บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้นำเอาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่จะประโยชน์ต่อการศึกษาเพื่อหาแนวทางพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยการตัดสินใจ ซึ่งมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้ คือ

1. แบบจำลองการตัดสินใจและวิธีการแก้ปัญหา
2. ทฤษฎีการออกแบบขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์ (อัลกอริทึม)
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการบรรจุสินค้าลงตู้คอนเทนเนอร์

แบบจำลองการตัดสินใจและวิธีการแก้ปัญหา

แบบจำลอง knapsack

ปัญหา Knapsack เป็นปัญหาการตัดสินใจประเภทหนึ่งที่มาจากการพิจารณาปัญหาของโจรที่เข้าขโมยของที่บ้านเศรษฐีที่มีสิ่งของมีค่ามากมาย แต่ขโมยคนนี้สามารถหยิบสิ่งของไปได้ภายในจำนวนที่จำกัด ซึ่งขึ้นอยู่กับน้ำหนักที่ขโมยคนนี้สามารถแบกได้และขนาดของถุงที่นำติดตัวมาด้วย ดังนั้น ปัญหาการตัดสินใจจึงเกิดขึ้นว่าขโมยควรจะเลือกหยิบสิ่งของชิ้นใด โดยจำนวนสิ่งของที่หยิบมานั้นมีมูลค่ารวมมากที่สุด (ณกร อินทร์พยุง, 2548) ซึ่งสามารถเขียนในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยกำหนดให้

w_i = น้ำหนักของสิ่งของชิ้นที่ i

p_i = มูลค่าของสิ่งของชิ้นที่ i

C = ความสามารถในการบรรจุของถุง Knapsack

กำหนดให้ x เป็นตัวแปรการตัดสินใจที่มีค่าไบนารี

x_i = 1 ถ้าสิ่งของชิ้นที่ i ถูกเลือก

= 0 ถ้าสิ่งของชิ้นที่ i ไม่ถูกเลือก

กำหนดให้ m ชิ้น $(i = 1,2,3,...,m)$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

$$Max \sum_{i=1}^{m} p_i x_i$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เงื่อนไข (Constraints)

$$\sum_{i=1}^{m} w_i x_i \leq C$$

$$x_i \in \{0,1\}$$

ถ้ามีสิ่งของไม่มากนักเราสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) แต่เราอาจจะใช้วิธีการหาคำตอบโดยการประมาณค่าหรือให้ค่าใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด เช่นวิธี Greedy หลักการของวิธี Greedy คือสิ่งของใด ๆ ที่ถูกหยิบใส่เข้าไปในถุง Knapsack แล้วจะไม่สามารถหยิบของที่อยู่ในถุงออกมาเพื่อแลกเปลี่ยนกับสิ่งของชิ้นอื่นได้ (ณกร อินทร์พยุง, 2548) ซึ่งสามารถสร้างกลยุทธ์ในการเลือกสิ่งของอย่างง่าย ๆ 3 วิธี คือ

1. เลือกสิ่งของที่มีค่ามากที่สุดก่อน (Greedy by Profit) ในแต่ละขั้นตอนเราจะทำการเลือกสิ่งของที่มีมูลค่ามากที่สุดท่ามกลางสิ่งของที่ยังไม่ได้เลือก จนกระทั่งเลือกของที่เลือกไว้เต็มความสามารถในการบรรจุของถุง Knapsack

2. เลือกสิ่งของที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดก่อน (Greedy by Weight) นั่นคือ เราพิจารณาว่าสิ่งของที่มีน้ำหนักน้อยทำให้ขโมยสามารถหยิบสิ่งของลงในถุง Knapsack ได้ในจำนวนมากขึ้น การกระทำดังกล่าวอาจทำให้มูลค่าโดยรวมของจำนวนสิ่งของทั้งหมดที่อยู่ในถุง Knapsack มีมูลค่ามากที่สุด

3. เลือกโดยสัดส่วนมูลค่าสิ่งของต่อน้ำหนักที่มีค่ามากที่สุดก่อน (Greedy by Profit Density) การเลือกวิธีนี้เป็นการปรับสมดุลระหว่าง 2 วิธีแรก นั่นคือ เราพิจารณาการเลือกสิ่งของที่มีมูลค่ามากที่สุดและสิ่งของที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดภายในเวลาเดียวกันโดยการคำนวณค่า Profit Density จากสัดส่วนมูลค่า และน้ำหนักของสิ่งของ

$$\text{Profit density } (d_i) = \frac{p_i}{w_i}$$

ฮิวริสติกส์ (Heuristic Method)

วิธีการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ เป็นการแก้ปัญหาที่สามารถหาคำตอบที่ดีเพียงพอภายในเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งจะถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการหาคำตอบของแต่ละปัญหาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้หาคำตอบของอีกปัญหาหนึ่งได้

วิธี Constructive เป็นวิธีฮิวริสติกส์ชนิดหนึ่ง อาศัยข้อมูลของปัญหาในการสร้างขั้นตอนในการหาคำตอบ (หรืออัลกอริทึม) วิธี Constructive ในยุคแรก ๆ มีหลายวิธีด้วยกันเช่นวิธี Greedy

แนวความคิดของวิธี Greedy คือ ในขั้นตอนการค้นหาคำตอบ อัลกอริทึมจะเลือกค่าตัวแปรหรือคำตอบที่มีค่ามากที่สุดอยู่ตลอดเวลา ข้อเสียที่สำคัญของวิธี Greedy คือการตกอยู่กับคำตอบที่ไม่ขัดแย้งเงื่อนไขแต่มีค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function Value) ที่ค่อนข้างไม่ดี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง อัลกอริทึมไม่สามารถหาคำตอบที่ดีกว่าคำตอบที่หาได้ (ณกร อินทร์พยุง, 2548)

ฮิวริสติกส์ โดยวิธีเจเนติก (Genetic Algorithm) ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ เป็นการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจที่เลียนแบบลักษณะของการวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithm) โดยตั้งอยู่บนแนวคิดของการเลือกเผ่าพันธุ์ธรรมชาติ (Natural Selection) และวิธีการทางพันธุกรรม ซึ่งได้ถูกประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบที่มีความสลับซับซ้อนและมีตัวแปรและเงื่อนไขของปัญหาเป็นจำนวนมาก

ขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์

สำหรับวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม สามารถแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 5 ส่วนดังนี้

1. การเขียนรูปแบบจำลองพันธุกรรมเพื่อแสดงกลุ่มคำตอบของปัญหา (Genetic Representation)
2. การกำหนดประชาเริ่มต้น (Initial Generation)
3. การประเมินค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์หรือฟิตเนส (Evaluation of Fitness Function)
4. ตัวดำเนินการวิวัฒนาการพันธุกรรม (Genetic Operator) เพื่อที่จะสร้างพันธุกรรมรุ่นถัดไป (Next Generation)
5. การกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม

โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

การโปรแกรมเชิงเส้นเป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ที่ใช้อธิบายปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ได้ คำว่า "การโปรแกรม (Programming)" หมายถึง การวางแผน ส่วนคำว่า "เชิงเส้น (Linear)" หมายถึง ความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่สองตัวขึ้นไป มีความสัมพันธ์กันในลักษณะที่มีอัตราส่วนคงที่ เช่น กำหนดให้ $y = f(x)$ เป็นสมการเชิงเส้น เมื่อค่า x เปลี่ยนแปลงจะทำให้ค่า y เปลี่ยนแปลงไปด้วยในอัตราส่วนคงที่

การดำเนินงานและการจัดการงานทางธุรกิจมีจะเกิดปัญหาที่ต้องการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดหลายอย่าง เช่น ปริมาณสินค้าแต่ละชนิดที่ต้องผลิต ตำแหน่ง/ เส้นทางเดินของเครื่องเจาะแผงวงจรไฟฟ้า ปริมาณสินค้าที่จะต้องขนส่งจากไร่ไปยังโรงงาน เป็นต้น ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. การตัดสินใจ (Decision) ปัญหาการหาผลลัพท์ที่ดีที่สุดที่เกิดขึ้นในการดำเนินงานทางธุรกิจจะต้องมีการตัดสินใจเลือกปัญหาที่จะต้องแก้ไข ว่าจะแก้ไขปัญหาใด เช่น การตัดสินใจหาปริมาณสินค้าที่จะต้องขนส่ง เป็นต้น ซึ่งเมื่อนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ จะต้องใช้สัญลักษณ์พยัญชนะภาษาอังกฤษใด ๆ แสดงแทนการตัดสินใจในปัญหาที่เลือกไว้ สัญลักษณ์ดังกล่าวจะเรียกว่า "ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variable)" เช่น ใช้สัญลักษณ์ $x_1, x_2, \ldots, x_n$ เป็นตัวแปร แทน การตัดสินใจปริมาณสินค้าที่ต้องการผลิตเป็นต้น

2. ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraint) การตัดสินใจในปัญหาการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจะมีปัจจัยที่มีอิทธิพลทำให้เกิดทางเลือกในการตัดสินใจ ปัจจัยดังกล่าว คือ "ข้อจำกัด" ซึ่งเป็นเงื่อนไขบังคับให้ผู้ตัดสินใจจะต้องเลือกทางเลือกที่อยู่ภายในขอบเขตของข้อจำกัดในแต่ละด้าน เช่น ข้อจำกัดในด้านแรงงาน จำนวนชั่วโมงในการผลิตที่ว่างอยู่ กำลังการผลิต เป็นต้น เมื่อนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ไขปัญหาต้องแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการตัดสินใจที่อยู่ในรูปของฟังก์ชันให้อยู่ภายใต้ข้อจำกัด โดยมีรูปแบบทั่วไป 3 ลักษณะคือ

น้อยกว่าหรือเท่ากับข้อจำกัด: $f(x_1, x_2, \ldots x_n) \le b$

มากกว่าหรือเท่ากับข้อจำกัด: $f(x_1, x_2, \ldots x_n) \ge b$

เท่ากับข้อจำกัด: $f(x_1, x_2, \ldots x_n) = b$

3. วัตถุประสงค์ (Objective) การตัดสินใจแก้ไขปัญหา นอกจากจะเลือกทางเลือกที่อยู่ภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ แล้ว สิ่งที่สำคัญที่สุดจะต้องพิจารณา คือ ต้องเลือกทางเลือกที่ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุประสงค์ที่มีค่าต่ำสุดหรือสูงสุด เช่น การตัดสินใจหาปริมาณการผลิตสินค้าที่ดีที่สุด เพื่อให้เกิดผลกำไรสูงที่สุด หรือการตัดสินใจหาปริมาณสินค้าที่จะต้องขนส่ง เพื่อให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด เป็นต้น เมื่อนำแบบจำลองคณิตศาสตร์เข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาวัตถุประสงค์ของปัญหาไม่ว่าจะมีค่าสูงสุดหรือต่ำสุดก็ตามจะเกิดจากความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างตัวแปรการตัดสินใจ ที่นำมา บวก ลบ คูณ หรือหาร เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์นั้น ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะแสดงอยู่ในรูปของ "ฟังก์ชันวัตถุประสงค์" ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

MAX (หรือ MIN): $f(x_1, x_2, \ldots x_n)$

การใช้โปรแกรมเชิงเส้นเขียนอธิบายปัญหา พร้อมทั้งการวางแผนในการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เป็นการแสดงให้เห็นถึงวัตถุประสงค์ในการแก้ไขปัญหาที่ชัดเจน หากทำการออกแบบได้ดี สามารถให้ความถูกต้อง ช่วยลดค่าใช้จ่าย คาดการณ์ของข้อมูล และทำให้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ผู้ตัดสินใจสามารถเข้าถึงปัญหาที่เกิดขึ้นได้เป็นอย่างดีอีกด้วย (พนิดา พาณิชกุล และยุทธภูมิ วงศ์วัฒนฤกษ์, 2546, หน้า 1-32)

ทฤษฎีการออกแบบขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์หรืออัลกอริทึมเป็นคำที่บัญญัติขึ้นมาจากนักคณิตศาสตร์ชาวอาหรับ ชื่อ Aleu Ja'Far Mohammed Ibn Musu al Khowarzmi นักคณิตศาสตร์ผู้นี้แต่งหนังสือที่อธิบายกระบวนงานสำหรับการคำนวณด้วยเลขฮินดู ปัจจุบันอัลกอริทึมนั้นหมายถึง กระบวนงาน (Procedure) สำหรับการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนหรือการบรรลุเป้าหมาย สำหรับด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์อัลกอริทึม หมายถึงกระบวนงานซึ่งสามารถนำไปดำเนินงานได้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ และมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. มีขั้นตอนการดำเนินงานที่ชัดเจนและไม่คลุมเคลือ ดังนั้นแต่ละคำสั่งนั้นมีความสมบูรณ์ในตัวเอง
2. กระบวนงานนั้นเรียบง่ายเพียงพอที่จะได้รับการดำเนินงานโดยเครื่องคอมพิวเตอร์
3. กระบวนงานมีการดำเนินที่มีจุดจบ (Finiteness) โดยที่อัลกอริทึมสามารถหยุดการทำงานหลังจากการดำเนินงานไปได้ระยะหนึ่งตามที่ต้องการและตามที่เวลากำหนด

ข้อความสั่งกำหนดค่าแบบเลขจำนวนเต็ม เช่น x: = y + z เป็นตัวอย่างของคำสั่งซึ่งสามารถดำเนินงานได้ในปริมาณงานที่จำกัด ในคำสั่งของอัลกอริทึม สามารถกำหนดให้มีการวนซ้ำในเวลาขณะหนึ่ง นอกจากนี้เมื่อกำหนดข้อมูลนำเข้าที่มีมูลค่าต่างกันให้อัลกอริทึมดำเนินงาน อัลกอริทึมนั้นสามารถจบลงได้ ดังนั้นโปรแกรมคืออัลกอริทึมที่ไม่มีวงอนันต์ในการดำเนินงาน เมื่อกำหนดข้อมูลนำเข้าชนิดใด ๆ ให้คุณสมบัติของอัลกอริทึมที่กล่าวไปแล้ว คือ การดำเนินงานที่มีจุดจบของอัลกอริทึมเมื่อมองถึงคุณสมบัติ 2 ประเภทของอัลกอริทึม คือ ความไม่คลุมเคลือและความเรียบง่าย สามารถอธิบายอัลกอริทึมในรูปแบบที่คล้ายคลึงกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนั้นการแปลงอัลกอริทึมแต่ละขั้นตอนไปเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำได้ง่าย โดยทั่วไปการเขียนอัลกอริทึมมักจะเขียนในรูปแบบของคำสั่งลำลอง (Pseudo Code) ซึ่งเป็นการรวมภาษาธรรมชาติกับสัญญลักษณ์ คำศัพท์ และ คุณลักษณะอื่น ๆ ที่ใช้ในภาษาโปรแกรมมิ่งระดับสูง อย่างไรก็ตามคำสั่งลำลองนี้ไม่มีมาตรฐานของไวยกรณ์ จึงทำให้ภาษานี้ มีความแตกต่างกันสำหรับนักเขียนโปรแกรมแต่ละคน

การวิเคราะห์และตรวจสอบอัลกอริทึมของโปรแกรมทำได้ง่าย ถ้าอัลกอริทึมเป็นแบบโครงสร้างซึ่งอัลกอริทึมเหล่านี้ได้รับการออกแบบโดยใช้โครงสร้างควบคุมการทำงานหลักพื้นฐานดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. แบบลำดับขั้นตอน ประกอบด้วยการดำเนินงานแบบเรียงลำดับอย่างต่อเนื่อง โดยแต่ละขั้นตอนมีการดำเนินงานเพียงครั้งเดียว

2. แบบเลือก ประกอบด้วยคำสั่งหรือกลุ่มของคำสั่งได้รับเลือกและดำเนินงาน

3. แบบซ้ำ ประกอบด้วยการทำงานซ้ำอย่างน้อยหนึ่งขั้นตอน

กลไกการทำงานทั้งสามแบบนี้มีความซับซ้อนน้อยเมื่อนำไปแยกใช้แต่ละอันและเป็นโครงสร้าง สำคัญของอัลกอริทึมการออกแบบอัลกอริทึมใช้โครงสร้างเหล่านี้ ซึ่งทำให้สามารถอ่านและเข้าใจได้ง่ายเนื่องจากสามารถวิเคราะห์และตรวจสอบได้สะดวกกว่าอัลกอริทึมแบบไม่เป็นโครงสร้าง

อัลกอริทึมแบบไม่ใช่โครงสร้าง

อัลกอริทึมที่อ่านและนับเลข 3 จำนวนและพิมพ์เลขตัวที่มีค่ามากที่สุด

1. Initialize Count to 0.
2. Read a Triple x, y, z.
3. If x = End-of-Data-flag then go to Step 14.
4. Increment Count by 1.
5. If x > y then go to Step 9.
6. If y > z then go to Step 12.
7. Display z.
8. Go to Step 2.
9. If x > z then go to Step 7.
10. Display x.
11. Go to Step 2.
12. Display y.
13. Go to Step 2.
14. Display Count.

อัลกอริทึมแบบโครงสร้าง

อัลกอริทึมใช้อ่านและนับเลข 3 จำนวนและพิมพ์เลขที่มีค่ามากที่สุด

1. Initialize Count to 0.
2. Read the First Triple of Numbers x, y, z.
3. While x $\neq$ End-of-Data-Flag do the Following:

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

a. Increment Count by 1.

b. If x > y and x > z then

Display x.

Else if y > x and y >z then

Display y.

Else

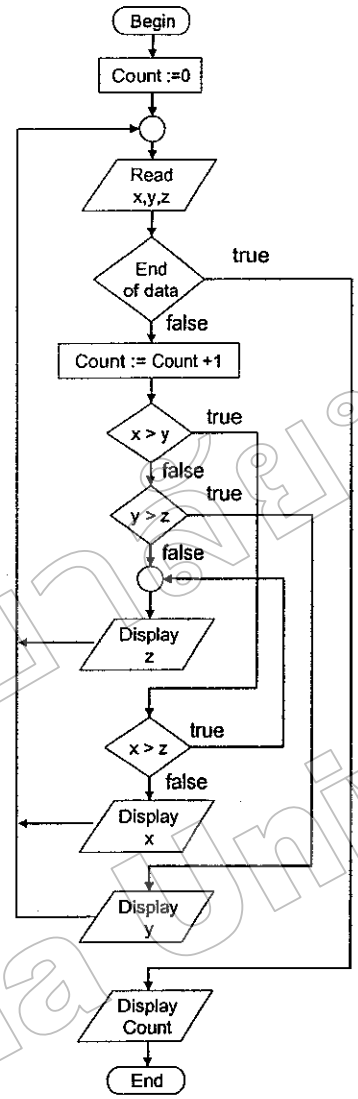
Display z.

c. Read next Triple x, y, z.

4. Display Count.

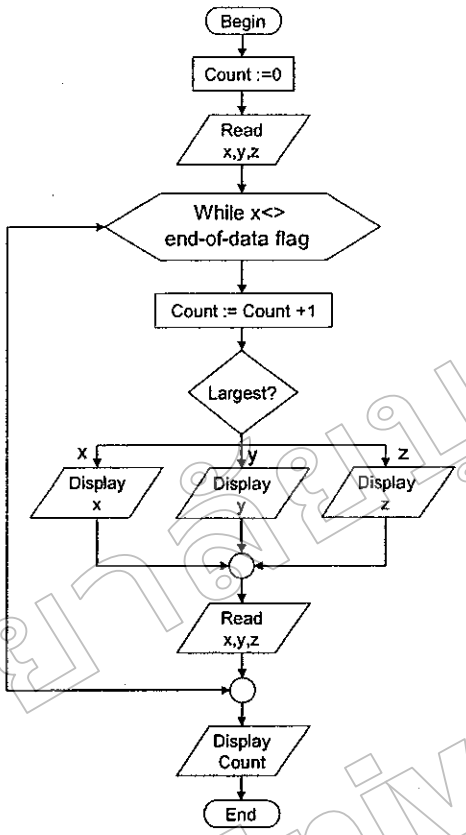
อัลกอริทึมในภาพที่ 2-1 แสดงสปาเกตตี้ลอจิก (Spaghetti Logic) ในทางตรงกันข้ามเมื่อพิจารณาอัลกอริทึมแบบโครงสร้าง ภาพที่ 2-2 แสดงความชัดเจน ความเรียบง่าย ของการแสดงการเคลื่อนไหวทางตรรกวิทยา แต่เนื่องจากการออกแบบอัลกอริทึมในงานวิจัยฉบับนี้มีต้องการสื่อความหมายให้กับผู้ที่ต้องการศึกษาถึงขั้นตอนในการทำงานของอัลกอริทึม ร่วมทั้งขั้นตอนในการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ ให้สามารถเข้าใจได้ง่ายและมีความชัดเจน ดังนั้นลักษณะของอัลกอริทึมที่ใช้จึงมีลักษณะแบบไม่ใช่โครงสร้าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 2-1 อัลกอริทึมแบบไม่ใช่โครงสร้าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 2-2 อัลกอริทึมแบบโครงสร้าง

ผังงาน (Flowchart)

ผังงาน คือ การเขียนอธิบายขั้นตอนวิธีการทำงานในลักษณะของรูปภาพ ประโยชน์ของผังงานใช้สำหรับช่วยในการเขียนลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา เนื่องจากผังงานเป็นการอธิบายวิธีการทำงานในลักษณะของรูปภาพ ทำให้สามารถเห็นลำดับของขั้นตอนวิธีการทำงานได้ชัดเจนกว่าการอธิบายขั้นตอนวิธีการทำงานในลักษณะของข้อความ หากลักษณะของปัญหาที่ต้องการแก้ไขนั้นมีความซับซ้อนมากขึ้น ความยุ่งยากในการเขียนอธิบายขั้นตอนวิธีการทำงานจะมีมากขึ้นตามไปด้วย การใช้ผังงานเพื่อช่วยสำหรับการหาขั้นตอนวิธีการทำงานนั้น จะทำให้สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการทำงานในลักษณะของข้อความได้สะดวกยิ่งขึ้น เมื่อได้ผังงานที่แสดงถึงขั้นตอนวิธีการแก้ไขปัญหาที่ต้องการแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือทำการเปลี่ยนจากผังงานให้เป็นการอธิบายขั้นตอนวิธีการทำงานในลักษณะของข้อความ (Algorithm) รหัสเทียม (Pseudo Code) และโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ที่ต้องการ ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Visual Basic for Application (VBA)

เป็นภาษาที่เขียนคำสั่งขึ้นมาเพื่อควบคุมการทำงานของ Excel ได้อย่างอิสระเหมือนกับการเขียนโปรแกรม ซึ่งมีประโยชน์มากเมื่อเราต้องการสั่งให้ Excel ทำงานที่ซับซ้อน และตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

Visual Basic เป็นแอพพลิเคชันที่ใช้ในการทำงานเกี่ยวกับโมดูลต่าง ๆ ของ VBA ไม่ว่าจะเป็นการดูโค้ดคำสั่ง การเขียนโค้ดคำสั่ง หรือการ Run โค้ดคำสั่งคำตาม โดย VBA นี้จะเริ่มทำงานได้ก็ต่อเมื่อเปิดโปรแกรม Excel ไว้แล้วเท่านั้น แต่นอกจาก VBA จะมีในโปรแกรม Excel แล้ว ในโปรแกรม Word และ PowerPoint ก็มีความสามารถนี้ด้วยเช่นกัน ตัวอย่างลักษณะของขั้นตอนการปฏิบัติงานของ VBA แสดงได้ดังนี้

1. ทำเครื่องหมายปลายขดลวด
2. หาตำแหน่งต่อสาย
3. จัดวางกระดาษนำร่องเพื่อใส่ขดลวด
4. เริ่มต้นจากขดลวดชุดในสุด ใส่ขดลวดและขดของวงจรอนุกรมของแต่ละเฟส (Phase) ลงในช่องสล๊อต
5. อัดขดลวดโดยใช้ที่อัดขดลวดรูปตัวที
6. พันกระดาษฉนวนลงในช่องสล๊อต โดยใช้ที่เขี่ยขดลวด
7. ใส่ลิ่มยันโดยใช้แท่งนำลิ่ม
8. จัดแต่งปลายขดลวด
9. อัดขดลวดลงในช่องสล๊อตในเฟสต่อ ๆ ไป

ผู้ทำงานเกี่ยวกับการใส่ขดลวดในช่องสล๊อตของมอเตอร์ไฟฟ้า ก็จะใช้มาตรฐานการปฏิบัติงานดังกล่าวทุกครั้งในการใส่ขดลวดลงในสล๊อตของมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว และจะปฏิบัติวิธีการเดิมเช่นนี้ทุกครั้งกับมอเตอร์ไฟฟ้าตัวต่อ ๆ ไป

การทำงานในลักษณะซ้ำ ๆ ตามรูปแบบที่ได้ถูกกำหนดไว้ดังกล่าวนี้ หากเป็นงานในด้านเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะกับโปรแกรม Excel แล้ว จะสามารถทำงานในลักษณะแบบนี้ได้อย่างอัตโนมัติ โดยการกดคีย์คำสั่งเพียงครั้งเดียว ก็จะได้งานที่ต้องการออกมาทันที

ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเอาโปรแกรม Visual Basic มาช่วยในการคำนวณหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์เข้าตู้คอนเทนเนอร์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Xue and Lai (1997) ได้ทำการศึกษาหาวิธีบรรจุสินค้าที่มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยม ซึ่งมีขนาดไม่เท่ากันหลายขนาดบรรจุลงตู้คอนเทนเนอร์ขนาดมาตรฐานของบริษัทแห่งหนึ่งในประเทศฮ่องกง ซึ่งในบรรจุสินค้าลงตู้นั้นมีเงื่อนไขในการดำเนินการที่ยุ่งยากซับซ้อน และมีผลกระทบโดยตรงต้นทุนในการขนส่ง ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาโดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic) โดยทำการศึกษาอย่างเป็นระบบแบ่งออกเป็น Placement Heuristics, Ordering Heuristics, Layer-Build Heuristic ซึ่งผลของการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสามารถพัฒนาการจัดเรียงสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถช่วยลดต้นทุนในการขนส่งได้

Chien and Deng (2004) ได้ทำการศึกษาถึงปัญหาในการบรรจุสินค้าลงตู้คอนเทนเนอร์ขนาดมาตรฐาน (Dry Cargo Container) โดยการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อก่อให้เกิดการใช้พื้นที่ในการบรรจุสินค้าได้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยได้นำเสนออัลกอริทึมที่คิดค้นขึ้น เข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบและทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับวิธี Greedy ผลของการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปปฏิบัติได้ของวิธีการนี้ รวมทั้งผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์อาทิเช่น Graphic User Interface (GUI) และโปรแกรมการจำลองสถานการณ์ (Simulation) แสดงให้เห็นถึงกระบวนการในการบรรจุสินค้าลงตู้คอนเทนเนอร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน

Eley (2002) ได้ทำการศึกษาถึงปัญหาการบรรจุสินค้าต่างชนิดกันเช่น มีขนาดที่แตกต่างกัน โดยกล่องมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมสามมิติ ลงตู้คอนเทนเนอร์ตู้เดียว หรือหลายตู้ โดยเพื่อเพิ่มปริมาณการใช้พื้นที่ได้อย่างสูงสุดโดยใช้วิธี Greedy ให้เห็นถึงการจัดเรียงตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการ นอกจากนั้นนำคำตอบที่ได้จากวิธี Greedy มาทำการปรับปรุงโดยใช้วิธีแผนภูมิแบบต้นไม้ (Decision Tree) อีกทั้งได้พิจารณาเงื่อนไขของปัญหาเพิ่มเติมอย่างเช่น Load Stability และ Weight Distribution โดยทำการเปรียบเทียบผลที่ได้กับงานวิจัยของ Bischoff และ Ratcliff

Bischoff (2006) ได้นำเสนอวิธี Construction Heuristic ในการแก้ปัญหาการบรรจุของที่มีความหนักเบาของน้ำหนักบรรทุกแตกต่างกันลงตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งในกฎการจัดเรียงนั้นต้องมั่นใจว่าสิ่งของที่อยู่ข้างล่างสามารถรับน้ำหนักของที่นำมาวางทับด้านบนได้เป็นอย่างดีปราศจากความเสียหาย ด้วยความต้องการคำตอบที่ดีที่สุดในเวลาที่จำกัดและรวมทั้งจำนวนของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคโดยผู้ใช้เป็นหัวใจในการพิจารณา งานวิจัยฉบับนี้ใช้เทคนิคช่วยในการแก้ปัญหาหลายเทคนิคด้วยกัน เช่น Single-Pass Heuristic, Genetic Algorithms, Tabu Search, Linear Programming และ การผสมผสานระหว่าง Tree-Search Heuristic และ Dynamic Programming โดยคำตอบที่ได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แสดงให้เห็นว่าไม่สามารถนำไปปฏิบัติกับวิธีการอื่น แต่จะเหมาะสมกับการจัดเรียงสินค้าโดยคำนึงถึงการรองรับน้ำหนักได้วิธีเดียวเท่านั้น

Davies and Bischoff (1999) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการกระจายน้ำหนักของสินค้าขณะบรรจุลงตู้สินค้า งานวิจัยฉบับนี้ได้เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกอาทิ เช่น Gehring's Approach, Composite Approach และทำการประเมินวิธีการต่าง ๆ ผลการวิจัยที่ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้นำเสนอนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนบรรจุสินค้าซึ่งสามารถเพิ่มประโยชน์จากการใช้พื้นที่อย่างสูงสุด รวมทั้งสามารถกระจายน้ำหนักของสินค้าได้

Chen, Lee and Shen (1995) ได้ทำการศึกษาถึงปัญหาในการบรรจุสินค้าลงตู้คอนเทนเนอร์โดยสินค้าที่มีลักษณะสี่เหลี่ยมมีขนาดแตกต่างกัน วัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อลดพื้นที่ว่างให้เหลือน้อยที่สุด โดยใช้ Analytical Model เพื่อแปลงข้อมูลที่อยู่ในสูตรทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของปัญหาให้สามารถทำการประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ได้ ปัญหาการบรรจุสินค้าได้ถูกแสดงอยู่ในรูปแบบโมเดลทางคณิตศาสตร์ Zero-One Mixed Integer Programming ซึ่งในการศึกษาได้รวมถึงการบรรจุสินค้าลงตู้คอนเทนเนอร์หลายตู้ สินค้าหลายขนาด การกำหนดทิศทางและตำแหน่งของสินค้า และการวางซ้อนกันของสินค้าในตู้คอนเทนเนอร์

อนุทรา กล้าหาญ (2005) ได้ทำการศึกษาถึงวิธีการหาคำตอบที่สุดในการจัดเรียงกล่องที่มีขนาดต่างกัน 2 ขนาดให้สามารถบรรจุลงในกล่องไม้ (Crate) หลาย ๆ ขนาดได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดต้นทุนในการบรรจุต่ำสุด เครื่องมือที่นำมาใช้อาทิเช่น Decision Supporting System (DSS) ซึ่งประกอบได้ด้วย Linear Programming Models (LP), Single Size of Boxes Model (SSB Model), Two Sizes of Boxes Model (TSB, Two Heuristic Algorithms and Solver Option) ผลจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผลที่ได้จาก Solver ของ SSB model มีประสิทธิภาพมากกว่า TSB Model

คชาเดช วุฒิยารังสิต (2545) งานวิจัยฉบับนี้ได้มุ่งเน้นไปในด้านการแก้ปัญหาการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในคอนเทนเนอร์เพื่อให้มีมูลค่าของผลิตภัณฑ์โดยรวมสูงสุด โดยการใช้อัตราส่วนระหว่างมูลค่าสินค้าต่อปริมาตรของบรรจุภัณฑ์ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการคัดเลือกบรรจุภัณฑ์ รวมไปถึงการพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่ต้องคำนึงถึงในการแก้ปัญหา เช่นข้อจำกัดในการวางของบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด ความเสถียรของคอนเทนเนอร์หลังการบรรจุ และน้ำหนักโดยรวมของบรรจุภัณฑ์ซึ่งจะต้องไม่เกินน้ำหนักที่คอนเทนเนอร์สามารถรองรับได้ งานวิจัยนี้ยังได้นำเอาวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เข้ามาใช้ในการหาคำตอบที่ดีขึ้น โดยจะเป็นวิธีการตัดต่อโครโมโซม ซึ่งเป็นการจำลองรูปแบบของคำตอบให้อยู่ในรูปแบบของโครโมโซม เพื่อใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ และพัฒนาสายพันธุ์ให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละรุ่นของประชากร จากการศึกษา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

พบว่าวิธีการดังกล่าวให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตามคุณภาพของคำตอบขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ของวิธีเจเนติกด้วย ดังนั้นในการกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสม จะทำให้ได้คำตอบที่ดีในเวลาที่เหมาะสมได้

วัฒน์พงศ์ ภักดี (2546) ได้นำเสนอวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อแก้ปัญหาการออกแบบบรรจุภัณฑ์, ปัญหาการจัดวางบรรจุภัณฑ์ลงในตู้คอนเทนเนอร์ และเพื่อแก้ปัญหาการจัดวางบรรจุภัณฑ์ลงในตู้คอนเทนเนอร์เมื่อบรรจุภัณฑ์มีหลายขนาดต่อสินค้าหนึ่งชนิด โดยข้อมูลจัดเก็บจากบริษัท เอส. พี. เฟอร์นิเจอร์ จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อหาวิธีลดต้นทุนของบรรจุภัณฑ์ ค่าเช่าตู้คอนเทนเนอร์ (กรณีบรรจุภัณฑ์มีขนาดเดียวต่อสินค้าหนึ่งชนิด) และค่าเช่าตู้คอนเทนเนอร์ (กรณีบรรจุภัณฑ์มีหลายขนาดต่อสินค้าหนึ่งชนิด) ผลการวิจัยพบว่า วิธีเชิงพันธุกรรมสามารถลดต้นทุนบรรจุภัณฑ์ลงได้ 9.79% วิธีฮิวริสติกส์ลดต้นทุนค่าเช่าตู้คอนเทนเนอร์ลงได้ 24.90% และลดต้นทุนค่าเช่าตู้คอนเทนเนอร์ลงได้ 0.83% (กรณีบรรจุภัณฑ์มีหลายขนาดต่อสินค้าหนึ่งชนิด)

ปริญญ์ สุรศักดิ์ศิลป์ (2544) ได้ทำการศึกษาถึงการออกแบบการจัดวางบรรจุภัณฑ์ลงในตู้คอนเทนเนอร์เพื่อให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำสุด และซอฟต์แวร์ในการออกแบบการจัดวางบรรจุภัณฑ์ลงในตู้คอนเทนเนอร์ที่เหมาะสมกับบริษัท โดยคำนึงถึงหลักการในการจัดเรียงสินค้าคือสินค้าชนิดเดียวกันจะมีรูปแบบการจัดเรียงที่เหมือนกันและมีความต่อเนื่องในการเรียงสินค้า ซึ่งจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดเรียงที่สูงที่สุด ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำสุด โดยในการค้นหาเริ่มต้นจะเป็นการค้นหาโดยใช้หลักการข้างต้นในการค้นหารูปแบบการจัดเรียงก่อนเมื่อพ้นช่วงที่กำหนดจะทำการค้นหาคำตอบโดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) ซึ่งหากประสิทธิภาพการใช้ความยาวและปริมาตรตู้คอนเทนเนอร์ที่เท่ากัน รูปแบบที่เหมาะสมกว่าจะถูกจัดเก็บ ผลจากการทดลองสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดวางและเงื่อนไขในการค้นหาคำตอบเบื้องต้นทำให้สามารถหาคำตอบที่ดีโดยให้ประสิทธิภาพที่มากกว่าการจัดเรียงจากการใช้ เจเนติกอัลกอริทึม และเวลาในการคำนวณรูปแบบการจัดเรียงแบบเริ่มต้น ใช้เวลาเป็น 6(B) (,k) โดย B(,k) เท่ากับชนิดสินค้าที่ต้องการบรรจุ และเมื่อสังเกตุจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพในส่วนของการใช้ปริมาตรของตู้คอนเทนเนอร์ การใช้น้ำหนักในการบรรจุ หรือการใช้ความยาวของตู้คอนเทนเนอร์จะมีประสิทธิภาพอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีประสิทธิภาพที่ดี

ศริณญา จารุเวทตระกูล (2548) ได้ทำการศึกษาถึงการลดต้นทุนการทดลองบรรจุสินค้าด้วยโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจ โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาถึงต้นทุนที่เสียไปกับการทดลองบรรจุสินค้าเข้าตู้สินค้าด้วยคนงานก่อนการบรรจุสินค้าจริงเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าที่สุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ต่อหน่วยการขนส่งด้วยการขนส่งมากที่สุด ลักษณะของปัญหาคือต้องมีการทดลองบรรจุและจัดเรียงสินค้าเข้าตู้สินค้าก่อนวันที่จะบรรจุสินค้าจริง โดยการจำลองสถานการณ์เพื่อกำหนดวิธีที่ทำให้ขนส่งได้มากที่สุดก่อนการขนส่งแต่ละครั้ง ทำให้เสียค่าใช้จ่าย เสียกำลังคน และเวลาที่เสียไปในการลองผิดลองถูก ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนของบริษัทเพิ่มสูงขึ้น จึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS) เพื่อช่วยตัดสินใจเลือกวิธีการจัดเรียงและบรรจุสินค้าเข้าตู้สินค้าขึ้นแทนการทดลองจริงโดยโปรแกรมเขียนด้วยภาษาวิชวลเบสิก ส่งผลให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบรรจุสินค้า ลดเวลาในการปฏิบัติงานรวมทั้งส่งผลต่อค่าใช้จ่ายได้ถึง 100% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทำงานแบบเดิม

มีผู้พยายามคิดค้นและพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้คำนวณหาวิธีการจัดเรียงสินค้าที่ดีที่สุด มีราคาตั้งแต่หลักหมื่นจนถึงหลักแสนบาท ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นซอฟต์แวร์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ทำให้ผู้ประกอบการต้องประสบปัญหากับต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ซอฟต์แวร์ของต่างประเทศอาทิเช่น

โปรแกรม MaxLoad Pro เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการวางแผนในการบรรจุสินค้าที่มีหลากหลายประเภทและขนาด เข้าตู้สินค้า, ตู้รถไฟ, รถบรรทุก โดยอยู่บนพื้นฐานของการใช้พื้นที่ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยผู้ใช้สามารถนำข้อมูลจากภายนอก เช่น สินค้า SKU (Shelf Keeping Unit) ของกล่องและแบบที่เป็นพาเล็ตเข้าสู่โปรแกรมโดยผ่านฟังก์ชั่น Import MaxLoad Pro มีฟังก์ชั่นการแก้ไขแบบ ลากและวาง (Drag and Drop) แบบกราฟฟิก 3 มิติ ที่ช่วยให้ผู้ใช้มีความยืดหยุ่นในการสร้างและแก้ไขการวางแผนการบรรจุสินค้าเข้าตู้แบบที่ผู้ใช้สามารถเห็นการตอบสนองได้ทันที จากค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ MaxLoad Pro ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถปรับปรุงการใช้พื้นที่ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลในการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งโดยรวมได้ถึง 10 – 25 % ประกอบไปด้วยฟังก์ชั่น อาทิเช่น

1. ผู้ใช้สามารถกำหนดและสร้างกฎของการจัดซ้อน และวิธีการบรรจุสินค้าเข้าตู้ได้อย่างอิสระเพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากการจัดซ้อน

2. มีความสามารถในการบรรจุสินค้า แบบแยกตามลำดับความสำคัญ หรือกลุ่มของสินค้าในกรณีที่ภายในตู้มีมากกว่าหนึ่งกลุ่ม

3. สามารถคำนวณหาตู้สินค้าที่ดีที่สุดสำหรับ Order แต่ละ Order โดยสามารถที่จะเลือกใช้ตู้ได้มากกว่า 1 ชนิดในการคำนวณแต่ละครั้ง

4. สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายได้

3D Load Packer - Multi Container Loading Optimizer เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยคำนวณการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะสี่เหลี่ยมมีกลุ่มของสินค้าหลายกลุ่ม (Multi-Product) ลงตู้คอนเทนเนอร์หลายตู้ (Multi-Container) แสดงผลเป็น 3 มิติ ใช้เวลาในการประมวลผลประมาณ

3 – 300 วินาที บนเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น Pentium-166 สามารถกำหนดข้อจำกัดที่มีผลต่อการวางแผนบรรจุสินค้าได้ อาทิเช่น ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาตรของสินค้าได้

CoLoSy เป็นซอฟต์แวร์ของ CCE Software ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่ของตู้คอนเทนเนอร์ให้มากที่สุด โดยมีคำนึงถึงข้อจำกัดในเรื่องของจำนวน น้ำหนักของสินค้า ปัจจัยรวมทั้งการเรียงลำดับก่อนหลัง (Last-in-First-Out) สามารถคำนวณสินค้าบรรจุลงในตู้คอนเทนเนอร์หลายตู้ในเวลาเดียวกัน สินค้ามีหลายขนาด หลายรูปทรง เช่น สี่เหลี่ยม ทรงกระบอก แสดงผลเป็น 3 มิติ

ยุทธนา ท้าวนอก นักพัฒนาซอฟต์แวร์ชาวไทยได้ใช้เวลา 3 ปี พัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีชื่อว่าโปรแกรมคำนวณการบรรจุสินค้าแบบ 3 มิติ (Boxes in a Ox) ราคาประมาณหนึ่งหมื่นบาทถึงสองหมื่นบาท ซึ่งสามารถนำมาช่วยในการคำนวณการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โปรแกรมมีคุณสมบัติ อาทิ เช่น

1. สามารถคำนวณการบรรจุสินค้าได้ไม่จำกัดขนาดและจำนวน ทั้งสินค้าและคอนเทนเนอร์
2. สามารถคำนวณสินค้าได้ทั้งรูปแบบพาเล็ทและกล่องคาร์ตัน
3. สามารถจำกัดรูปแบบการพลิกหมุนของสินค้าได้โดยอิสระ 6 ทั้งรูปแบบ
4. สามารถจำกัดจำนวนชั้นการวางซ้อนของสินค้าได้
5. สามารถกำหนดไม่ใช้สินค้าชนิดอื่นวางซ้อนได้
6. สามารถกำหนดให้สินค้าต้องวางที่พื้นเท่านั้นได้
7. สามารถกำหนดน้ำหนักของสินค้าเพื่อใช้ประกอบการคำนวณได้
8. สามารถกำหนดจำนวนสินค้าต่อหีบห่อเพื่อใช้ประกอบการคำนวณได้
9. สามารถกำหนดสีของสินค้าแต่ละชนิดได้โดยอิสระ
10. สามารถกำหนดหน่วยเงินในแต่ละ Shipment ได้

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาผู้วิจัยสามารถสรุปปัจจัยและเงื่อนไขในการบรรจุสินค้าลงในตู้คอนเทนเนอร์ได้ 19 เงื่อนไข ดังนี้

1. ตู้คอนเทนเนอร์ประเภทตู้แห้งขนาดมาตรฐาน 20', 40'
2. บรรจุภัณฑ์มีหลายขนาด โดยมีลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยม
3. Centre of Gravity อยู่กึ่งกลางของบรรจุภัณฑ์
4. บรรจุภัณฑ์ที่วางซ้อนด้านบนไม่เหลื่อมล้ำบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ด้านล่าง
5. จัดเรียงบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดก่อน
6. บรรจุภัณฑ์ทั้งหมดจัดส่งไปยังปลายทางเดียวกัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

7. เป็นการบรรจุสินค้าแบบ Single Container หรือ Multi-Container

8. การจัดเรียงโดยไม่มีช่องว่างระหว่างบรรจุภัณฑ์

9. จัดเรียงบรรจุภัณฑ์ตามแนวตั้ง โดยเริ่มจากทางซ้ายของตู้คอนเทนเนอร์ด้านในสุดมายังด้านขวาของตู้ และจนถึงด้านหน้าของตู้

10. บรรจุภัณฑ์สามารถจัดเรียงไว้ที่ตำแหน่งใดก็ได้ในตู้คอนเทนเนอร์

11. วางบรรจุภัณฑ์ตามแนวยาวขนานกับตู้คอนเทนเนอร์

12. จัดเรียงใบสั่งที่มีจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่เยอะที่สุดก่อน

13. ทำการกระจายน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ให้สมดุลกันตลอดทั้งตู้

14. บรรจุภัณฑ์สามารถหมุนรอบได้ แต่ไม่สามารถเปลี่ยนฐานได้ โดยดูคำเตือน "ด้านนี้ขึ้น (This Side Up)" บนบรรจุภัณฑ์

15. จัดเรียงบรรจุภัณฑ์ตามใบสั่งของลูกค้าจนครบทั้งหมดจึงจัดเรียงของลูกค้าเจ้าอื่น

16. คำนึงถึงการรองรับน้ำหนักของพื้นผิวของบรรจุภัณฑ์ $\left(g/m^3\right)$

17. บรรจุภัณฑ์ที่วางซ้อนด้านบนต้องน้ำหนักน้อยกว่าบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ด้านล่าง

18. จัดเรียงบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดเท่ากันโดยไม่สนใจว่าเป็นลูกค้าเดียวกันหรือไม่

19. แบ่งประเภทผลิตภัณฑ์ที่ไม่ควรอยู่ใกล้กันให้ห่างออกจากกัน

ตารางที่ 2-1 วรรณกรรมอ้างอิงของ 19 เงื่อนไข

วรรณกรรมอ้างอิง	เงื่อนไขที่
Chien and Deng (2004)	1-6, 10, 14
Chen and Shen (1995)	1, 2, 4, 7, 9
Xue and Lai (1997)	1, 2, 5, 8-12
Paul, Davies and Bischoff (1999)	1, 2, 7, 13
วัฒนพงศ์ ภักดี (2546)	1, 2, 4, 8, 9, 14-15
Bischoff (2006)	1, 2, 5, 16
คชาเดช วุฒิยารังสิต (2545)	1, 2, 7, 9, 16-19

การวางแผนจัดเรียงแต่ละครั้งหากไม่มีประสบการณ์หรือการวางแผนที่ดีอาจทำให้สูญเสียพื้นที่ของตู้ไปโดยเปล่าประโยชน์ อีกทั้งยังส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย ในการพิจารณาการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์มีหลายปัจจัยต่าง ๆ ด้วยกันดังรายการข้างต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ในงานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการออกแบบโปรแกรมช่วยในการตัดสินใจในการวางแผนการจัดเรียง โดยใช้ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาเพียงบางส่วนเท่านั้น เนื่องจากถูกจำกัดทางด้านเวลา เงื่อนไขที่ใช้พิจารณาคือ ข้อ 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 18 ซึ่งรายละเอียดจะอยู่ในบทที่ 3

ในงานวิจัยต่าง ๆ นิยมใช้วิธีการทางฮิวริสติกเข้ามาช่วยในการหาคำตอบที่ดีที่สุด ภายในเวลาจำกัด อาทิเช่น (1) วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีพื้นฐานมาจากการคัดเลือกทางธรรมชาติ และธรรมชาติของพันธุกรรม ซึ่งได้ถูกประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจที่มีความสลับซับซ้อนและมีตัวแปรและเงื่อนไขของปัญหาจำนวนมาก (2) วิธี Branch-and-bound เป็นวิธีพื้นฐานในการแก้ไขปัญหาการตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง โดยทั่วไปการแก้ไขปัญหาในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมขนาดใหญ่โดยวิธีนี้ จะใช้ในขั้นตอนการเลือกลำดับตัวแปร (3) วิธี Constructive อาศัยข้อมูลของปัญหาในการสร้างขั้นตอนในการหาคำตอบ (หรืออัลกอริทึม) คือการเขียนอธิบายถึงลำดับขั้นตอนการทำงานของการแก้ปัญหาในลักษณะของข้อความตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย โดยเขียนเรียงลำดับเป็นข้อ ๆ ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงเลือกใช้วิธี Constructive เข้าช่วยในการแก้ปัญหาเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University