

การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางพาหนะ PROGRAM DEVELOPMENT FOR VEHICLE ROUTING PROBLEM

ไพฑูรย์ ศิริโอพาร

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
85/1 หมู่ 2 ต.บางตลาด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

Paitoon Siri-O-Ran

Department of Industrial Engineering, Punyapiwat Institute of Management
85/1 moo 2 Bangtalad, Prakret, Nonthaburi 11120, Thailand

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันต้นทุนพลังงานที่ใช้ในระบบโลจิสติกส์สูงขึ้นเรื่อยๆ การจัดเส้นทางขนส่งเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการส่งสินค้าปริมาณมากให้กับลูกค้าและใช้รถขนส่งจำนวนหลายคันในแต่ละวัน ดังนั้นหากมีการเลือกเส้นทางขนส่งที่เหมาะสม โดยเลือกใช้เส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด ย่อมจะสามารถช่วยลดต้นทุนในด้านการขนส่งได้ งานวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการจัดเส้นทางพาหนะ โดยประยุกต์ใช้วิธีการโปรแกรมเชิงพลวัตในการจัดเส้นทางที่เหมาะสม จากผลการนำโปรแกรมจัดเส้นทางพาหนะที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับบริษัทผลิตขวดพลาสติกเพื่อใช้ในการจัดเส้นทางพาหนะพบว่า สามารถช่วยลดระยะทางในการขนส่งสินค้าลงได้ 25.24% ดังนั้นถ้าบริษัทมีการจัดเส้นทางขนส่งที่มีประสิทธิภาพก็จะสามารถช่วยลดต้นทุนในการขนส่งสินค้าลงได้

คำสำคัญ: ปัญหาการจัดเส้นทางพาหนะ, การโปรแกรมเชิงพลวัต, ต้นทุนการขนส่ง

ABSTRACT

Nowadays, energy cost that used in logistics system is continuously rising. Transportation route management is a crucial activity. Especially, in case of delivery many products to customers and use a lot of many vehicles in each day. Therefore, if an appropriate route is chosen by selecting a route with shortest distance which can be reduced transportation cost. This research developed a ready program for vehicle route management by applying Dynamic Programming method in optimal routing management. From applied the vehicle routing management program to plastic bottle company for used to vehicle routing

management. It found that the result can be decreased distance for transportation 25.24%. So, if company will have been managing efficiency transportation routing, it will be reduced transportation cost.

KEYWORDS: Vehicle Routing Problem, Dynamic Programming, Transportation Cost

1. บทนำ

ปัจจุบันกิจกรรมโลจิสติกส์เป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในห่วงโซ่อุปทาน เนื่องจากจะต้องนำสินค้าที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้วส่งต่อไปยังลูกค้าด้วยปริมาณที่ถูกต้องและรวดเร็ว ส่วนของผู้ผลิตในด้านการลดต้นทุนจึงต้องมีการกำหนดเส้นทางการขนส่งสินค้าที่ใช้ เพื่อการเคลื่อนย้ายสินค้าจากบริษัทไปยังลูกค้า หากการขนส่งสินค้าทำได้รวดเร็วถูกต้องแม่นยำและมีประสิทธิภาพย่อมสร้างศักยภาพในการแข่งขันให้สูงขึ้นได้ ดังนั้นการขนส่งสินค้าถือเป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องได้รับการวางแผนและการจัดการอย่างมีระบบเพื่อให้การดำเนินการเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1] โดยจุดมุ่งหมายของการขนส่งสินค้าคือสามารถส่งสินค้าให้ถึงลูกค้าได้ทันเวลาที่กำหนดโดยสินค้ามีความเสียหายน้อยที่สุดและค่าใช้จ่ายในการขนส่งซึ่งแปรผันตามระยะทางที่ใช้ในการเดินทางเกิดขึ้นต่ำที่สุด เนื่องจากราคาเชื้อเพลิงไม่ว่าจะเป็นน้ำมันหรือก๊าซธรรมชาติมีราคาสูงขึ้นทำให้การขนส่งสินค้าของบริษัทจึงต้องมีการวางแผนกำหนดเส้นทางการขนส่งสินค้าไว้ล่วงหน้า หากสามารถบริหารการขนส่งสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ทำให้สามารถเพิ่มผลกำไรขององค์กรให้มากขึ้นด้วย

ในงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับจัดเส้นทางพาหนะหลายคัน โดยให้ระยะทางการขนส่งสินค้าที่เกิดขึ้นสูงสุดมีค่าต่ำสุด เพื่อเป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกกับผู้ใช้งานในการจัดเส้นทางพาหนะขนส่งสินค้าให้กับสถานประกอบการได้

2. ทบทวนการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไพฑูรย์ ศิริโอพาร [2] พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการวางแผนการขนส่งสินค้า ในกรณีเดียวกันกับปัญหาการเดินทางของพนักงานขายหลายคนด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงพลวัต ซึ่งผลการจัดเส้นทางที่ได้จะให้ค่าระยะทางที่เกิดขึ้นสูงสุดมีค่าต่ำที่สุด ทำให้การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ จึงเป็นวิธีที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการขนส่งให้กับองค์กรได้ แต่มีข้อเสียที่การกำหนดเมตริกยะทางให้กับโปรแกรมผู้ใช้งานจะต้องหาระยะทางระหว่างทุกคู่จุดจาก Google Map และป้อนค่าข้อมูลระยะทางทุกคู่จุดให้กับโปรแกรม ถ้าสมมติมีจำนวนลูกค้า 99 ราย รวมกับบริษัทที่เป็นจุดตั้งต้นรวม 100 จุด จะต้องทำการขอเส้นทางจาก Google Map จำนวน $n(n-1)/2$ ครั้ง หรือในกรณีสมมติจำนวน 4,950 ครั้ง (กรณี

กำหนดเมตริกระยะทางเป็นแบบสมมาตร) ทำให้ต้องใช้เวลาในการหาข้อมูลระยะทางระหว่างคู่จุด และถ้ามีลูกค่านำใหม่เกิดขึ้นจะต้องทำการขอข้อมูลระยะทางจาก Google Map เพิ่มขึ้นจากเดิม

ไพฑูรย์ ศิริโอพาร [3] พัฒนาโปรแกรมสำหรับจัดเส้นทางพาหนะ มีวัตถุประสงค์ให้ระยะทางที่เกิดขึ้นสูงสุดมีค่าต่ำสุด โดยได้ปรับปรุงข้อเสียจากงานวิจัย ไพฑูรย์ ศิริโอพาร [2] ในเรื่อง การกำหนดระยะทางระหว่างทุกคู่จุดของลูกค่านำที่จะต้องขอเส้นทางจาก Google Map จำนวนมาก ทำให้เสียเวลาจากการขอเส้นทางจำนวนหลายครั้งไม่สะดวกต่อการใช้งาน ในงานวิจัยนี้ได้ใช้สมการของ Haversine's formula [4] ซึ่งใช้พิกัดละติจูดและลองจิจูดตำแหน่งที่ตั้งของลูกค่านำ มาประมาณระยะทางขจัดด้วยสมการ

$$\Delta\sigma = 2 \sin^{-1} \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta\varphi}{2} \right) + \cos \varphi_s \cos \varphi_f \sin^2 \left(\frac{\Delta\lambda}{2} \right)} \right) \quad (1)$$

$$d = \Delta\sigma \cdot R \quad (2)$$

กำหนดให้ $\Delta\sigma$ = มุมภายในทรงกลม

$\Delta\varphi$ = ละติจูดจุดที่ 1 - ละติจูดจุดที่ 2

φ_s = ละติจูดจุดที่ 1

φ_f = ละติจูดจุดที่ 2

$\Delta\lambda$ = ลองจิจูดจุดที่ 1 - ลองจิจูดจุดที่ 2

R = รัศมีของโลก = 6,371.10 กิโลเมตร

d = ระยะทางขจัดตามแนวผิวโค้งของโลก

การใช้ระยะทางขจัดที่คำนวณได้จากสมการที่ (1) และ (2) ทำให้ไม่ต้องทำการขอเส้นทางทุกคู่จุดจาก Google Map เพียงป้อนค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดของลูกค่านำดังรูปที่ 2 โปรแกรมจะทำการคำนวณระยะทางทุกคู่จุดโดยใช้สมการที่ (1) จากการนำโปรแกรมจัดเส้นทางพาหนะที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับสถานการณ์ประกอบการแห่งหนึ่ง เพื่อใช้ในการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าในรอบเช้าโดยใช้รถขนส่ง 3 คัน พบว่า วิธีเดิมพนักงานขับรถจะทำการจัดสรรเส้นทางโดยอาศัยประสบการณ์ทำให้ระยะทางรวมที่เกิดขึ้นในการขนส่งสินค้า 407.80 เปรียบเทียบกับเมื่อนำข้อมูลตำแหน่งพิกัดที่อยู่ของลูกค่านำมาประมวลผลด้วยโปรแกรมจัดเส้นทางเดินรถให้ค่าผลรวมของระยะทางที่ใช้ในการขนส่งมีค่าต่ำสุด 344.30 กิโลเมตรดังนั้นสามารถลดระยะทางที่ใช้ในการขนส่งได้ 63.50 กิโลเมตร หรือลดลงจากเดิม 15.57% สถานประกอบการที่นำโปรแกรมจัดเส้นทางเดินรถที่พัฒนาขึ้นไปใช้ช่วยในการวางแผนการขนส่งสินค้าสามารถช่วยลดต้นทุนในการขนส่งสินค้าได้

สุทธิชา ทับดารา [5] ออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวางแผนการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร แบบจำลองที่ใช้มาจากการประยุกต์ทฤษฎี Vehicle Routing Problem โดยใช้วิธี Cluster-Frist Route-Second Method กรุงเทพมหานครแบ่งเขตออกเป็น 50 เขต ซึ่งแต่ละเขตมีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดเก็บขยะที่เกิดขึ้นภายในเขต ในการวางแผนระบบการจัดเก็บขยะของรถเก็บขยะแต่ละคัน ทำการจัดกลุ่มจุดเก็บขยะให้กับรถเก็บขยะแต่ละคันก่อน จากนั้นก็จัดเส้นทางเดินของรถขยะแต่ละคัน เริ่มต้นรถเก็บขยะออกจากสถานีจอดรถและเมื่อวิ่งผ่านจุดเก็บขยะทุกจุดแล้วจากนั้นรถเก็บขยะจะวิ่งไปยังสถานีขนถ่ายขยะเป็นจุดสุดท้าย การจัดการขยะมูลฝอยใช้โปรแกรม Delphi 3 ในการพัฒนาโปรแกรม และใช้โปรแกรม SQL Server Express 2005 เป็นโปรแกรมจัดทำฐานข้อมูล สำหรับฐานข้อมูลระยะทางระหว่างทุกคู่จุดของจุดเก็บขยะได้จากการหาเส้นทางด้วยโปรแกรม Map Magic 2008 จากนั้นนำคีย์เข้าในโปรแกรมเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการจัดเส้นทางของรถจัดเก็บขยะ

พงศ์ภูมิ และคณะ [6] ศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตน้ำดื่ม ซึ่งจัดเส้นทางรถขนส่งในแต่ละรอบโดยใช้ประสบการณ์ของพนักงานในการจัดเส้นทางทำให้ขาดการวางแผนที่ไม่แน่นอน ส่งผลให้ต้นทุนและเวลาในการทำงานเพิ่มขึ้น โดยประยุกต์ใช้ Google maps API เพื่อนำเสนอแผนที่ที่ได้จากการจัดเส้นทางรถขนส่ง การพัฒนาระบบมีการนำ 3 ปัจจัยคือ ระยะทาง น้ำหนักสินค้าตามคำสั่งซื้อของลูกค้า และน้ำหนักบรรทุกของพาหนะ มาใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางที่ประหยัดที่สุด ผลจากการศึกษาพบว่า ระบบจัดการเส้นทางสามารถลดระยะทางจากเดิม 7.370 กิโลเมตร เหลือ 6.738 กิโลเมตร รวมระยะทางที่ลดลงคือ 632 เมตรหรือ คิดเป็นร้อยละ 8.57 ของระยะทางเดิม ถึงแม้ว่าผู้วิจัยจะนำ Google maps API มาใช้ในการแสดงแผนที่การเดินทาง แต่การป้อนระยะทางทุกคู่จุดยังใช้วิธีการขอเส้นทางจาก Google Map ที่ละคู่จุดป้อนเข้าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการออกแบบเส้นทางรถขนส่ง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่าการวางแผนการขนส่งที่ดีจะสามารถช่วยลดต้นทุนในการขนส่งสินค้าลงได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเห็นความสำคัญในการพัฒนาโปรแกรมการจัดเส้นทางพาหนะที่มีประสิทธิภาพและสะดวกต่อการใช้งาน

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ส่วนของวิธีการจัดเส้นทางพาหนะ

ปัญหาการจัดเส้นทางพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) มีรูปแบบเหมือนกันกับปัญหาการเดินทางของพนักงานขายหลายคน (Multiple Travelling Salesman Problem: MTSP) เนื่องจากเป็นการเดินทางจากจุดเริ่มต้น (อาจเป็นบริษัท โรงงาน หรือคลังสินค้า) ไปยังลูกค้าในแต่ละจุด ตามจุดต่างๆ เพียงครั้งเดียวเท่านั้น และกลับมาที่จุดเริ่มต้นอีกครั้งเมื่อเดินทางไปยังลูกค้า

ครบตามเส้นทางที่กำหนด โดยใช้พาหนะจำนวน 2 คัน ขึ้นไป สามารถเขียนเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{กำหนดให้ } X_{ijk} &= 1 \text{ เมื่อทำการเชื่อมปม } i \text{ เข้ากับ ปม } j \text{ ในเส้นทาง } k \\ &= 0 \text{ เมื่อเป็นอย่างอื่น} \end{aligned}$$

T = ระยะเวลาเดินทางรวมของเส้นทางที่มีค่าระยะทางรวมสูงที่สุด

$T(L)$ = ระยะเวลาเดินทางของเส้นทาง L

สมการเป้าหมาย (3) สมการเป้าหมายที่ต้องการระยะเวลาเดินทางรวม ของเส้นทางที่มีค่าระยะทางรวมสูงที่สุด มีค่าต่ำที่สุด สมการข้อจำกัดที่ (4) แสดงให้เห็นถึงค่า T แทนระยะทางในเส้นทางที่มีค่าสูงสุด สมการข้อจำกัดที่ (5) และ (6) เป็นเงื่อนไขที่ให้พาหนะแต่ละคัน ไปส่งสินค้าให้กับลูกค้าแต่ละจุดเพียงครั้งเดียว สมการข้อจำกัดที่ (7) ความต่อเนื่องของเส้นทาง และสมการที่ (8) เป็นเงื่อนไขการป้องกันไม่ให้เกิดการเดินทางออกนอกวงรอบการเดินทาง

$$\text{O.F. : Minimize } T \quad (3)$$

$$\text{S.T: } T \geq \sum_{i=1}^{n+m} \sum_{j=1}^{n+m} c_{ij} x_{ijk} \quad k = 1, \dots, m \quad (4)$$

$$T(L) = \sum_{i=1}^{n+m} \sum_{j=1}^{n+m} c_{ij} x_{ijl} \quad l = 1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^{n+m} \sum_{k=1}^m x_{ijk} = 1 \quad j = 1, \dots, n + m \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{n+m} \sum_{k=1}^m x_{ijk} = 1 \quad i = 1, \dots, n + m \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^{n+m} x_{ihk} - \sum_{j=1}^{n+m} x_{bjk} = 0 \quad h = 1, \dots, n + m, k = 1, \dots, m \quad (7)$$

$$U_i - U_j + (m + n) \sum_{k=1}^m x_{ijk} \leq m + n - 1 \quad (8)$$

$$i, j = 1, \dots, n + m, i \neq j$$

$$x_{ijk} \in \{0, 1\}, \forall (i, j) \in A$$

การแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้การโปรแกรมเชิงพลวัต โดยทำการแตกปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ และในปัญหาย่อยแต่ละปัญหาจะมีตัวแปรตัดสินใจเพียงตัวเดียวปัญหาย่อยนี้เรียกว่า ขั้นตอน (Stage) ในแต่ละขั้นตอนจะมีตัวแปรบ่งบอกถึงสถานะของระบบ (State Variable) อยู่ตัวหนึ่ง ซึ่งตัวแปรนี้จะบ่งบอกถึงสภาวะปัจจุบันในขั้นตอนที่กำลังพิจารณา การหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดของปัญหาการโปรแกรมเชิงพลวัต จะทำเรียงตามลำดับขั้นตอนผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละขั้นตอน คำนวณได้จากผลลัพธ์ที่ได้จากการตัดสินใจในขั้นตอนนั้น กับผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นตอนก่อน และเมื่อถึงขั้นตอนสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดของปัญหา ลักษณะพื้นฐานของปัญหาการโปรแกรมเชิงพลวัตสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาสามารถแบ่งปัญหาออกเป็นขั้นตอน และในแต่ละขั้นตอนจะต้องมีการตัดสินใจหนึ่งครั้ง
2. ในแต่ละขั้นตอนจะมีตัวแปรบอกสถานะของระบบ โดยทั่วไปแล้วตัวแปรบ่งบอกสถานะนี้เป็นเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของระบบในขั้นตอนนั้นๆ
3. สำหรับขั้นตอนใดๆ การตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขั้นตอนที่เหลือจะเป็นอิสระกับการตัดสินใจในขั้นตอนที่ผ่านมาแล้ว นั่นคือ ณ ขั้นตอนนั้นผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยไม่สนใจว่าจะมาสู่ขั้นตอนนั้นได้อย่างไร
4. วิธีการหาผลลัพธ์นิยมเริ่มจากการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด สำหรับสภาวะของระบบแต่ละสภาวะในขั้นตอนสุดท้ายก่อน (Backward)
5. ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสถานะแต่ละสถานะในขั้นตอนที่ n หาได้จากผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด สำหรับสถานะแต่ละสถานะในขั้นตอนที่ $n+1$ โดยใช้สมการย้อนซ้ำ (Recursive Equation) สมการที่ (9) โดย

- N = จำนวนขั้นตอน
- n = ขั้นตอนที่เป็นอยู่ ($n = 1, 2, \dots, N$)
- S_n = สถานะของระบบในขั้นตอนที่ n
- X_n = ตัวแปรตัดสินใจในขั้นตอนที่ n

$$f_n^*(S_n) = \text{opt}_{X_n} \{ r_n(s_n, x_n) \otimes f_{n-1}^*(s_{n-1}) \} \quad (9)$$

6. ใช้สมการย้อนซ้ำหาผลลัพธ์ที่ละขั้นตอน โดยวิธีย้อนกลับในแต่ละขั้นตอนหาทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขั้นตอนนั้นๆ ทำต่อไป จนกระทั่งถึงขั้นตอนเริ่มต้น

สำหรับการหาคำตอบที่ดีที่สุดปัญหาการจัดเส้นทางพาหนะหลายคน โดยมีเป้าหมายให้ระยะทางการขนส่งสินค้าที่เกิดขึ้นสูงสุดมีค่าต่ำสุดด้วยวิธีการประยุกต์การโปรแกรมเชิงพลวัต ทำ

ได้โดยการกำหนดความเป็นไปได้ของปัญหาและการเลือกตัดสินใจอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งในขั้นตอนสุดท้ายจะได้คำตอบของปัญหาที่ต้องการ โดยการเลือกตัดสินใจในขั้นตอนก่อนหน้าสามารถกำหนดขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: กำหนดความเป็นไปได้ของการเดินทางของพาหนะขนส่ง เช่นตัวอย่างดังนี้

กรณีรถจัดเส้นทางเดินรถ 2 คัน: $f_0(j, _) , _ = dij , _$

กรณีรถจัดเส้นทางเดินรถ 3 คัน: $f_0(j, _) , _ = dij , _ , _$

กรณีรถจัดเส้นทางเดินรถ 4 คัน: $f_0(j, _) , _ = dij , _ , _ , _$ เป็นต้น

เมื่อ $f_0(j, _)$ คือ เส้นทางการเดินทางจากจุดที่ 1 ไปยังจุดที่ j

d_{1j} คือ ระยะเดินทางจากจุดที่ 1 ถึง จุดที่ j

ขั้นตอนที่ 2: นำสมการเริ่มต้นในขั้นตอนที่ 1 มาคำนวณเส้นทางของการเดินทางด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงพลวัต โดยกำหนดให้

ขั้นตอน คือ จุดที่ต้องการไป j โดย $j = 1, 2, 3, \dots, m$

สถานะ คือ $f_i(j, s)$ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางในขั้นตอนนั้น ๆ

ทางเลือก คือ เส้นทางการเดินทางของพาหนะขนส่งที่สามารถเป็นไปได้

ผลตอบแทน คือ ระยะทางการเดินทางของรถสูงสุดที่เกิดขึ้นต่ำสุดโดยใช้สมการย้อนซ้ำสมการที่ (9) หาผลลัพธ์ที่ละขั้นตอนโดยย้อนกลับในแต่ละขั้นตอนหาทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขั้นตอนนั้น ๆ ทำต่อไปจนถึงขั้นตอนเริ่มต้น

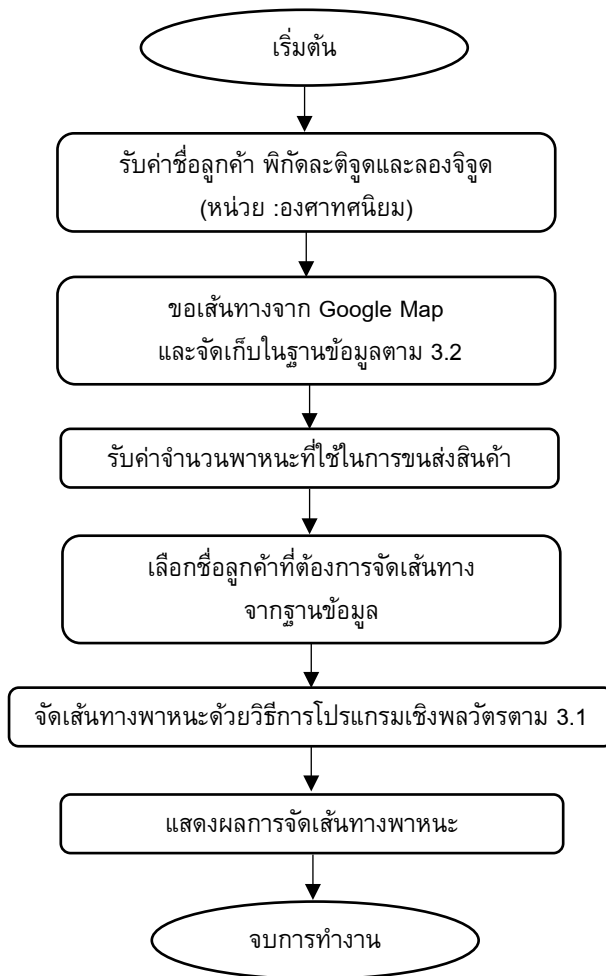
3.2 ส่วนของข้อมูลระยะทางที่ใช้ในการคำนวณ

จากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการกำหนดค่าของเมตริก ระยะทางระหว่างคู่จุด ด้วยการป้อนพิกัดตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดของลูกค้ำลงที่ <https://maps.google.co.th> เพื่อขอเส้นทางระหว่างคู่จุด โดยการสร้างเมตริกระยะทางในการเดินทาง n จุด จะต้องมีข้อมูลระยะทางระหว่างคู่จุดจำนวน nC_2 เป็นผลทำให้ต้องใช้เวลาในการสร้างฐานข้อมูลเมตริกระยะทางระหว่างคู่จุด

ในงานวิจัยนี้ จึงได้ปรับปรุงการกำหนดค่าของเมตริกระยะทางระหว่างคู่จุด ด้วยการป้อนพิกัดตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดของลูกค้ำลงในโปรแกรมการจัดเส้นทางพาหนะเท่านั้น แล้วโปรแกรม จะทำการขอเส้นทางไปยัง <https://maps.google.co.th> เพื่อทำการสร้างฐานข้อมูลเมตริกระยะทางระหว่างคู่จุดเก็บไว้ในโปรแกรม ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนและระยะเวลาการเตรียมฐานข้อมูลระยะทาง รวมถึงผู้ใช้งานจะไม่ต้องทำการกรอกข้อมูลระยะทาง

3.3 ส่วนของการทำโปรแกรม

จากส่วนของวิธีการในการจัดเส้นทางพาหนะในหัวข้อที่ 3.1 และส่วนการหาข้อมูลระยะทางในหัวข้อที่ 3.2 นำ DELPHI 3.0 มาพัฒนาเป็นโปรแกรมสำหรับการจัดเส้นทางพาหนะผู้จัดเส้นทางสามารถจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าให้กับลูกค้า เพียงระบุพิกัดตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดของลูกค้าที่ต้องการขนส่งลงในฐานข้อมูล เมื่อต้องการจัดเส้นทางการขนส่ง ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกลูกค้าจากฐานข้อมูลของลูกค้าที่บันทึกไว้ หลังจากนั้นโปรแกรมจัดเส้นทางพาหนะจะทำการประมวลผล และนำเสนอข้อมูลลำดับสถานที่ที่ต้องเดินทางไปจัดส่งสินค้าพร้อมทั้งสามารถที่จะทำการจัดเก็บหรือพิมพ์ผลการจัดเส้นทางได้ดังผังงานรูปที่ 1



รูปที่ 1 ผังงานการจัดเส้นทางพาหนะ

4. การวิเคราะห์ผลการวิจัย

เพื่อทดสอบความสามารถในการจัดเส้นทางพาหนะของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จึงนำโปรแกรมการจัดเส้นทางพาหนะไปใช้กับสถานประกอบการตัวอย่างหลายสถานประกอบการ เช่นกรณีตัวอย่างบริษัทผู้ผลิตขวดโหลพลาสติก โดยนำตัวอย่างการจัดเส้นทางพาหนะขนส่งสินค้าให้กับลูกค้าประจำแบบเดิมที่ใช้พนักงานขนส่งสินค้าแบ่งจุดขนส่งสินค้าให้กับลูกค้าจำนวน 18 ราย มีพาหนะที่ใช้ในการขนส่งเป็นรถขนส่งสินค้าจำนวน 4 คัน

การวางแผนการขนส่งแบบเดิม ผู้ทำการวางแผนการขนส่งสินค้าเป็นพนักงานในหน่วยงานโลจิสติกส์ซึ่งใช้เพียงวิจารณญาณ มิได้นำข้อมูลสารสนเทศใดๆ มาใช้ช่วยในการจัดเส้นทางพาหนะขนส่งสินค้าให้กับลูกค้า ดังเช่นหากมีคำสั่งให้ส่งสินค้าไปยังลูกค้าดังตารางที่ 1 พนักงานจะทำการจัดเส้นทางพาหนะขนส่งดังตารางที่ 1 รถขนส่งสินค้าทั้ง 4 คัน ใช้ระยะทางรวมในการขนส่ง 830.5 กิโลเมตร ระยะทางที่เกิดขึ้นสูงสุด 307.1 กิโลเมตร กำหนดค่าน้ำมันดีเซล 25.84 บาท/ลิตร (ราคาน้ำมันวันที่ 12 กันยายน 2560) ที่อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมัน 10 กิโลเมตร/ลิตร ดังนั้นบริษัทจะเสียค่าพลังงานเชื้อเพลิงเป็นมูลค่า 2,146 บาท/ครั้ง (ทั้งนี้ยังไม่รวมค่าซ่อมบำรุงและค่าเสื่อมราคา)

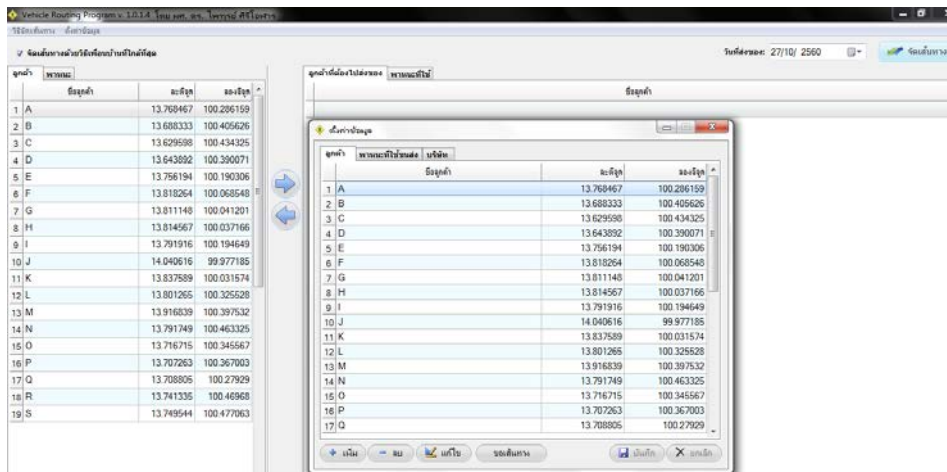
ตารางที่ 1 แผนการขนส่งสินค้าของบริษัทที่จัดโดยพนักงานขนส่งสินค้า

รถขนส่งสินค้า	เส้นทาง	ระยะทาง
คันที่ 1	บริษัท > G > B > F > P > Q > บริษัท	231.0 กิโลเมตร
คันที่ 2	บริษัท > J > C > E > N > R > บริษัท	307.1 กิโลเมตร
คันที่ 3	บริษัท > A > S > I > M > บริษัท	137.3 กิโลเมตร
คันที่ 4	บริษัท > D > K > L > O > บริษัท	155.1 กิโลเมตร
	ระยะทางรวม	830.5 กิโลเมตร
	ระยะทางสูงสุด	307.1 กิโลเมตร

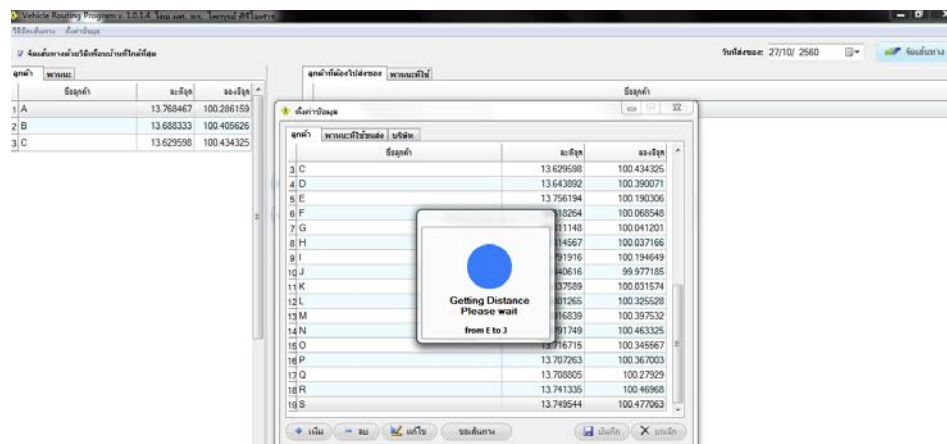
เปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางพาหนะ โดยใช้โปรแกรมการจัดเส้นทางพาหนะแสดงดังรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 5 และได้ข้อมูลสรุปดังตารางที่ 2 คือ ผลรวมของระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้า 620.8 กิโลเมตร ระยะทางที่เกิดขึ้นสูงสุด 225.1 กิโลเมตร ดังนั้นการจัดเส้นทางพาหนะให้กับการขนส่งสินค้าบริษัทกรณีศึกษาโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถลดระยะทางพาหนะจากเดิม 830.5 กิโลเมตร เป็น 620.8 กิโลเมตร หรือคิดเป็นลดลงจากเดิม 25.24%

ตารางที่ 2 แผนการขนส่งสินค้าของบริษัทที่จัดโดยโปรแกรมการจัดเส้นทางพาหนะ

รถขนส่งสินค้า	เส้นทาง	ระยะทาง
คันที่ 1	บริษัท > A > F > E > Q > M > บริษัท	106.0 กิโลเมตร
คันที่ 2	บริษัท > G > R > C > D > บริษัท	155.6 กิโลเมตร
คันที่ 3	บริษัท > O > B > S > N > J > บริษัท	225.1 กิโลเมตร
คันที่ 4	บริษัท > P > K > I > L > บริษัท	134.1 กิโลเมตร
	ระยะทางรวม	620.8 กิโลเมตร
	ระยะทางสูงสุด	225.1 กิโลเมตร



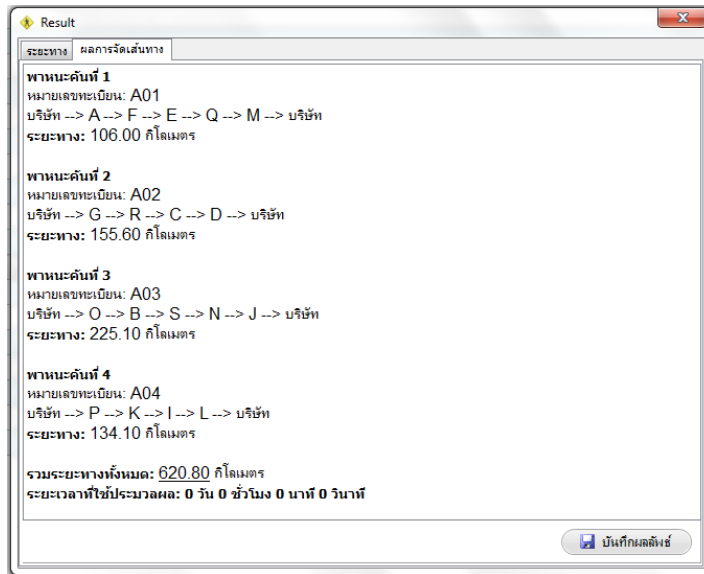
รูปที่ 2 พิกัดละติจูด ลองจิจูด ของตำแหน่งลูกค้า



รูปที่ 3 โปรแกรมการจัดเส้นทางของการขนส่งขอเส้นทางระหว่างทุกคู่จุดจาก Google Map

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	-	24.1	23.9	26.8	19.0	31.5	48.2	52.9	43.1	83.8	56.1	25.3	12.5	43.1	19.3	20.8	21.4	35.1	40.1
2	24.1	-	29.1	41.2	35.4	14.2	28.2	32.9	16.4	63.8	36.0	7.4	15.0	25.3	14.8	16.0	8.5	27.3	27.3
3	23.9	29.1	-	16.2	10.2	36.8	50.8	55.5	39.0	87.7	58.7	21.4	20.7	19.6	10.1	6.6	17.9	16.7	16.6
4	26.8	41.2	16.2	-	9.1	45.6	59.6	64.3	47.8	96.5	67.5	30.2	29.5	28.4	18.9	15.4	26.7	20.3	25.4
5	19.0	35.4	10.2	9.1	-	42.9	56.9	61.6	45.1	93.8	64.7	27.5	20.1	25.7	11.8	8.3	20.5	17.6	22.7
6	31.5	14.2	36.8	45.6	42.9	-	16.8	21.5	5.5	52.4	24.6	19.0	19.5	34.8	23.1	24.4	14.4	36.8	36.8
7	48.2	28.2	50.8	59.6	56.9	16.8	-	3.5	16.0	34.5	5.8	33.6	34.2	49.3	37.8	39.1	29.1	51.4	51.3
8	52.9	32.9	55.5	64.3	61.6	21.5	3.5	-	19.0	31.9	4.1	36.5	37.1	52.3	40.7	42.0	32.0	54.3	54.2
9	43.1	16.4	39.0	47.8	45.1	5.5	16.0	19.0	-	50.9	23.2	19.0	23.9	34.8	27.5	31.4	18.8	36.8	36.7
10	83.8	63.8	87.7	96.5	93.8	52.4	34.5	31.9	50.9	-	28.3	59.4	69.1	84.1	72.8	74.0	64.0	86.3	86.3
11	56.1	36.0	58.7	67.5	64.7	24.6	5.8	4.1	23.2	28.3	-	40.5	41.0	56.2	44.7	46.0	36.0	58.2	58.2
12	25.3	7.4	21.4	30.2	27.5	19.0	33.6	36.5	19.0	59.4	40.5	-	20.8	19.2	11.6	15.5	17.7	21.2	21.1
13	12.5	15.0	20.7	29.5	20.1	19.5	34.2	37.1	23.9	69.1	41.0	20.8	-	37.1	13.0	14.3	10.0	39.1	39.1
14	43.1	25.3	19.6	28.4	25.7	34.8	49.3	52.3	34.8	84.1	56.2	19.2	37.1	-	26.7	20.7	32.5	11.3	11.2
15	19.3	14.8	10.1	18.9	11.8	23.1	37.8	40.7	27.5	72.8	44.7	11.6	13.0	26.7	-	3.8	13.1	21.5	21.4
16	20.6	16.0	6.6	15.4	8.3	24.4	39.1	42.0	31.4	74.0	46.0	15.5	14.3	20.7	3.8	-	11.3	20.0	19.9
17	21.4	8.5	17.9	26.7	20.5	14.4	29.1	32.0	19.8	64.0	36.0	17.7	10.0	32.5	13.1	11.3	-	34.9	34.9
18	35.1	27.3	16.7	20.3	17.6	36.8	51.4	54.3	36.8	86.3	58.2	21.2	38.1	11.3	21.5	20.0	34.9	-	3.2
19	40.1	27.3	16.6	25.4	22.7	36.9	51.3	54.2	36.7	86.3	58.2	21.1	39.1	11.2	21.4	19.9	34.9	3.2	-

รูปที่ 4 ระยะทางระหว่างคู่จุดจาก Google Map



รูปที่ 5 ผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมการจัดเส้นทางพาหนะ บริษัทตัวอย่าง

5. สรุปผลการวิจัย

ปัจจุบันการขนส่งมีความสำคัญต่อธุรกิจเกือบทุกประเภททั้งในส่วนการจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การขาย และการจัดจำหน่าย ในหลายๆ ธุรกิจ ต้นทุนการขนส่งนับเป็นต้นทุนที่สำคัญและกระทบต่อต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์และบริการ ดังนั้นการขนส่งสินค้าจึงต้องมีการวางแผนกำหนดเส้นทาง การขนส่งสินค้าไว้ล่วงหน้าโดยเลือกเส้นทางของการขนส่งที่สะดวกและมีระยะทางสั้นที่สุด ส่งผลให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถใช้งานรถขนส่งสินค้าได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้สำหรับการจัดเส้นทางพาหนะที่พัฒนาขึ้น เป็นการพัฒनावิธีการหาเส้นทางของการขนส่งที่เหมาะสม โดยในงานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้วิธีการโปรแกรมเชิงพลวัต ซึ่งสามารถหา

ค่าคำตอบที่ดีที่สุด และทำการพัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป รวมถึงการสร้างฐานข้อมูลระยะทางระหว่างทุกคู่จุดเป็นระยะทางจริงจากการขอเส้นทางระหว่างคู่จุดด้วย Google Map เพื่อใช้แก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า โปรแกรมจัดเส้นทางการขนส่งที่ได้พัฒนาขึ้นจะเป็นประโยชน์ต่อการใช้งานด้านการขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์

6. ข้อเสนอแนะ

ควรเพิ่มรายละเอียดในด้านข้อมูลต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง เช่นการคำนวณต้นทุนที่ใช้ในการขนส่ง ค่าพลังงานที่ใช้ในการขนส่ง และต้นทุนการบำรุงรักษาของรถขนส่งที่ใช้ในสถานประกอบการเพิ่มขึ้นด้วย เพื่อให้ผู้ใช้งานจะได้ทราบถึงมูลค่าของต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งซึ่งจะช่วยให้สามารถคำนวณต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการขนส่งได้ละเอียดมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

References

- [1] Rossukhonsakul S, Rittirod T. Cost analysis of logistics system for private transport entrepreneurs: a case study of Buriram Phanom Rung transport Ltd. Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences) 2017;10(3):93-100. (In Thai)
- [2] Siri-O-Ran P. Program development for multi travelling salesman problem. In: The 13th Thai Value Chain Management and Logistics Conference; 2012 Oct 17-19; Phetchaburi, Thailand. (In Thai)
- [3] Siri-O-Ran P. Program development for vehicle routing management by dynamic programming. In: Nation Conference APHEIT 2013; 2013 May 1; Chiang Mai, Thailand. (In Thai)
- [4] Sinnot RW. Virtues of the Haversine. Sky and Telescope 1984;68(2):159-167.
- [5] Tabdara S, Sawesserane S. Municipal solid waste management in Bangkok case study. Kasetsart Engineering Journal 2011;24(78):34-46. (In Thai)
- [6] Keawsungnern P. Google API development for planning the drinking water transportation by saving matrix: a case study of community enterprise at Khamtaleso district Nakhon

ratchasima Province. In: 6th The Nation and International Graduate Research Conference; 2016 January 15; Khon Kaen, Thailand. (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



ไพฑูรย์ ศิริโอฬาร ปัจจุบันตำแหน่งหัวหน้าสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ โทรศัพท์ 095-6495255 E-mail: paitoonsir@pim.ac.th จบการศึกษา อส.บ. (เทคโนโลยีการขนถ่ายวัสดุ) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) และ วศ.ด.(วิศวกรรมอุตสาหกรรม) จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์