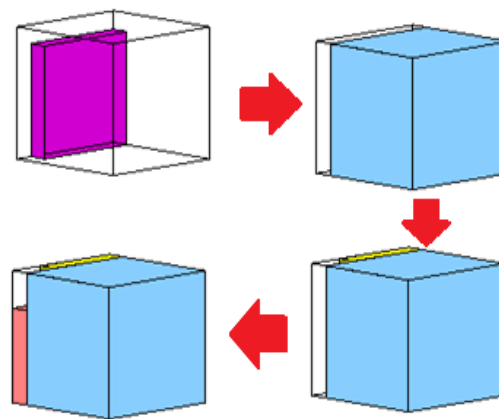
ตารางที่ 2 แสดงผลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ร่วมกับการจัดเรียงแบบการจัดวางแบบจุดมุมและการจัดวางแบบทดสอบจุดตัดตามลำดับแกน

Method	V	Order of placing	Time
GA-AOT	3	28, 12, 26, 15, 24, 9, 11, 27, 4, 14, 6, 23, 17, 18, 22, 7,	446.2
	4	19, 3, 29, 8, 30, 20, 21, 13, 16, 10, 25, 1, 2, 5,	48
	3		
GA-CPP	3	24, 12, 30, 23, 7, 5, 3, 1, 15, 18, 21,	51.58
	4	11, 8, 4, 20, 2, 28, 19, 6, 29, 10, 13,	0
	3	14, 16, 9, 25, 26, 17, 22, 27,	

หมายเหตุ : สีแดง คือ กล่องที่สามารถบรรจุลงไปได้



รูปที่ 4 แสดงลำดับการจัดวางแบบ GA-AOT ของปัญหาที่ 1



รูปที่ 5 แสดงลำดับการจัดวางแบบ GA-CPP ของปัญหาที่ 1

ปัญหาที่ 2 ตู้คอนเทนเนอร์มีขนาด $7 \times 7 \times 7$ เมตร และมีจำนวนกล่องย่อยทั้งหมด 30 กล่อง โดยที่ขนาดของกล่องสินค้ามีขนาดแตกต่างกัน 6 ขนาด คือ $3 \times 3 \times 1$, $1 \times 3 \times 1$, $2 \times 6 \times 2$, $3 \times 2 \times 4$, $3 \times 2 \times 2$ และ $4 \times 2 \times 2$ จำนวน 30 กล่อง โดยแสดงขนาดของกล่องดังตารางที่ 3

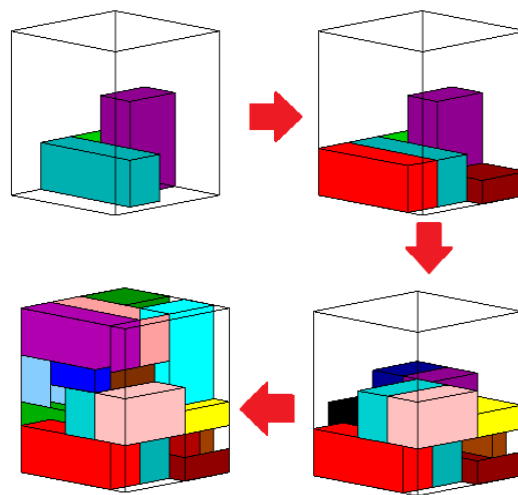
ตารางที่ 3 แสดงขนาดของกล่องย่อยทั้งหมด โดยที่ x คือความกว้าง, y คือความยาว และ z คือความสูง

กล่อง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X	3	1	3	3	2	4	3	1	3	3	2	4	3	1	3
Y	3	3	2	2	6	2	3	3	2	2	6	2	3	3	2
Z	1	1	2	4	2	2	1	1	2	4	2	2	1	1	2
กล่อง	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X	3	2	4	3	1	3	3	2	4	3	1	3	3	2	4
Y	2	6	2	3	3	2	2	6	2	3	3	2	2	6	2
Z	4	2	2	1	1	2	4	2	2	1	1	2	4	2	2

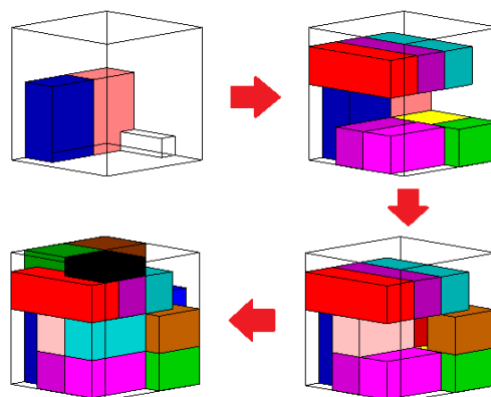
ตารางที่ 4 แสดงผลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ร่วมกับการจัดเรียงแบบการจัดวางแบบจุดมุมและการจัดวางแบบทดสอบจุดตัดตามลำดับแกน

Method	V	Order of placing										Time
GA-AOT	300	15.	17.	22.	19.	5.	8.	1.	18.	9.	7.	643.471
		30.	26.	12.	4.	29.	24.	27.	25.	23.	28.	
		20.	21.	14.	6.	3.	11.	10.	2.	13.	16.	
GA-CPP	292	8.	10.	8.	26.	24.	23.	17.	15.	7.	6.	65.536
		5.	30.	29.	27.	21.	20.	13.	18.	4.	9.	
		3.	11.	12.	2.	22.	1.	19.	16.	14.	25.	

หมายเหตุ : สีแดง คือ กล่องที่สามารถบรรจุลงไปได้



รูปที่ 5 แสดงลำดับการจัดวางแบบ GA-AOT ของปัญหาที่ 2



รูปที่ 6 แสดงลำดับการจัดวางแบบ GA-CPP ของปัญหาที่ 2

การอภิปรายผล

จากงานวิจัยนี้เราได้ศึกษาและนำเสนอรูปแบบการบรรจุกล่องอาหารลงในตู้คอนเทนเนอร์ โดยได้ประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติกส์แบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm: GA) โดยวิธีดังกล่าวได้นำแนวคิดมาจาก Shopova and Vaklieva-Bancheva (2006) โดยนำมาประยุกต์ใช้ต่อในเรื่องของการบรรจุกล่องอาหาร ผู้นำเสนอได้นำเสนอปัญหาการบรรจุกล่องบรรจุภัณฑ์อาหารลงในตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในสภาวะปัจจุบันเพื่อลดเวลาขนส่ง เพิ่มกำไร และลดอัตราการการเน่าเสียของอาหาร

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการจัดวางกล่องสินค้าในตู้คอนเทนเนอร์ 2 วิธี คือ การจัดวางแบบทดสอบจุดตัดตามลำดับแกน (Axis order test: AOT) และ การจัดวางแบบจุดมุม (Corner point placing: CPP) ร่วมกับวิธีการสุ่มหาผลเฉลยโดยวิธีฮิวริสติกส์ แบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้สำหรับการหาค่าผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้หลักการทางทฤษฎีวิวัฒนาการทางธรรมชาติและการคัดเลือกตามธรรมชาติ ในการปรับปรุงเพื่อให้ได้โครโมโซม (คำตอบ) ที่เหมาะสมนั้น จะเริ่มจากการสุ่มตัวอย่างและนำมาเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจก่อให้เกิดการสับเปลี่ยนยีน การกลายพันธุ์ (Mutation) หรือการไขว้เปลี่ยน (Cross over) ของโครโมโซม จนเกิดประชากรรุ่นใหม่ การเกิดวิวัฒนาการนี้จะทำไปเรื่อย ๆ จนพบคำตอบที่เหมาะสมตรงกับความต้องการ และเมื่อนำวิธีการจัดวางและวิธีการสุ่มหาผลเฉลยโดยวิธีฮิวริสติกส์แบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม มาใช้รวมกันแล้ว จึงได้วิธีการจัดเรียงแบบ GA-AOT และ GA-CPP ออกมาเพื่อใช้แก้ปัญหา สำหรับตัวอย่างในการคำนวณหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด ผู้วิจัยได้นำเสนอปัญหาการบรรจุ 2 ตัวอย่างด้วยกันก็คือ ปัญหาตู้คอนเทนเนอร์ที่มีขนาด $7*7*7$ ลูกบาศก์เมตร บรรจุกล่องสินค้าที่มีขนาดแตกต่างกัน 30 กล่อง และปัญหาตู้คอนเทนเนอร์ที่มีขนาด $7*7*7$ ลูกบาศก์เมตร แต่บรรจุกล่องสินค้ามีขนาดแตกต่างกัน 6 ขนาด จากผลการทดลองทั้งสองปัญหา พบว่าวิธีการจัดเรียงแบบ CPP มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในการประมวลผลสั้นที่สุด สาเหตุที่เป็นแบบนี้เนื่องจากว่าการจัดเรียงแบบ AOT จะทำการตรวจสอบทุกจุดที่เป็นไปได้ในการวางกล่องบรรจุภัณฑ์อาหาร แต่วิธีแบบ CPP จะเป็นการนำเฉพาะจุดที่เกิดจากการวาง 3 จุดมาตรวจสอบ ไม่ได้ตรวจสอบทุกจุดเหมือน AOT จึงทำให้ใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่า

บทสรุป

จากผลงานวิจัย พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดวางแบบ GA-AOT และ GA-CPP ให้ผลเฉลยที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในด้านของเวลาที่ใช้ในการประมวลผล การนำวิธีการจัดวางแบบ GA-AOT สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่ไม่มี ความเร่งด่วนทางด้านเวลาและใช้ในการประมวลผลที่มีแม่นยำระดับสูง ส่วนวิธีการจัดวางแบบ GA-CPP สามารถนำไปใช้ในงานที่ต้องการผลที่รวดเร็วและใช้ในการประมวลผลที่มีแม่นยำระดับปานกลาง

กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ และมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตที่ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน

เอกสารอ้างอิง

- ธนาภา ควรผดุงศักดิ์ และสรวิชัย เยาวสุวรรณไชย. (2561). การพัฒนาฮิวริสติกส์เพื่อจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสำหรับช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ ณ เวลาที่ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงไป. วิศวกรรมสาร มก. 30(99): 1-16.
- อภิสิทธิ์ อริยนนทวิทย์. (2552). การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บและขนส่งสินค้าด้วยการพัฒนาระบบบรรจุภัณฑ์มาตรฐาน
กรณีศึกษา: บริษัท AAA ผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิตสาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
- De A.A. and Figueiredo M.B. (2010). A particular approach for the three-dimensional packing problem with additional constraints. Computers & Operations Research. 37(11): 1968-1976.
- Hsueh C.F., Chen H.K. and Chou H.W. (2008). Dynamic vehicle routing for relief logistics in natural disasters. Vehicle Routing Problem, 71-85.
- John M. (2004). Genetic algorithms for modelling and optimisation. Computational and Applied Mathematics. 184(1): 205-222.
- Shopova E.G. and Vaklieva-Bancheva N.G. (2006). BASIC—A genetic algorithm for engineering problems solution. Computers & chemical engineering . 3(8): 1293-1309.
- Vitsanusat A. and Phachirarat S. (2015). Measurement of radon in drinking water at Amphur Meaung, Khonkhaen Province with Ionization chamber. RMUTI Journal Science and Technology. 8(2): 12-20.