

การหาที่ตั้งศูนย์กระจายและการวางแผนจัดเส้นทางในการกระจายวัคซีนให้มีประสิทธิภาพ เพื่อต้นทุนการขนส่งที่ต่ำ

ถิรวัดน์ เก็นโรจน์¹, เขมศักดิ์ บุญเรือง² และ คณศ พันธุ์สวัสดิ์³

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

Received: 2 May 2022; Revised: 13 November 2022; Accepted: 14 November 2022

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการระหว่าง วิธี Center of gravity และ วิธี K-means clustering ซึ่งมีโจทย์ที่ใช้ทดสอบเป็นการ หาศูนย์กระจายและการจัดเส้นทางของการขนส่งวัคซีนป้องกันเชื้อไวรัส Covid-19 ให้มีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำ โดยเริ่มจากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการหาศูนย์กระจายวัคซีน 2 รูปแบบ ระหว่าง วิธี Center of gravity และ วิธี K-means clustering หลังจากนั้นการจัดเส้นทางของการขนส่ง ด้วยวิธี Genetic algorithm มีวัตถุประสงค์เพื่อกระจายวัคซีนให้ มีต้นทุนต่ำ โดยมีสมมติฐานเบื้องต้นว่า เมื่อระยะทางขนส่งยิ่งสั้นก็จะใช้ต้นทุนในการกระจายวัคซีนน้อย ซึ่งผลจากการ วิเคราะห์ของวิธี Center of gravity ดังนี้ โดยหลังจากผ่านกระบวนการในการ Clustering กระบวนการหาศูนย์กระจายด้วย วิธี Center of gravity และกระบวนการในการแบ่งจำนวนเส้นทางรวมถึงการจัดลำดับเส้นทางด้วยวิธี Genetic algorithm ผลที่ได้คือ มีจำนวนศูนย์กระจายวัคซีน 6 ศูนย์ จำนวนเส้นทางในการเดินทางสำหรับขนส่งวัคซีน 25 เส้นทาง และมีระยะทาง รวม 8,250 กิโลเมตร ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี K-means clustering ซึ่งผ่านกระบวนการลักษณะเดียวกันกับ การ วิเคราะห์ของวิธี Center of gravity คือ ผ่านกระบวนการในการ Clustering และหาศูนย์กระจายด้วยวิธี K-means clustering และผ่านกระบวนการในการแบ่งจำนวนเส้นทางรวมถึงการจัดลำดับเส้นทางด้วยวิธี Genetic algorithm ผลที่ได้ จากการศึกษาค้นคว้าว่ามีจำนวนศูนย์กระจายวัคซีน 6 ศูนย์ จำนวนเส้นทางในการเดินทางสำหรับขนส่งวัคซีน 26 เส้นทาง มี ระยะทางรวม 7,501.5 กิโลเมตร จะเห็นได้ว่ามีระยะทางรวมที่น้อยกว่า วิธี Center of gravity ถึง 740 กิโลเมตร เนื่องจาก วิธี K-means clustering จะมีการ Clustering โดยจะคำนึงถึงเรื่องระยะทางระหว่างกลุ่มด้วย จึงทำให้มีระยะทางที่น้อยกว่า ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกผลของ K-means Clustering เป็นแนวทางในการขนส่งวัคซีน เนื่องจากมีระยะทางรวมในการขนส่งวัคซีนที่ สั้นกว่าวิธี Center of gravity จึงคาดว่าจะมีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำกว่าเช่นกัน

คำสำคัญ: การหาศูนย์กระจาย, การจัดเส้นทางของการขนส่ง, การจับกลุ่ม K-mean, ขั้นตอนวิธีพันธุกรรม, จุดศูนย์กลางความถ่วง

* Corresponding author. E-mail: genroj_t@silprakorn.edu, boonrueng_k @silprakorn.edu, ploydanai_k @su.ac.th

¹ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

² ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

³ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Locating Distribution Centers and Planning Effective Routes for Vaccine Distribution for Low Transportation Costs

Thirawat Genroj¹, Khasemsak Boonrueng^{*2} and Kanate Puntusavase^{*3}

Faculty of engineering and industrial technology, Silpakorn University, Muang,
Nakhon Pathom 73000

Received: 2 May 2022; Revised: 13 November 2022; Accepted: 14 November 2022

Abstract

This paper is a comparative study of the process between the Center of gravity method and the K-means clustering method. Finding distribution centers and routing of Covid-19 vaccines to have low transportation costs, starting from the study of finding vaccine distribution centers into 2 models. Methods of data analysis using the Center of Gravity and data analysis using K-means Clustering. After that, the transportation route will use a genetic algorithm. The genetic algorithm aims to distribute vaccines cost-effectively with the idea that when transport distances are short, transportation costs are reduced. It will be analyzed and compared to finding a distribution center to be able to find shorter distances in transport, which results from the analysis. Compare both methods. The method of data analysis uses the center of gravity. There are 6 vaccine distribution centers and 25 routes for transporting vaccines with a total distance of 8,250 kilometers. The data was analyzed using the K-means clustering method. There were 6 vaccine distribution centers with 26 routes for transporting vaccines with a total distance of 7,501.5 kilometers. The researcher, therefore, chose the effect of K-means Clustering as a guideline for vaccine transport because it can provide a transport route with a shorter total distance for vaccine delivery than the Center of gravity method.

Keywords: location for distribution, routing, K-means clustering, center of gravity, genetic algorithm

* Corresponding author. E-mail: genroj_t@silprakorn.edu, boonrueng_k@silprakorn.edu, ploydanai_k@su.ac.th

1 Faculty of Engineering and Management, Silpakorn University

2 Faculty of Engineering and Management, Silpakorn University

3 Faculty of Engineering and Management, Silpakorn University

1. บทนำ

ผู้วิจัยเริ่มจัดทำในวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2564 ซึ่งเป็นช่วงที่ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาการระบาดของเชื้อไวรัส Covid-19 โดยเกิดการระบาดตั้งแต่ปี 2562 จึงสร้างความกังวลให้กับประชากรภายในประเทศและส่งผลกระทบต่อสุขภาพ รวมถึงระบบเศรษฐกิจภายในประเทศไทย แยกโดยธนาคารโลกคาดการณ์ว่าแนวโน้มผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) ของประเทศไทย หดตัวร้อยละ 5 [1] เนื่องจากหลายธุรกิจต้องปิดตัวลง เพราะต้องหยุดชะงักอย่างกะทันหันเนื่องจากบุคลากรในองค์กรมีการติดเชื้อของ Covid-19 เพื่อป้องกันการติดเชื้อของ Covid-19 ทางรัฐบาลจึงมีการจัดซื้อวัคซีนเพื่อป้องกัน Covid-19 โดยกระจายไปทั่วทุกจังหวัดของประเทศไทย

สำหรับการการรับวัคซีนต้องรับอย่างต่ำ 2 โดสเป็นอย่างต่ำ ซึ่งประชากรประเทศไทยมีทั้งหมด 69.8 ล้านคน เท่ากับว่าต้องการวัคซีนอยู่ที่ 139.6 ล้านโดส แต่มีการเข้ารับวัคซีนโดสที่ครบสองเข็มเพียง 19.8 ล้านคน คิดเป็น 28.37 เปอร์เซ็นต์ ณ วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2564



รูปที่ 1 จำนวนผู้ได้รับวัคซีน [2]

จากข้างต้นพบว่ายังมีประชากรขาดวัคซีนอีกเป็นจำนวนมากทำให้ยังต้องกระจายวัคซีนอีกเป็นจำนวนมากเพื่อให้ครอบคลุมทั่วประเทศไทย ซึ่งจะตามมาด้วยต้นทุนต่าง ๆ หนึ่งในนั้นคือต้นทุนการกระจายวัคซีนซึ่งจะต้องทำการกระจายในรูปแบบ Cold Chain ประกอบด้วย 2 ต้นทุนหลัก ต้นทุนด้านการเก็บรักษาในการจัดเก็บ และต้นทุนด้านการขนส่ง

ดังนั้นผู้วิจัยสนใจที่ศึกษาการวางแผนการขนส่งในการกระจายวัคซีน โดยจะทำการศึกษารูปแบบของการกระจายวัคซีน 2 รูปแบบ เพื่อทำการพิสูจน์ว่ารูปแบบใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน ในการลดต้นทุนที่เกิดจากระยะทางในการขนส่ง ซึ่งทั้ง 2 รูปแบบ จะพิจารณาประเภทรถที่ใช้ขนส่ง และกล่องที่ใช้บรรจุวัคซีนที่เหมือนกัน โดยวิธีการเริ่มจากการจัดกลุ่มของจังหวัดในประเทศไทย แล้วหาตำแหน่งของที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าในแต่ละกลุ่มของประเทศไทย และจัดเส้นทางการเดินทางเพื่อหาระยะทางรวมในการขนส่งที่เหมาะสม โดยระยะทางรวมในการขนส่งที่เหมาะสม คือ เส้นทางในการขนส่งที่มีระยะทางรวมในการขนส่งที่สั้น และมีการเลือกใช้รถให้เหมาะสมกับการขนส่งวัคซีนรวมทั้งมีปริมาณบรรทุกที่ไม่น้อยหรือไม่มากเกินไปกับขนาดรถที่ใช้ เพื่อกระจายวัคซีนโดยมีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย คือ รูปแบบการขนส่ง โดยใช้วิธีการจัดเส้นทางแบบใช้รถมัลติครัน คือ เป็นการให้รถบรรทุกวิ่งไปรับวัตถุดิบจากผู้จัดส่งวัตถุดิบหลายรายเพื่อนำมาขนถ่ายกลับไปที่ศูนย์ และรับวัตถุดิบกลับมา ซึ่งการรับวัตถุดิบจากผู้จัดส่งวัตถุดิบแต่ละรายอาจเป็นการบรรทุกแบบไม่เต็มคัน เมื่อรวมกับปริมาณของวัตถุดิบจากผู้จัดส่งวัตถุดิบรายอื่นที่มีปริมาณการจัดส่งวัตถุดิบที่ต่างกันไป ก็จะทำให้เต็มรถพอดี

2.1 การแบ่งกลุ่มข้อมูล Clustering และเลือกที่ตั้งศูนย์กระจาย

2.1.1 วิธีวิเคราะห์ Center of gravity [3]

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การหาจุดศูนย์กลาง (Center of gravity) เป็นวิธีในการหาตำแหน่งที่ให้ต้นทุนต่ำที่สุดในกรณีที่ต้องขนส่งไปยังจุดปลายทางหลายแห่ง โดยวิธีวิเคราะห์จุดศูนย์กลางจะทำการวิเคราะห์ต้นทุนในการกระจายสินค้าเป็นระยะทาง และปริมาณสินค้าที่ทำการจัดส่งให้กับจุดปลายทาง โดยมีสูตรในการคำนวณ

$$\bar{x} = \frac{\sum Q_i \times x_i}{\sum Q_i} \quad (1)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum Q_i \times y_i}{\sum Q_i} \quad (2)$$

โดยที่ Q_i คือ ความต้องการที่จัดส่งไปยังจุดปลายทาง i
 x_i, y_i คือ ตำแหน่งแกน X, Y ของจุดปลายทาง i
 $\bar{x}, \bar{y}$ คือ จุดศูนย์กลางของตำแหน่งแกน X, Y

2.1.2 วิธีวิเคราะห์ K-means clustering [4]

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธี K-means clustering เป็นวิธีจัดกลุ่มตามคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกัน จะกำหนดจุดกึ่งกลางแต่ละกลุ่มข้อมูลจุดกึ่งกลาง คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด และพิถีเป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต

การจัดกลุ่มแบบนี้มีเงื่อนไข คือ ต้องกำหนดจำนวนกลุ่มไว้ก่อน จากนั้นโปรแกรมจะเลือกข้อมูลเข้าแต่ละกลุ่ม โดยสุดท้ายแล้วกลุ่มที่ได้ จะเป็นกลุ่มแยกจากกัน ไม่ซ้อนทับกัน โดยการจัดกลุ่มจะทำการคำนวณระยะห่างยุคลิดเป็นระยะห่างแบบยุคลิดระหว่างจุดสองจุด p และ q คือ ความยาวของส่วนของเส้นตรง p, q ดังสมการที่ 3

$$d(p, q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2} \quad (3)$$

โดยที่ p คือ ตำแหน่งของจุดที่หนึ่ง
 q คือ ตำแหน่งของจุดที่สอง
 n คือ จำนวนคุณลักษณะของข้อมูลแต่ละชุด

โดยจะกำหนดจุดกึ่งกลางด้วยการสุ่มในรอบแรก และทำการวัดระยะห่างระหว่างจุดกึ่งกลาง โดยจัดสมาชิกที่มีค่าห่างจากจุดกึ่งกลางน้อยไว้กลุ่มเดียวกัน ดังสมการที่ 4

$$s_i^{(l)} = \{x_p : \|x_p - m_i^{(l)}\|^2 \leq \|x_p - m_j^{(l)}\|^2 \text{ ๗, } 1 \leq j \leq k\} \quad (4)$$

ซึ่งจุดกึ่งกลางจะปรับค่าใหม่ในทุก ๆ รอบโดยจุดกึ่งกลางในรอบถัดไป คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลสมาชิกเดิมทั้งหมด ดังสมการที่ 5

$$m_i^{(t+1)} = \frac{1}{|s_i^{(t)}|} \sum_{x_j \in s_i^{(t)}} x_j \quad (5)$$

2.2 วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm) [5]

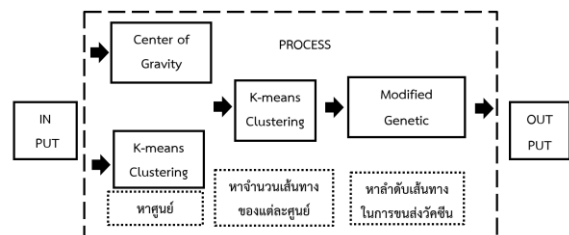
ส่วนปัญหาในการหาระยะทางในการเดินทางในการขนส่ง ผู้วิจัยได้ใช้วิธี Genetic algorithm เป็นวิธีหา

คำตอบที่เหมาะสม โดยมีแนวคิดที่ว่า ยีนของสิ่งมีชีวิตที่แข็งแรงจะมีโอกาสในการสร้างทายาทจากรุ่นสู่รุ่นมากกว่า ยีนของสิ่งมีชีวิตที่ไม่แข็งแรง โดยการพิจารณาในการหาคำตอบของประชาชนรุ่นถัดมา ซึ่งจะถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากบรรพบุรุษไปสู่รุ่นลูกหลานโดยใช้ค่า Fitness function ที่สอดคล้องกับ Objective function ในการพิจารณาหาคำตอบโดยมีการพิจารณาว่า ใครโมโซมใดควรที่จะนำมาสืบพันธุ์ หรือไม่ควรมานำมาสืบพันธุ์ จะทำให้สามารถหาคำตอบที่มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุดที่สมบูรณ์ได้โดยการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจะมีกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่า วิวัฒนาการ นั่นคือ กระบวนการ Selection, Crossover, Mutation โดยคำนวณหาค่าความเหมาะสม Fitness Function ในการหาคำตอบทุกบริเวณของปัญหา องค์ประกอบวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm) องค์ประกอบที่สำคัญ 6 ส่วนด้วยกัน

1. ประชากรต้นกำเนิด (Initial population)
2. รูปแบบโครโมโซม (Chromosome encoding)
3. ค่าความเหมาะสม (Fitness function)
4. การคัดเลือก (Selection)
5. การสลับสายพันธุ์ (Cross over)
6. การกลายพันธุ์ (Mutation)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้วางแผนการดำเนินงานเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามระบบผู้วิจัยจะทำการ Clustering และทำการหาที่ตั้งของศูนย์กระจายวัคซีน โดยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบเมื่อทำการจัดกลุ่มและหาที่ตั้งศูนย์กระจายแล้ว จะทำการหาเส้นทางการเดินทางในแต่ละรูปแบบให้มีระยะทางรวมที่สั้น และนำระยะทางทั้ง 2 รูปแบบมาเปรียบเทียบกับ สรุปได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลวัคซีนและพาหนะที่ใช้ขนส่ง

จากการศึกษาผู้วิจัยทำการวางแผนปรับปรุงแก้ไข ปัญหาการกระจายวัคซีนป้องกันการติดเชื้อของ Covid-19 ไปยังทุก ๆ จังหวัดภายในประเทศไทยประกอบด้วย 77 จังหวัดจากนั้นทำการศึกษาข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็น เช่น ขนาดของรถทำความเย็นที่ใช้ในการขนส่ง และ ปริมาณของวัคซีนต่อขวด และ 1 ขวดสามารถฉีดได้ทั้งหมดกี่โดส แล้วจึงทำการคำนวณหาว่าแต่ละจังหวัดต้องการวัคซีนกี่ขวด ซึ่งการศึกษาพบว่าวัคซีน Astra Zeneca 1 ขวด มีสารละลายยาปริมาตร 5 มิลลิเมตร สามารถฉีดได้ทั้งหมด 10 โดส [8] และจะขนส่งเป็นกล่องเพื่อรักษาอุณหภูมิโดยกล่องที่ผู้วิจัยใช้พิจารณาจะมีขนาด 0.013 ลูกบาศก์เมตร โดยที่ 1 กล่อง บรรจุวัคซีน 240 ขวด และต้องรักษาอุณหภูมิระหว่าง 4-8 องศาเซลเซียส [7] พาหนะที่ใช้ขนส่งมี 3 ขนาด โดยความจุของรถ สรุปดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลขนาดรถและปริมาณวัคซีน

ขนาดรถ	ขนาดของรถ (ลูกบาศก์ เมตร)	จำนวนบรรจุ (กล่อง)
รถบรรทุก 10 ล้อ	38.46	2,958
รถบรรทุก 6 ล้อ	34.80	1,907
รถกระบะ 4 ล้อ	8.33	640

3.2 การแบ่งกลุ่มข้อมูล Clustering แต่ละจังหวัด และ เลือกที่ตั้งในการกระจายวัคซีน

เนื่องจากถ้าไม่ทำการ Clustering และทำการหาลำดับการขนส่ง ทั้ง 77 จังหวัด จะทำให้ระยะทางสูงเกินไปทำให้ไม่เหมาะสมในการปฏิบัติจริง จึงต้องมีการ Clustering จังหวัดในประเทศไทยก่อน

3.2.1 การดำเนินงานด้วย Center of gravity

โดยวิธี Center of gravity จะสามารถหาจุดกึ่งกลางซึ่งเป็นศูนย์กระจายได้เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถทำการ Clustering ได้ ทำให้ผู้วิจัยต้องทำการ Clustering ตามจำนวนภูมิภาคของประเทศไทยนั้น คือ 6 ภาค จากนั้นจึงจะทำการหาที่ตั้งศูนย์กระจายทั้ง 6 ภาค โดยจะใช้ความต้องการในแต่ละจุดด้วยพิกัดของตำแหน่งสถานที่นั้น

หารด้วยความต้องการทั้งหมดตั้งสมการ (1) และ (2) โดยข้อมูลที่ใช้พิจารณาในขั้นตอนนี้จะประกอบไปด้วย ละติจูด, ลองจิจูดและความต้องการวัคซีนของแต่ละจังหวัด ตัวอย่างดังตารางที่ 2

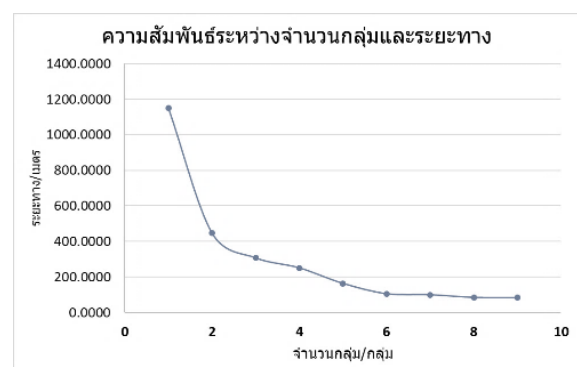
ตารางที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลที่ต้องใช้พิจารณา Center of gravity

จังหวัด	ละติจูด	ลองจิจูด	ความต้องการวัคซีน
1.เชียงราย	19.933	99.815	1,076 กล่อง
2.เชียงใหม่	18.786	98.991	1,300 กล่อง
.	.	.	.
77.ยะลา	6.534	101.267	440 กล่อง

ซึ่งผลที่ได้จะเป็นในลักษณะของละติจูด , ลองจิจูด เมื่อนำไปค้นหาใน Google map อาจเป็นพื้นที่ที่รกร้างผู้วิจัยจึงอิงตามโรงพยาบาลประจำจังหวัด เช่น พิกัดตกในพื้นที่รกร้างของจังหวัดน่านก็ยึดตามโรงพยาบาลน่านที่เป็นโรงพยาบาลประจำจังหวัด

3.2.2 การดำเนินงานด้วย K-means clustering

เนื่องจากการดำเนินงานด้วย K-means clustering จะให้ผลทั้งการ Clustering และหาจุดกึ่งกลางที่เป็นศูนย์กระจาย ซึ่งจำนวนกลุ่มย่อยผู้วิจัยต้องกำหนดเอง โดยผู้วิจัยจะเลือกจำนวนศูนย์กระจายที่ส่งผลให้ระยะทางรวมน้อยและจำนวนศูนย์กระจายจะต้องสมเหตุสมผลกับระยะทางพิจารณาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนกลุ่ม และระยะทาง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนกลุ่มและระยะทาง

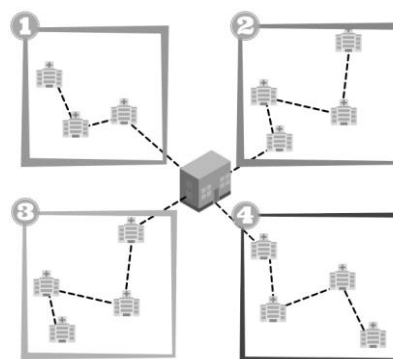
จากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มจำนวนศูนย์กระจายจะส่งผลให้ระยะทางค่อย ๆ ลดลง แต่เมื่อเพิ่มจำนวนศูนย์กระจายจนถึงจุด ๆ หนึ่ง จำนวนศูนย์กระจาย จะเริ่มส่งผลต่อระยะทางที่น้อยลง โดยผู้วิจัยจะเลือกจำนวนศูนย์กระจายที่ส่งผลให้ระยะทางรวมน้อย ซึ่งจำนวนศูนย์กระจายที่เหมาะสมจากกราฟ คือ 6 ศูนย์ เนื่องจากเพิ่มศูนย์กระจายมากกว่า 6 ศูนย์ก็จะส่งผลให้ระยะทางลดลงได้ไม่มากเท่าที่ควร และยังมีข้อมูลอื่นที่ต้องทราบในกระบวนการ

K-means clustering เบื้องต้นจะใช้ข้อมูลแบบเดียวกับตารางที่ 2

ซึ่งผลที่ได้จะได้ตำแหน่งของศูนย์กระจายเป็นในลักษณะของละติจูด (x) ,ลองจิจูด (y) ทางผู้วิจัยจะอิงตามโรงพยาบาลประจำจังหวัดเช่นเดียวกับการดำเนินงานด้วย Center of gravity

3.3 การหาจำนวนเส้นทางที่เหมาะสม

เนื่องจากความจุของรถมีขนาดจำกัด หากขนส่งทีเดียวจะเกินความจุรถ ทำให้จำเป็นต้องมีการแบ่งสายรถเพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการขนส่งในแต่ละครั้ง โดยทางผู้วิจัยจะใช้วิธี K-means Clustering เป็นตัวช่วยในการพิจารณาอีกครั้งโดยจะใช้คล้ายกับ K-means Clustering ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม และหาศูนย์กระจายต่างกันว่า Input โดยจะเป็นพิกัดของสมาชิกแต่ละศูนย์ เพื่อดูว่าสมาชิกใดบ้างที่ควรจัดให้อยู่เส้นทางเดียวกัน ซึ่งจำนวนเส้นทางจะพิจารณาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเส้นทาง และระยะทางในลักษณะเดียวกับรูปที่ 3 แต่ใช้เป็นเพียงแนวทางในการปฏิบัติเท่านั้นอาจมีการเพิ่มขึ้นจำนวนเส้นทางได้ตัวอย่างดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตัวอย่างการใช้ K-means clustering หาจำนวนเส้นทาง

จะเห็นได้ว่าสมาชิกที่อยู่ใกล้กันจะถูกจัดให้อยู่ในเส้นทางเดียวกัน

3.4 การหาลำดับขนส่งของแต่ละเส้นทางด้วยวิธี

Modified Genetic Algorithm (MGA)

เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการจำแนกกลุ่มและหาศูนย์กระจายของทั้ง 2 วิธี ทำให้ทราบจำนวนกลุ่มของประเทศไทย และที่ตั้งศูนย์กระจายรวมถึงจำนวนเส้นทางแต่ละกลุ่ม ของทั้ง 2 วิธี จากนั้นทำการหาลำดับเส้นทางของแต่ละเส้น โดยทำทุกเส้นของทุกกลุ่มทั้ง 2 วิธี

1. กำหนดจำนวนประชากร (Initial population) โดยผู้วิจัยจะมีการกำหนดให้สอดคล้องกับขนาดของปัญหา ถ้าต้องขนส่งหลายที่จำนวนประชากรจะเยอะตาม
2. การกำหนดรูปแบบโครโมโซม (Chromosome Encoding) โดยความยาวของโครโมโซมจะยาวเท่ากับจำนวนจังหวัดที่ต้องขนส่งจากโจทย์ และ แต่ละจังหวัดจะมีเลขโครโมโซมของตัวเอง ซึ่งมาจากการสุ่มเลข 0-1000 ยกเว้นตำแหน่งแรกเนื่องจากการขนส่งมีเงื่อนไขต้องออกจากศูนย์กระจายเสมอ จากนั้นทำการเรียงลำดับการขนส่ง โดยให้จังหวัดที่มีเลขยีนเยอะเริ่มก่อน ต่อมาทำการคำนวณหาระยะทางของแต่ละโครโมโซม

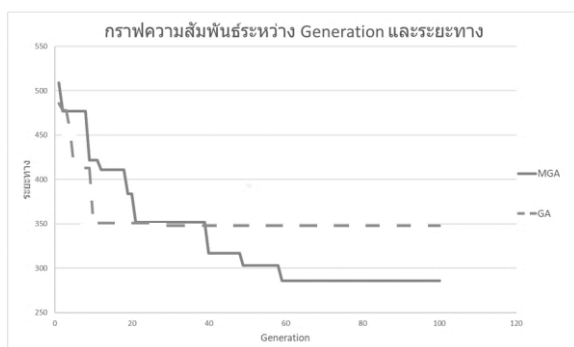
3. ค่าความแข็งแรง (Fitness Function) โดยจะกำหนดให้โครโมโซมที่มีระยะทางมากมีค่าความแข็งแรงน้อย โดยการกำหนดเลข 10,000 และนำมาหารด้วยระยะทางของโครโมโซมแต่ละตัว และแจกความน่าจะเป็น ที่จะถูกเลือกให้กับโครโมโซมแต่ละตัว

4. การคัดเลือก (Selection) เป็นการสุ่มเลือกโครโมโซมทั้งหมด 3 ตัวซึ่งต่างจาก Genetic Algorithm ดั้งเดิมที่จะทำการคัดเลือกโครโมโซมแค่ 2 ตัวเท่านั้น โดยพิจารณาจากความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือก เพื่อนำมาเป็นโครโมโซมพ่อแม่

5. การสลับสายพันธุ์ (Crossover) โดยผู้วิจัยจะทำการ Crossover โครโมโซม ทั้งหมด 3 ตัว และตำแหน่งที่จะทำการ Crossover จะมาจากการสุ่มว่าลูกที่ออกมาจะมียีนของพ่อกี่ตำแหน่งและมียีนของแม่ตัวที่ 1 และ 2 กี่ตำแหน่ง

6. การกลายพันธุ์ (Mutation) โดยผู้วิจัยจะกำหนดเปอร์เซ็นต์การ Mutation ซึ่งแต่ละรอบจะมีเปอร์เซ็นต์ไม่เท่ากัน เช่น รอบแรกอาจจะ Mutation โครโมโซมตัวที่ความน่าจะเป็นไม่ถึง 10 % รอบถัดมาจะ Mutation โครโมโซมตัวที่ความน่าจะเป็นไม่ถึง 25 % ก็ได้

จากการทดสอบระหว่างวิธี Genetic Algorithm และ Modified Genetic Algorithm ผลดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบ Genetic algorithm

โดยมี ข้อมูลที่ ต้องใช้ในขั้นตอน Modified Genetic algorithm คือระยะทางระหว่างจังหวัดหนึ่งถึงอีกจังหวัดหนึ่ง ของสมาชิกแต่ละเส้นทาง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลที่ใช้ในขั้นตอน Modified genetic algorithm

กลุ่ม1	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	ชัยภูมิ
กาฬสินธุ์	0	81.6	205
ขอนแก่น	81.6	0	126
ชัยภูมิ	205	126	0

ผลที่ได้จะเป็นลำดับการผ่านจังหวัดทางแต่ละเส้นทาง โดยเมื่อได้ผลมาแล้วทำการหารระยะทางรวมของทั้ง 2 วิธี เพื่อเปรียบเทียบว่าวิธีใดเหมาะสม

4.ผลการดำเนินงาน

จากการ Clustering ด้วยวิธี Center of gravity โดยวิธีนี้จำนวนกลุ่มจะจัดตามภาคที่มีอยู่ในประเทศไทย จึงทำให้ผลที่ได้มีจำนวนศูนย์กระจายวัดขึ้น 6 ศูนย์ มีเส้นทางในการขนส่งวัดขึ้น 25 เส้นทาง จำนวนรถ 26 คัน มีระยะทางรวม 8,250.3 กิโลเมตร โดยมีรายละเอียดที่ตั้งศูนย์กระจายแสดง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลจากการดำเนินงานด้วยวิธี Center of Gravity

ภาค	จังหวัด	สถานที่ศูนย์กระจาย
กลาง	อ่างทอง	รพ.วิเศษชัยชาญ
เหนือ	ลำปาง	รพ.ลำปาง
ตะวันออก	จังหวัดชลบุรี	รพ.ชลบุรี
อีสาน	มหาสารคาม	รพ.มหาสารคาม
ตะวันตก	กาญจนบุรี	รพ.พหลพลพยุหเสนา
ใต้	นครศรีธรรมราช	รพ.นครศรีธรรมราช

รายละเอียดจำนวนรถและจำนวนเส้นทางรวมถึงระยะทาง ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลจากการดำเนินงานด้วยวิธี Center of gravity

ภาค	วัดขึ้นที่ส่ง (กล่อง)	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ขนาดรถที่ใช้ 4- 6-10 ล้อ
เหนือ	5,189	926	0 - 0 - 2 คัน
อีสาน	16,186	2,608	1 - 0 - 6 คัน
ตะวันออก	3,360	650.3	0 - 3 - 0 คัน
กลาง	16,032	1,867	1 - 3 - 4 คัน
ใต้	6,456	1,403	1 - 2 - 1 คัน
ตะวันตก	2,017	796	1 - 1 - 0 คัน

จากการ Clustering ด้วยวิธี K-means clustering มีจำนวนศูนย์กระจายวัดขึ้น 6 ศูนย์ มีเส้นทางในการขนส่งวัดขึ้น 26 เส้นทาง จำนวนรถ 27 คัน และมีระยะทางรวม 7,501.5 กิโลเมตร ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการดำเนินงานด้วยวิธี K-means clustering

กลุ่มที่	จังหวัด	สถานที่ศูนย์กระจาย
1	พัทลุง	รพ.พัทลุง
2	แพร่	รพ.แพร่
3	กาฬสินธุ์	รพ.กาฬสินธุ์
4	ชุมพร	รพ.ชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
5	ลพบุรี	รพ.ลพบุรี
6	สมุทรปราการ	รพ.สมุทรปราการ

รายละเอียดจำนวนรถและจำนวนเส้นทางรวมถึงระยะทาง ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนรถและจำนวนเส้นทางรวมถึงระยะทาง

กลุ่มที่	วัดขึ้นที่ส่ง (กล่อง)	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ขนาดรถที่ใช้ 4- 6-10 ล้อ
1	2,783	1,066.6	0 - 2 - 1 คัน
2	1,953	1,952.7	0 - 4 - 1 คัน
3	13,560	1,743.4	0 - 4 - 3 คัน
4	1,464	514	0 - 1 - 1 คัน
5	8,154	1,010	0 - 2 - 2 คัน
6	13,740	1,214	0 - 2 - 4 คัน

เมื่อได้ผลลัพธ์ทั้ง 2 รูปแบบแล้ว จะนำมาเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลเปรียบเทียบระยะทางระหว่างวิธี Center of Gravity กับวิธี K-means clustering

วิธีการเลือกที่ตั้ง	จำนวนเส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
Center of gravity	25 เส้นทาง	8,127
K-means clustering	26 เส้นทาง	7,501

จากผลที่เกิดขึ้นจะเห็นได้ว่าการจัดเส้นทางการเดินทางทั้งสองรูปแบบ จะมีจำนวนของศูนย์กระจายวัดขึ้นกับเส้นทางในการขนส่งวัดขึ้นมีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน แต่ในเรื่องของระยะทางรวมในการขนส่งนั้นรูปแบบที่ 2 ซึ่งเป็นการ Clustering และเลือกศูนย์กระจายด้วยวิธี K-means clustering จะมีระยะทางรวมน้อยกว่ารูปแบบที่ 1 ที่เป็นการ Clustering และเลือกศูนย์กระจายด้วยวิธี Center of gravity และมีการใช้ที่มีขนาดแตกต่างกันแสดงดัง ตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวนรถที่ใช้ทั้งหมด

วิธีการเลือกที่ตั้ง	รถ 4 ล้อ	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ
Center of gravity	4 คัน	9 คัน	13 คัน
K-means clustering	1 คัน	15 คัน	11 คัน

จากตารางจะแสดงให้เห็นถึง ประเภทของรถที่ใช้ของแต่ละรูปแบบ

5. สรุปผล

ผลจากการดำเนินงานวิจัยพบว่าการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Center of gravity มีจำนวนศูนย์กระจายวัคซีน 6 ศูนย์ มีจำนวนเส้นทางในการเดินทางสำหรับขนส่งวัคซีน 25 เส้นทาง ใช้รถ 26 คันในการขนส่ง ประกอบด้วยรถ 4 ล้อ 4 คัน รถ 6 ล้อ 9 คัน รถ 10 ล้อ 13 คัน มีระยะทางรวม 8,250 กิโลเมตร และการวิเคราะห์โดยวิธี K-means clustering มีจำนวนศูนย์กระจายวัคซีน 6 ศูนย์ มีเส้นทางในการเดินทางสำหรับขนส่งวัคซีน 26 เส้นทาง ใช้รถ 27 คันในการขนส่ง ประกอบด้วยรถ 4 ล้อ 1 คัน รถ 6 ล้อ 15 คัน รถ 10 ล้อ 11 คัน มีระยะทางรวม 7,501 กิโลเมตร โดยผู้วิจัยคาดว่าที่ผลเป็นเช่นนี้ เนื่องจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Center of gravity ไม่สามารถทำการ Clustering ได้ ทำได้เพียงการหาที่ตั้งศูนย์กระจาย ผู้วิจัยจึง Clustering ตามภูมิภาคที่มีอยู่เดิมซึ่งจะเป็นการแบ่งตามภูมิศาสตร์ไม่คำนึงถึงเรื่องระยะทาง แต่ในส่วนของการใช้ K-means clustering สามารถทำได้ทั้งการ Clustering และการหาที่ตั้งศูนย์กระจาย โดยจะคำนึงถึงเรื่องระยะทางระหว่างกลุ่มทำให้มีระยะทางที่น้อยกว่า วิธีวิเคราะห์แบบ Center of gravity ซึ่งคาดว่าระยะทางที่น้อยจะสามารถช่วยลดต้นทุนการขนส่งในการกระจายวัคซีนได้ และทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของวิธีการในการหาที่ตั้งของศูนย์กระจายของ 2 รูปแบบที่นำมาเปรียบเทียบระหว่าง Center of gravity และ K-means clustering

6. กิตติกรรมประกาศ

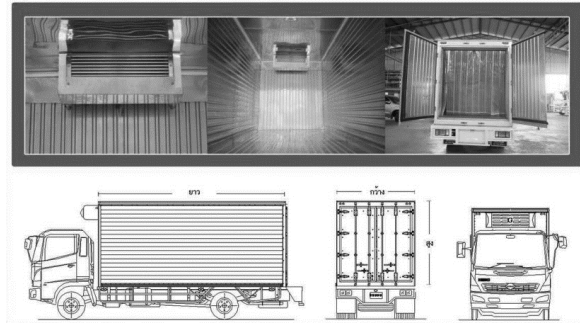
งานวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.คณศ พันธุ์สวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศิลปากร บริษัทกรณีศึกษา และสำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์วิจัย และนวัตกรรมแห่งชาติที่สนับสนุนเงินทุนสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ตัวอย่างการอ้างอิงจากวารสาร

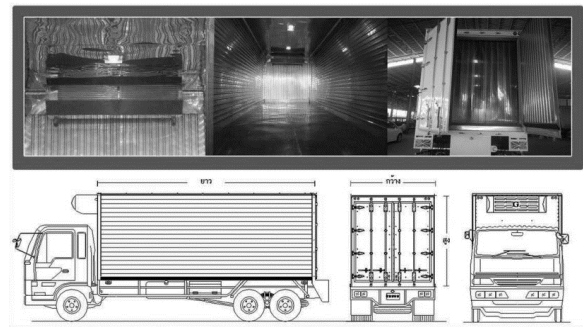
7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กิริยา กุลกลการ, อนันต์ ภาวสุทธิพิศฐ และ ศุทธาภานพวิญญวงศ์, “ผลกระทบของ COVID-19 ต่อการส่งเสริมการมีงานทำ,” สำนักงานศูนย์วิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2553.
- [2] กรมควบคุมโรค, “สถานการณ์ผู้ติดเชื้อ COVID-19 ภายในประเทศ,” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/>. [วันที่เข้าถึง 26 เมษายน 2565].
- [3] พัทธธิดา ศิริเลี้ยง และ ปารวี จารุพันธ์, “การเลือกทำเลที่ตั้งเพื่อจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า กรณีศึกษา : บริษัทจัดส่งสินค้าอุปโภคบริโภค,” ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2562.
- [4] สุชาติ ปลั่งศรี, “การจัดกลุ่มขนาดผลิตภัณฑ์ โดยการ ใช้ K-means clustering เพื่อลดต้นทุนบรรจุภัณฑ์,” ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2562.
- [5] ไพจิตร อุบลมภ์, “การศึกษาเส้นทางที่เหมาะสมในการจัดเก็บขยะ : กรณี ศึกษาองค์การบริหารส่วนตำบลท่าศาลา อำเภอมัญจาคีรีจังหวัดขอนแก่น,” ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2556.

- [6] กรมควบคุมโรค, “แนวทางการให้วัคซีนโควิด 19 ในสถานการณ์การระบาด ปี 2564 ของประเทศไทย ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 1,” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <https://ddc.moph.go.th/vaccine-covid19/getFiles/11/1628849610213.pdf>. [วันที่เข้าถึง 26 เมษายน 2565].
- [7] อุไรวรรณ คำภูแสน และ รัฐพล สังคะสุข, “การจัดการเส้นทางการกระจายวัคซีนไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล กรณีศึกษาอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์,” ปรินญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร, 2560.
- [8] บริษัท แอสตรา เซนเนกา (ประเทศไทย) จำกัด, “วัคซีนโควิด-19 แอสตราเซนเนกา (covid-19 vaccine astrazeneca),” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <https://www.azcovid-19.com/content/dam/azcovid/pdf/thailand/th-hcp-injection-manual-azd1222.pdf>. [วันที่เข้าถึง 11 สิงหาคม 2564].



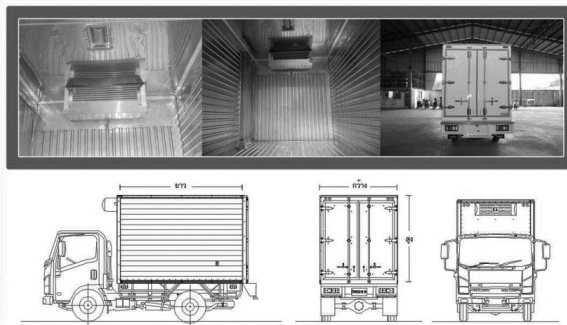
รูปที่ ๒2 รายละเอียดรถขนาด 6 ล้อ



รูปที่ ๒3 รายละเอียดรถขนาด 10 ล้อ

8. ภาคผนวก

โดยรถทำความเย็นที่ใช้พิจารณาในการขนส่งมีทั้งหมด 3 ขนาด ดังรูป



รูปที่ ๒1 รายละเอียดรถขนาด 4 ล้อ