ปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลัง

Inventory Routing Problem

วิจิตรสวัสดิ์ สุขสวัสดิ์ ณ อยุธยา
ภาควิชาอุตสาหการและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

บทคัดย่อ

การขนส่งและการจัดการสินค้าคงคลังนับเป็นต้นทุนสำคัญในการดำเนินธุรกิจ แต่เดิมการจัดการงานทั้งสองฝ่ายเป็นแบบแยกส่วน แต่ในปัจจุบันการรวมงานทั้งสองฝ่ายเข้าด้วยกันโดยใช้การตัดสินใจแบบบูรณการสามารถนำไปสู่การลดต้นทุนอย่างสูง การตัดสินใจแก้ปัญหาร่วมระหว่างการจัดการสินค้าคงคลังและการจัดเส้นทางขนส่งเป็นที่รู้จักทั่วไปว่าปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลัง (Inventory Routing Problem หรือ IRP) ซึ่งเป็นปัญหาที่แพร่หลายในวงการวิจัยมาเกือบ 30 ปี บทความวิชาการนี้มีเป้าหมายเพื่อนำเสนอภาพรวมของการจัดเส้นทางพัสดุคงคลัง รวมถึงงานวิจัยในปัจจุบันของปัญหานี้

คำสำคัญ : การจัดการสินค้าคลัง, ปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลัง, โปรแกรมเชิงเส้นแบบผสม, โปรแกรมเชิงพลวัต, วิธีฮิวริสกติกส์, วิธีเมตาฮิวริสติกส์

Abstract

Transportation activities and inventory management are major contributors to operational expenses in most businesses. Traditionally, these two activities are handled separately. However, treating them together as a joint decision problem has led to significant cost reduction, which is vital for business success. The integration of inventory management and routing problem into a single framework is known as inventory routing problem (IRP). The goal of this survey is to provide an overview and the current state of the art of IRP, which has rapidly gained research attention since the first paper devoted to this topic was published almost 30 years ago.

Keywords: Inventory Management, Inventory Routing Problem, Mixed Integer Programming, Dynamic Programming, Heuristic Methods, Metaheuristic Methods.

1. บทนำ

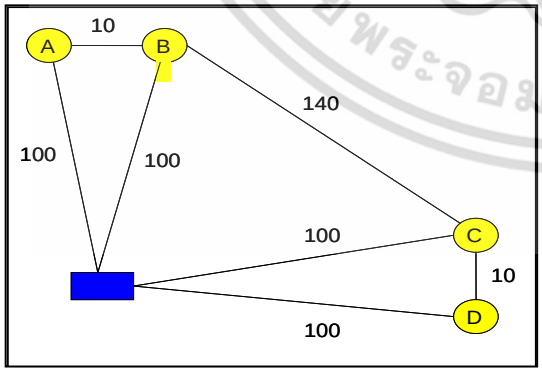
การจัดการสินค้าคงคลังและการจัดการระบบขนส่งเป็นกิจกรรมที่มีมูลค่ารวมเป็นประมาณร้อยละ 70 -80 ของค่าใช้จ่ายสำหรับกิจกรรมทั้งหมดของระบบโลจิสติกส์ ในอดีตก่อนปีคศ.1980 การแก้ปัญหาส่วนใหญ่ของทั้งสองกิจกรรมนี้จะเป็นไปอย่างแยกส่วนและไม่ได้มีการบริหารจัดการแบบบูรณาการ เนื่องด้วยเพราะการขาดงานวิจัยมาเพื่อรองรับกับปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังและเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณยังมีไม่แพร่หลายมากพอตั้งแต่ปี คศ. 1990 เป็นต้นมา การจัดการระบบโซ่อุปทานมีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในทุกกลุ่มอุตสาหกรรม ทั้งในส่วนของการผลิตและการให้บริการ การจัดการระบบโซ่อุปทานเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบ ผู้ผลิต ผู้กระจายสินค้า และร้านค้าปลีก การจัดการระบบโซ่อุปทานจึงมีหลักคิดเพื่อให้การผลิตและจัดส่งสินค้าจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำมีประสิทธิภาพและลดต้นทุนโดยรวมของทั้งโซ่อุปทาน การตัดสินใจในระบบโซ่อุปทานที่ดีจะต้องคำนึงถึงประโยชน์ของทุกส่วน แนวความคิดของการเป็นคนขายและลูกค้าจึงเปลี่ยนมาเป็นคู่ค้าแทนที่ บริษัทชั้นนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาทิเช่น เดล วอลมาร์ท เริ่มตระหนักถึงประโยชน์ของการจัดการระบบโลจิสติกส์และระบบโซ่อุปทานที่มีประสิทธิภาพ

บริษัทห้างค้าปลีกวอลมาร์ทได้เริ่มนำระบบ Vendor Managed Inventory (VMI) ที่เป็นการจัดการสินค้าคงคลังสมัยใหม่โดยมีผู้ขายสินค้าเป็นผู้จัดการบริหารสินค้าคงคลังให้กับผู้ซื้อ โดยที่ผู้ผลิตยังเป็นเจ้าของสินค้าอยู่จนกระทั่งวอลมาร์ทได้ขายสินค้าเหล่านั้นออกไป จึงจะมีการชำระเงินและเปลี่ยนมือความเป็นเจ้าของ ระบบ VMI นี้ทำให้เกิดมุมมองใหม่ในด้านการจัดการสินค้าคงคลัง ผู้ผลิตสามารถกำหนดตารางการส่งสินค้าได้เอง รวมถึงการจัดตารางและเส้นทางการเดินรถเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์กรของผู้ผลิตเอง ผู้ผลิตสินค้าและห้างวอลมาร์ทต่างประสบความสำเร็จอย่างสูงกับการนำระบบVMI มาประยุกต์ใช้ดังนั้นความสำเร็จนี้จึงเป็นแรงกระตุ้นให้ปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังได้รับความสนใจอย่างมากทั้งในหมู่นักวิจัยและนักปฏิบัติตลอดเกือบ 30 ปีที่ผ่านมา ปัญหาการตัดสินใจร่วมกันระหว่างสินค้าคงคลังและเส้นทางการขนส่งถูกนักวิจัยเรียกว่า “Inventory Routing Problem” เป็นครั้งแรกใน [1] ซึ่งในบทความนี้จะเรียกปัญหานี้ว่า “ปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลัง” ตาม [2]

ปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังสามารถแสดงตัวอย่างเป็นกรณีศึกษาของการขนส่งสินค้าด้านล่างโดยนำกรณีตัวอย่างที่เคยถูกนำเสนอใน [3] มาดัดแปลง



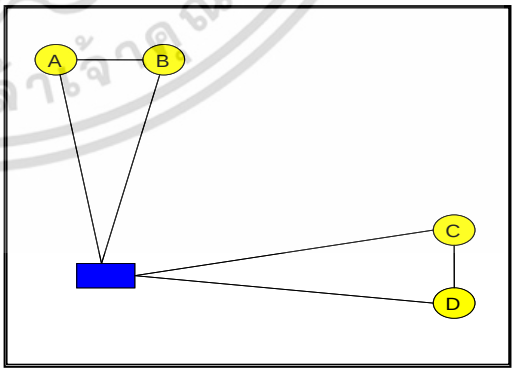
รูปที่ 1: ตำแหน่งคลังสินค้าและจุดรอรับบริการ

ระบบการกระจายสินค้าที่มีคลังสินค้าและจุดรอรับบริการ 4 จุด, A B Cและ D ตามลำดับ ดังรูปที่ 1 ถ้าจุดรอรับบริการมีความต้องการสินค้ารายวันดังตารางที่ 1สมมุติว่ารถขนส่งมีความสามารถบรรทุกสินค้า 500 ชิ้น และไม่คิดค่าดูแลรักษาสินค้าคงคลัง

ตารางที่ 1 ความต้องการสินค้าและความสามารถในการเก็บสินค้าของจุดรอรับบริการ

จุดรอรับบริการ	ความสามารถในการเก็บสินค้า (ชิ้น)	ความต้องการสินค้าต่อวัน (ชิ้น)
A	500	100
B	300	300
C	200	200
D	400	150

การจัดเส้นทางการขนส่งมีคร่าวๆ 2 วิธี กล่าวคือ วิธีแรกในการจัดเส้นทางคือทำการส่งสินค้าจากคลังสินค้าโดยใช้รถ 2 คัน คันแรกจะออกจากคลังสินค้าไปยัง A ต่อไปยัง B แล้วกลับมาที่คลังสินค้า คันที่จะออกจากคลังสินค้าไปยัง C ต่อไปยัง D แล้วกลับมาที่คลังสินค้า โดยส่งสินค้าตามความต้องการของจุดรอรับบริการ ดังรูปที่ 2 โดยระยะทางรวม 420 หน่วยต่อวัน แต่ถ้าเราจัดการส่งสินค้าด้วยวิธีที่สองคือการส่งสินค้าแบ่งเป็น 2 วันดังนี้ วันแรก ส่งสินค้าไปยัง B 300 ชิ้น ต่อไปยัง C ส่งสินค้าอีก 200 ชิ้น ดังรูปที่ 3

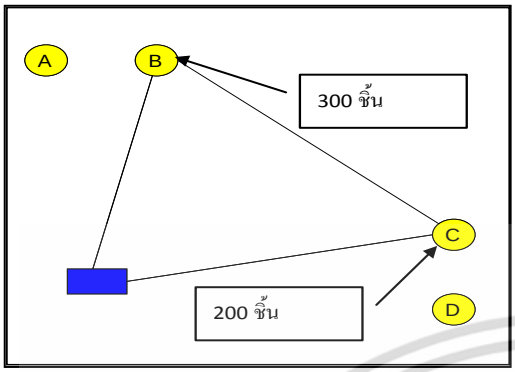


รูปที่ 2: คำตอบของวิธีแรก

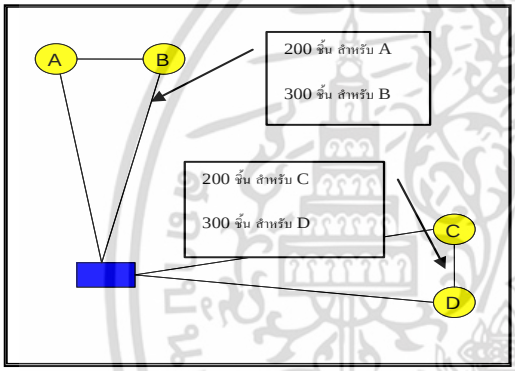
ส่วนวันที่สอง การส่งสินค้าเหมือนคำตอบแรกเพียงแต่จุด D จะทำการส่งสินค้าเป็น 300 ชิ้น ดังรูปที่ 4 ถ้าคิดเวลา 2 วัน ระยะทางการส่งสินค้าด้วยวิธีแรกจะเป็น 840 หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่วิธีที่สอง ระยะทางการส่งสินค้าจะเหลือ 760 หน่วย โดยสามารถลดระยะทางการขนส่งสินค้าลง 80 หน่วย



รูปที่ 3: คำตอบของวิธีที่สองในวันแรก



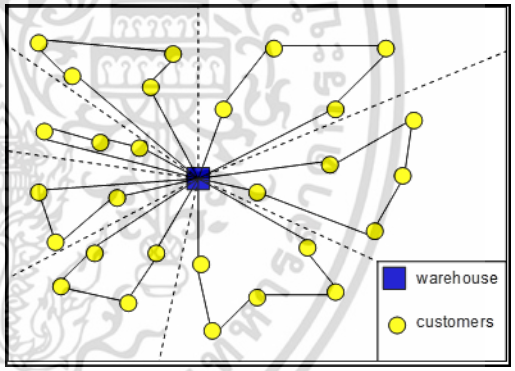
รูปที่ 4: คำตอบของวิธีที่สองในวันที่สอง

ตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการตัดสินใจเส้นทางสินค้าสินค้าคงคลังสามารถจะประหยัดระยะทางในการขนส่งซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าลดลง

บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่ออธิบายปัญหาเส้นทางการขนส่งในภาพรวมและงานวิจัยที่สำคัญและเกี่ยวข้องมาจัดเรียงหมวดหมู่ของงานวิจัยเรียงตามเนื้อหาของวิธีของงานวิจัยเหล่านั้นมุ่งเน้นและให้ความสำคัญ การรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังในวารสารนานาชาติมีใน [4-6] ซึ่งเป็นการรวบรวมงานวิจัยอย่างละเอียด ส่วนที่เหลือของบทความจะเป็นดังนี้ การแก้ปัญหาด้วยการแบ่งกลุ่มลูกค้า (Fixed Partitioned Policy) การแก้ปัญหาเมื่อกรอบเวลาตายตัว (Finite Time Horizon) การแก้ปัญหาเมื่อกรอบเวลาเป็นอนันต์ (Infinite Time Horizon) สรุป และเอกสารอ้างอิง

2. การแก้ปัญหาด้วยการแบ่งกลุ่มลูกค้า (Fixed Partitioned Policy)

ปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังเป็นปัญหาที่ยาก (NP-hard) ทำให้นักวิจัยในช่วงแรกได้หันมาใช้วิธีการแบ่งกลุ่มของลูกค้าและพิจารณากรณีที่ความต้องการสินค้าคงคลังคงที่เพื่อทำให้ปัญหาง่ายลง อีกทั้งในทางปฏิบัติการแบ่งกลุ่มของลูกค้าทำให้พนักงานขับรถมีความคุ้นเคยกับเส้นทางการขนส่งและการทำการตลาดของสินค้าสะดวกขึ้น สมมติฐานที่นักวิจัยได้ตั้งไว้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คือค่าใช้จ่ายในการดูแลสินค้าคงคลังจะพิจารณาเฉพาะลูกค้า (จุดรอรับบริการเท่านั้น) ไม่รวมคลังสินค้า เมื่อทำการแบ่งกลุ่มของลูกค้า แต่ละกลุ่มจะทำการหาเส้นทางการเดินรถจะเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด เมื่อรถขนส่งทำการเติมเต็มสินค้าให้กับลูกค้าในกลุ่ม ลูกค้ารายอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันก็จะได้รับการเติมเต็มสินค้าไปด้วย รูปที่ 5 แสดงภาพการแบ่งกลุ่มของลูกค้า



รูปที่ 5: ตัวอย่างของการแบ่งกลุ่มลูกค้า

Anily และ Federgruen [7,8] ศึกษาปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังโดยการแบ่งกลุ่มของลูกค้าและพัฒนาอัลกอริทึมเรียกว่า “Modified Circular Region Partition Scheme” เพื่อแบ่งกลุ่มของลูกค้า Visawanathanและ Mathur [9] พัฒนาอัลกอริทึมเพื่อลดต้นทุนของสินค้าคงคลังและการขนส่งระยะยาวโดยที่อัลกอริทึมนี้สามารถแก้ปัญหาให้กับการขนส่งสินค้าหลายชนิดโดยการแบ่งกลุ่มของลูกค้าใช้ช่วงเวลาในการเติมเต็มสินค้า ประสิทธิภาพของอัลกอริทึมนี้ถูกทดสอบกับปัญหาที่สร้างขึ้นมาแบบสุ่ม Chan et al. [10] เสนอวิธีในการแบ่งกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกค้าโดยแบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ขั้นตอน 1. แบ่งพื้นที่ให้บริการเป็นบริเวณย่อย 2. ลูกค้าในแต่ละบริเวณย่อย จะถูกแบ่งกลุ่มอีกครั้งด้วยวิธีการแก้ปัญหาการบรรจุงาน (Bin Packing)

3. การแก้ปัญหาเมื่อกรอบเวลาตายตัว (Finite Time Horizon)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบกรอบเวลาตายตัวเป็นแบบจำลองแรกๆที่ถูกพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เมื่อกรอบเวลาตายตัวมีมาอย่างต่อเนื่องและหลายรูปแบบตั้งแต่โปรแกรมเชิงเส้นแบบจำนวนเต็มผสม โปรแกรมเชิงพลวัต วิธีฮิวริสติกส์ และวิธีเมตาฮิวริสติกส์(Metaheuristics) อาทิ เช่น วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) วิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Algorithm)

3.1 โปรแกรมเชิงเส้นแบบจำนวนเต็มผสม

Bell et al. [3] ใช้วิธี Lagrangian Relaxation ในการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นแบบจำนวนเต็มผสมเพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังเป็นครั้งแรก แต่การแก้ปัญหาใช้กรอบเวลาแบบตายตัว Federgruen และ Zipkin [11] จัดตั้งปัญหาด้วยวิธีโปรแกรมเชิงเส้นแบบจำนวนเต็มผสม แต่กำหนดให้ความต้องการของสินค้าเป็นไปตามการแจกแจงความน่าจะเป็นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาทั้งวิธีการหาคำตอบที่แท้จริงและวิธีฮิวริสติกส์ Chien et al. [12] จัดตั้งปัญหาด้วยโปรแกรมเชิงเส้นแบบจำนวนเต็มผสมและเสนอวิธีฮิวริสติกส์บนพื้นฐานของวิธี Lagrangian Relaxation Abelmaguid และ Dessouky [13] เสนอวิธีเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหา Bard และ Nananukul [14] จัดตั้งปัญหาแบบโปรแกรมเชิงเส้นแบบจำนวนเต็มผสมและเสนอวิธีฮิวริสติกส์ โดยคำนึงถึงการผลิตด้วย Zhong และ Aghezzaf [15] จัดตั้งปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นแบบจำนวนเต็มผสมและเสนอวิธีฮิวริสติสก์ในการแก้ปัญหาแต่พิจารณาเฉพาะกรณีรถขนส่งเพียง 1 คัน Solyah et al. [16] จัดตั้งปัญหาเป็นโปรแกรมเชิงเส้นแบบจำนวนเต็มผสมและแก้ปัญหาด้วยวิธี branch-and-cut ในการหาคำตอบ

3.2 โปรแกรมวิธีฮิวริสติกส์และวิธีเมตาฮิวริสติกส์

Herer และ Levy [17] เสนอกรอบเวลาแบบหมุนเวียน (rolling horizon) โดยแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกส์ Bertazzi et al. [18] เสนอการแก้ปัญหาด้วยการกำหนดนโยบายในการเติมเต็มสินค้าแบบ Order-up-to Level (เติมสินค้าให้เต็มตามคำสั่งซื้อของลูกค้า) และแก้ปัญหาเส้นทางด้วยวิธีฮิวริสติกส์ Campbell และ Savelsbergh [19] เสนอวิธีแบบแยกส่วน (Decomposition) ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังที่มีขนาดใหญ่โดยเป็นการสร้างตารางการขนส่ง และเส้นทางการขนส่งถูกสร้างขึ้นตามหลัง Bertazzi et al. [20] ศึกษานโยบายการแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลัง 2 นโยบาย กล่าวคือ การเติมเต็มสินค้าแบบ Order-up-to Level และการเติมเต็มสินค้าแบบ fill fill-dump (เติมสินค้าให้เต็มความสามารถในการเก็บของลูกค้า) Huang และ Lin [21] เสนอวิธีอาณานิคมมดในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลัง โดยที่ความต้องการสินค้าไม่แน่นอนและสินค้าหลายชนิด Liu และ Lee [22] เสนอวิธีฮิวริสติกส์เพื่อแก้ปัญหาเส้นทางการขนส่ง โดยคำนึงกรอบเวลาในการขนส่งให้ลูกค้า (Time Window) Moin et al. [23] ศึกษาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังกรณีสินค้าหลายชนิดและเสนอวิธีเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหา Benoist et al. [24] ใช้วิธีแบบการค้นหาเฉพาะที่แบบสุ่ม(Random Local Search)เพื่อหาคำตอบ

4. การแก้ปัญหาเมื่อกรอบเวลาเป็นอนันต์ (Infinite Time Horizon)

การแก้ปัญหาของการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังเมื่อกรอบเวลาเป็นอนันต์ส่วนใหญ่จะทำการนโยบายการเติมเต็มสินค้าและเส้นทางการขนส่งควบคู่กับไป โดยที่เกือบทุกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะถือว่าความต้องการสินค้าของลูกค้าไม่คงที่และไม่สามารถรู้ล่วงหน้าได้ Minkoff [25] ได้เสนอการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนกระบวนการตัดสินใจแบบมาร์คอฟ (Markov Decision Process) อย่างไรก็ตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้แต่วิธีการหาเส้นทางการขนส่งไม่ได้ระบุไว้ในงานวิจัย งานวิจัยนี้ถือว่าเป็นงานวิจัยแรกที่นำกระบวนการตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบมาร์คอฟมาใช้ Berman และ Larson [26] ใช้โปรแกรมเชิงพลวัต ในการปรับจำนวนสินค้าที่จัดส่งให้ลูกค้าแต่ละราย โดยที่เส้นทางการขนส่งถูกกำหนดไว้แล้ว Kleywegt et al. [27] จัดตั้งปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังในลักษณะกระบวนการตัดสินใจแบบมาร์คอฟ แต่จำกัดจำนวนรถที่ใช้ในการขนส่ง อีกทั้งการส่งสินค้ายังเป็นการส่งสินค้าโดยตรง แต่ Kleywegt et al. [28] ยังใช้รูปแบบกระบวนการตัดสินใจแบบมาร์คอฟและหาคำตอบโดยใช้วิธีการประมาณค่าเพื่อหาคำตอบ โดยพิจารณากรณีที่มีการขนส่งเป็นวงรอบ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดจำนวนลูกค้าต่อรถขนส่ง Adelman [29] เสนอกระบวนการตัดสินใจแบบมาร์คอฟโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นในประมาณค่าของคำตอบ Hvattum และ Lokketangen [30,31] จัดตั้งปัญหาแบบกระบวนการตัดสินใจแบบมาร์คอฟ วิธีฮิวริสติกส์บนพื้นฐานของสถานการณ์แบบต้นไม้ (Scenario Tree Based)

5. สรุป

บทความนี้รวบรวมงานวิจัยที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลังซึ่งมีการพัฒนารูปแบบการจัดตั้งปัญหาและการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีต่างๆ บทความนี้แบ่งส่วนของงานวิจัยตามเนื้อหาที่งานวิจัยเหล่านั้นมุ่งเน้นดังนี้ การวางแผนเชิงกลยุทธ์และยุทธวิธี การแก้ปัญหาด้วยการแบ่งกลุ่มลูกค้า การแก้ปัญหาเมื่อกรอบเวลาตายตัว การแก้ปัญหาเมื่อกรอบเวลาเป็นอนันต์ถูกนำเสนอ

การนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในงานจริงมีความแพร่หลายมากขึ้นซึ่งมีความจำเป็นที่ต้องรวบรวมงานวิจัยเหล่านี้ให้เป็นหมวดหมู่เพื่อการต่อยอดงานวิจัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] B.L. Golden, A. A. Assad, and R. Dahl, “Analysis of a large-scale vehicle-routing problem with an inventory component,” Large Scale Systems in Information and Decision Technologies, 7(2-3):181-190, 1984.

[2] ณัฐกาญจน์ โพธิ์สัมฤทธิ์ และ วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ, “แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุคงคลัง,” วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 20, ฉบับที่ 3 ก.ย. – ธ.ค. 2553.

[3] W. J. Bell, L. M. Dalberto, M. L. Fisher, A. J. Greenfield, R. Jaikumar, P. Kedia, R. G. Mack, and P. J. Prutzman, “Improving the distribution of industrial gases with an on-line computerized routing and scheduling Optimizer,” Interfaces, 13(6):4-23, 1983.

[4] N. H. Moin and S. Salhi, “Inventory routing problem: a logistical review,” Journal of Operational Research Society, 58:1185-1194, 2007.

[5] H. Andersson, A. Hoff, M. Christiansen, G. Hasle, and A. Lokketangen, “Industrial aspects and literature survey: combined inventory management and routing,” Computers & Operations Research, 37(9):1515-1536, 2010.

[6] L. C. Coelho, J. F. Cordeau, and G. Laporte, “Thirty years of inventory-routing,” Technical Report CIRRELT-2012-52, GERAD, Montreal, Canada, 2012.

[7] S. Anily and A. Federgruen, “One warehouse multiple retailer systems with vehicle routing costs,” Management Science, 36(1):92-114, 1990.

[8] S. Anily and A. Federgruen, “Two-echelon distribution system with vehicle routing costs and central inventory,” Operations Research, 41:37-47, 1993.

[9] S. Viswanathan and K. Mathur, “Integrating routing and inventory decisions in one warehouse multiretailer multiproduct distribution system,” Management Science, 43(3):294-312, 1997.

[10] L. M. A. Chan and D. Simchi-Levi, “Probabilistic analyses and algorithms for three-level distribution systems,” Management Science, 44:1562-76, 1998.

[11] A. Federgruen and P. H. Zipkin, “A combine vehicle-routing and inventory allocation problem,” Operations Research, 32(5):1019-1037, 1984.

[12] T. W. Chien, A. Balakrishnan, and R. T. Wong, “An integrated inventory allocation and vehicle routing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

problem," Transportation Science, 23(2):67-76, 1989.

[13] T.F. Abelmaguid and M.M. Dessouky, "A genetic algorithm approach to the integrated inventory-distribution problem," International Journal of Production Research, 44(21):4445-4464, 2006.

[14] J. F. Bard and N. Nananukul, "Heuristics for a multiperiod inventory routing problem with production decisions," Computers & Industrial Engineering, 57(3):713-723, 2009.

[15] Y. Zhong and E. H. Aghezzaf, "Combining DC-programming and steepest-decent to solve the single-vehicle inventory routing problem," Computer & Industrial Engineering, 2011.

[16] O. Solyah and H. Sural, "A branch-and-cut algorithm using a strong formulation and an a Priori tour based heuristic for an inventory routing problem," Transportation Science, 45(3):335-345, 2011.

[17] Y. T. Herer and R. Levy, "The metered inventory routing problem, an integrative heuristic algorithm," International Journal of Production Economics, 51:69-81, 1997.

[18] L. Bertazzi, G. Paletta, and M. G. Speranza, "Deterministic order-up-to level polices in an inventory routing problem," Transportation Science, 36(1):119-132, 2002.

[19] A. M. Campbell and M. W. P. Savelsbergh, "A decomposition approach for the inventory-routing problem," Transportation Science, 38(4):488-502, 2004.

[20] L. Bertazzi, G. Paletta, and M. G. Speranza, "Minimizing the total cost in an integrated vendor-managed inventory system," Journal of Heuristics, 11(5-6):393-419, 2005.

[21] S.-H Huang and P. –C. Lin, "A modified ant colony optimization algorithm for multi-item inventory routing problem with demand uncertainty," Transportation Research Part E: Logisitcs and Transportation Review, 46(5):598-611, 2010.

[22] S. C. Liu and W. T. Lee, "A heuristic method for the inventory routing problem with time windows," Expert Systems with Applications, 38(10):13223-13231, 2011.

[23] N. H. Moin, S. Salhi, and N. A. B. Aziz, "An efficient hybrid genetic algorithm for multi-product mutlti-period inventory routing problem," International Journal of Production Economics, 133(1):334-343, 2011.

[24] T. Benoist, F. Gardi, AJeanjean, and B. Estellon; "Randomized Local Search for Real-Life Inventory Routing," Transportation Science, 45(3):381-398, 2011.

[25] A. S. Minkoff, "A markov decision model and decomposition heuristic for dynamic vehicle dispatching," Operations Research, 41(1):77-90, 1993.

[26] O. Berman and R. C. Larson, "Deliveries in an inventory/routing problem using stochastic dynamic programming," Transportation Science, 35(2):192-213, 2001.

[27] A. J. Kleywegt, V. S. Nori, and M. W. P. Savelsbergh, "The stochastic inventory routing problem with direct deliveries," Transportation Science. 36(1):94-118, 2002.

[28] A. J. Kleywegt, V. S. Nori, and M. W. P. Savelsbergh, "Dynamic programming approximation for a stochastic inventory routing problem," Transportation Science, 38(1):42-70, 2004.

[29] D. Adelman, "A price-directed approach to stochastic inventory/routing," Operations Research, 52(4):499-514, 2004.

[30] L. M. Hvattum, A. Lokketangen, and G. Laporte, "Scenario tree-based heuristics for stochastic inventory-routing problems," INFORMS Journal on Computing, 21(2):268-285, 2009.

[31] L. M. Hvattum and A. Lokketangen; "Using scenario trees and progressive hedging for stochastic inventory routing problems," Journal of Heuristics, 15(6):527-557, 2009.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้