

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำอัลกอริทึมค้างคาวมาใช้ในการแก้ไขปัญหาการขนส่งในภาวะวิกฤตโรคระบาดโควิด - 19

FEASIBILITY STUDY OF USING BAT ALGORITHM TO SOLVE TRANSPORTATION PROBLEMS DURING THE COVID-19 CRISIS

ณรงก์ฤทธิ์ ยิ้มเจริญพรสกุล^{1*} รอมพล จันทศาสตร์² จวีวรรณ ปุราณิธิ³ และลาวัลย์ ต้นสกุลรุ่งเรือง⁴

Narongrid Yimcharoenpornsakul^{1*}, Ruompol Jantasart², Chaiwan Pairaniti³ and

Lavan Tonesakulrungruang⁴

^{1*} อาจารย์ประจำหลักสูตรการจัดการโลจิสติกส์ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

² อาจารย์ประจำหลักสูตรการจัดการโลจิสติกส์ คณะโลจิสติกส์และเทคโนโลยีการบิน วิทยาลัยเซารัสท์บางกอก

³ อาจารย์ประจำหลักสูตรทวิปริญญาโท รัฐประศาสนศาสตร์และบริหารธุรกิจ คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

⁴ อาจารย์ประจำหลักสูตรบริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

* Corresponding author E-mail : Narong.R.Yim@gmail.com

Received: 13 November 2021

Revised: 19 November 2021

Accepted: 27 December 2021

บทคัดย่อ

อัลกอริทึมค้างคาวเป็นอัลกอริทึมที่เลียนแบบปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในการออกหาอาหารของค้างคาวขนาดเล็กในเวลากลางคืน สำหรับการแก้ปัญหาการขนส่งและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการการขนส่ง จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าอัลกอริทึมค้างคาวมีความเหมาะสมในการใช้แก้ปัญหาการขนส่งในภาวะวิกฤตโรคระบาดโควิด - 19 เนื่องจากปัญหาด้านการขนส่งมีเงื่อนไขและความซับซ้อนเป็นอย่างมาก สามารถนำอัลกอริทึมค้างคาวมาใช้ในการจัดเส้นทางขนส่งที่เหมาะสม เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาการขนส่งที่ล่าช้าและช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

คำสำคัญ : อัลกอริทึมค้างคาว, การปัญหาการขนส่ง, ภาวะวิกฤตโรคระบาดโควิด - 19

ABSTRACT

The Bat Algorithm is an algorithm that mimics a natural phenomenon in the foraging of small bats at night. For solve transportation problems and increasing efficiency in transportation management. In this study, it was found that the bat algorithm is suitable for solving transportation problems during the COVID-19 pandemic. Because the transportation problem is very conditional and complicated. The bat algorithm can be applied to provide proper transport routes. To solve the problem of shipping delays and save transportation costs.

Keywords: Bat Algorithm, Solving Transportation Problems, The COVID-19 Pandemic

1. บทนำ

เนื่องจากประเทศไทยมีจำนวนผู้ติดเชื้อเพิ่มมากขึ้น ทางรัฐบาลได้ออกมาตรการกำหนดพื้นที่โรคระบาดออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ พื้นที่ควบคุมสูงสุดและเข้มงวด, พื้นที่ควบคุมสูงสุด, พื้นที่ควบคุม และพื้นที่เฝ้าระวังสูง เพื่อเป็น

<http://jeet.siamtechu.net>

การควบคุมการแพร่ระบาดของโรคโควิด - 19 และออกมาตรการลดการเดินทางของประชาชนทั่วไป ทำให้ประชาชนโดยส่วนใหญ่ต้องทำงานจากที่บ้าน (Work from Home) มีการเดินทางออกนอกเคหสถานน้อยลงและยังมีการประกาศช่วงเวลากារห้ามออกนอกเคหสถาน ส่งผลให้มีการใช้บริการการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์เพิ่มมากขึ้น ทำให้ปริมาณของสินค้าที่ต้องการจัดส่งมีปริมาณมากขึ้นกว่าปกติ แต่ระบบการขนส่งสินค้าในแต่ละเขตพื้นที่โรคระบาด เกิดปัญหาการเดินทางข้ามระหว่างเขตพื้นที่จะต้องมีหนังสือรับรองที่ออกโดยหน่วยงานของทางราชการ สินค้าที่จะขนส่งจะต้องกักไว้ในโกดังหรือศูนย์กระจายสินค้าแต่ละพื้นที่ เพื่อตรวจสอบและฆ่าเชื้อโรค ก่อนจะนำผ่านเข้าไปในแต่ละเขตของพื้นที่และมาตรการควบคุมโรคของแต่ละจังหวัดในเขตพื้นที่เดียวกันก็แตกต่างกันไปตามแต่นโยบายของแต่ละจังหวัด ทำให้เกิดความล่าช้าและแนวทางการขอเอกสารเพื่อเคลื่อนย้ายสินค้าก็แตกต่างกัน อีกทั้งบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งยังติดเชื้อโควิด - 19 เป็นจำนวนมาก ทำให้ปัญหาการขนส่งที่ล่าช้าทำให้สินค้าเกิดความเสียหาย มีสินค้าตกค้างอยู่ในโกดังและตามศูนย์กระจายสินค้าเป็นจำนวนมาก

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น ทำให้เห็นได้ว่าการจัดการขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ในการจัดการเส้นทางการเดินทางขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าหรือโกดังในแต่ละจุดไปยังลูกค้าที่กระจายอยู่ในแต่ละอำเภอ แต่ละจังหวัด ตามจุดต่าง ๆ เป็นปัญหาการตัดสินใจที่มีซับซ้อนในระดับเอ็นพีฮาร์ด (NP-Hard Problem) การใช้วิธีแม่นยำ (Exact Method) เป็นการกระทำที่เป็นไปไม่ได้ยาก

ปัญหาการจัดการเส้นทางการเดินทาง (Vehicle Routing Problem, VRP) เป็นปัญหาที่มีความสำคัญต่อการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์ เนื่องจากในทุกธุรกิจจะต้องมีความเกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้าและการให้บริการลูกค้า โดยเฉพาะเมื่อปัญหามีขนาดใหญ่และมีเงื่อนไขในการขนส่งสินค้าซับซ้อน มียุ่งยากเพิ่มมากขึ้นเพิ่มมากขึ้น ความไม่แน่นอนและความซับซ้อน ทำให้การจัดการเส้นทางการขนส่งสินค้าเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก เส้นทางที่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้าหรือเส้นทางขนส่งปกติอาจจะไม่เหมาะสมในสภาวะวิกฤตโรคระบาดโควิด - 19

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวทางการนำวิธีเมตาฮิวริสติกส์ (Meta-heuristic) โดยใช้อัลกอริทึมของค้างคาว (Bat Algorithm) มาใช้ในการแก้ไขปัญหาการขนส่งสินค้าในภาวะวิกฤตโรคระบาดโควิด - 19 สำหรับปัญหาการจัดการเส้นทางการเดินทาง (Vehicle Routing Problem, VRP)

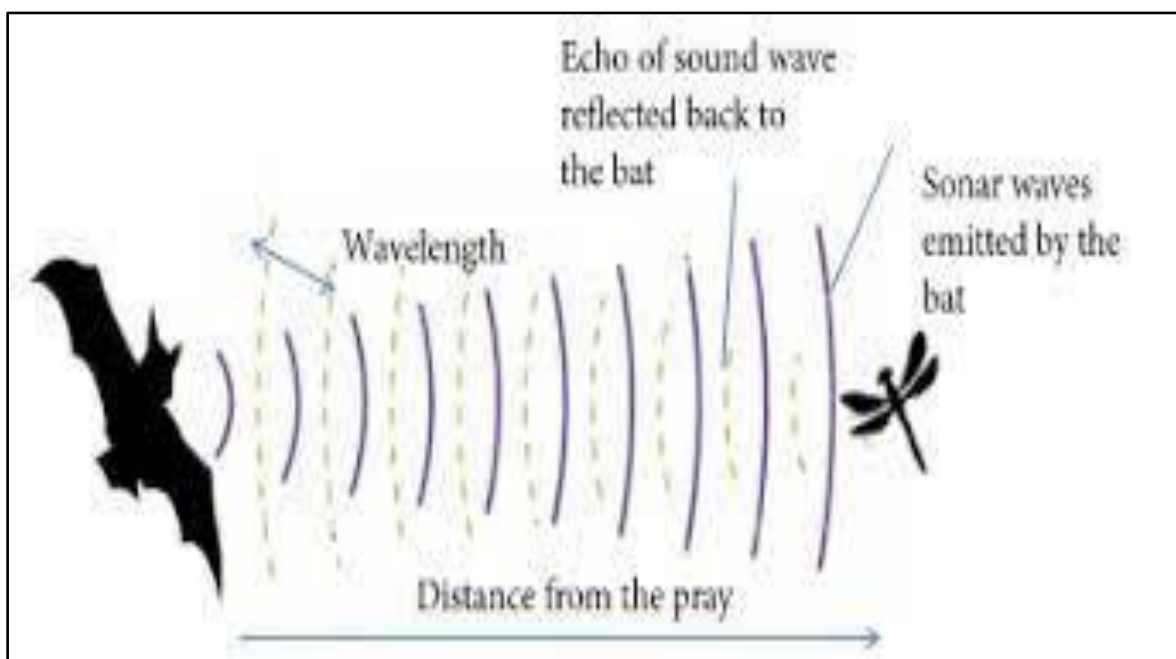
เนื้อหาส่วนที่เหลือของบทความประกอบด้วย ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับปัญหาการจัดการเส้นทางการเดินทาง ขั้นตอนวิธีสำหรับการแก้ปัญหาวิธีเมตาฮิวริสติกส์ (Meta-heuristic) โดยใช้อัลกอริทึมของค้างคาว (Bat algorithm)

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนวิธีเมตาฮิวริสติกส์ (Meta-heuristic Algorithm) แนวคิดนี้เกิดมาจากการเลียนแบบปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทั้งที่เป็นไปตามแบบแผน (Rules) และไม่เป็นไปตามแบบแผน(Randomness) โดยจะแบ่งการเกิดวิธีแบบเมตาฮิวริสติกส์ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การวิวัฒนาการทางชีววิทยา (Biological Evolutionary Process) เช่น ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) พฤติกรรมของสัตว์ (Animal Behavior) เช่น อาณานิคมมด (Ant Colony Optimization) และกระบวนการทางกายภาพทั่วไป (Physical Process) เช่น การจำลองการอบอ่อน (Simulated Annealing: SA) ซึ่งขั้นตอนวิธีการที่แตกต่างกันจะมีลักษณะในการค้นหาค่าเหมาะที่สุดแตกต่างกัน

อัลกอริทึมของค้างคาว (Bat Algorithm) เป็นหนึ่งขั้นตอนวิธีเมตาฮิวริสติกส์ (Meta-heuristic Algorithm) นำเสนอโดย Xin- She Yang ในปี 2010 โดยพิจารณาจากพฤติกรรมการจัดตำแหน่งของค้างคาวตามธรรมชาติ โดยค้างคาวเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่บินออกหากินเวลากลางคืน ในขณะที่นกเห็นค้างคาวสามารถบินได้อย่างต่อเนื่องมีค้างคาวหลายพันชนิดในโลกและสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทเรียกว่า ค้างคาวขนาดใหญ่, ค้างคาวผี และค้างคาวขนาดเล็ก โดยค้างคาวขนาดเล็กเป็นค้างคาวขนาดกลางที่กินแมลงและความลับในการมองเห็นในความมืดเรียกว่า การหาดำแหน่งที่อยู่ของวัตถุโดยคิดจากเวลาและทิศทางของการสะท้อนกลับ (Echolocation) ค้างคาวจะปล่อยคลื่นอัลตราโซนิกออกสู่สิ่งแวดล้อมและรอให้พวกมันสะท้อนกลับ ด้วยการฟังเสียงสะท้อนนี้พวกเขาสามารถ

กำหนดระยะทางการวางแผนขนาดและความเร็วในการเคลื่อนที่ของเป้าหมายได้ เมื่อค้างคาวพบเป้าหมายความดังของเสียงกิริตจะลดลง แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 พฤติกรรม Echolocation ของค้างคาวขนาดเล็ก

อัลกอริทึมของค้างคาวได้รับการพัฒนาโดยการเริ่มต้นชุดค้างคาวเทียมพร้อมชุดพารามิเตอร์ที่เริ่มต้นแบบสุ่ม จากนั้นในการทำซ้ำแต่ละครั้งพวกเขาจะบินไปสุ่มโซลูชันที่ดีที่สุดด้วยความช่วยเหลือของค่าเหมาะที่สุดวงกว้าง (Global Optimum) ที่บรรลุถึงจุดนั้น หากค้างคาวตัวใดพบวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดในโลกปัจจุบันอัตราชีพจรและความดังจะเปลี่ยนไป เหตุผลในการเปลี่ยนพารามิเตอร์ทั้งสองนี้คือการเพิ่มขึ้นของอัตราชีพจรและความถี่เมื่อเหยื่อเข้าใกล้ค้างคาวมากขึ้น ด้วยการทำสิ่งนี้ซ้ำแล้วซ้ำอีกและด้วยเกณฑ์ข้างต้นสามารถเลือกค้างคาวที่ใกล้เคียงที่สุดด้วยชุดพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดได้ โดยทั่วไปค้างคาวที่มีความถี่สูงสุดจะดีที่สุดเนื่องจากความถี่สูงสุดเมื่อเหยื่ออยู่ใกล้ โดย Xin- She Yang ได้กำหนดกฎพื้นฐาน 3 ข้อในการพัฒนาอัลกอริทึม ดังนี้

1. ค้างคาวทุกชนิดใช้การจัดตำแหน่งเพื่อกำหนดระยะทางและทิศทางของอาหาร พวกเขายังสามารถรับรู้ถึงความแตกต่างระหว่างอุปสรรคด้านอาหาร / เหยื่อและพื้นหลัง

2. ค้างคาวตัวนั้นอยู่ที่ตำแหน่ง x_i และบินแบบสุ่มด้วยความเร็ว v_i มันปล่อยสัญญาณเสียงที่มีความถี่ตัวแปรระหว่าง f_{min} และ f_{max} ความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน λ_i และความดังของ A_i เพื่อค้นหาอาหาร สามารถปรับความยาวคลื่น (หรือความถี่) ของพัลส์ที่ปล่อยออกมาโดยอัตโนมัติและปรับอัตราการปล่อยพัลส์ r ใน $[0, 1]$ ($r \in [0, 1]$) ขึ้นอยู่กับความใกล้เคียงของเป้าหมาย

3. ความดังจะแตกต่างกันไปจากค่า A_0 ที่เป็นค่าบวกมากไปจนถึงค่าคงที่ต่ำสุด A_{min}

จากสมมติฐานและเพื่อให้เข้าใจง่าย สามารถนำมาเขียนเป็น pseudo-code สำหรับอัลกอริทึมค้างคาว สามารถแสดงดังรูปที่ 2

```

Objective function  $\text{Obj}(X)$  ,  $X=[x_1, x_2, \dots, x_{nv}]^T$ 
Begin
Initialize the bat population  $x_i$  and  $v_i$  ( $i=1,2,\dots,n$ )
Define pulse frequency of  $f_i$  at  $x_i$ 
Initialize pulse rates  $r_i$  and the loudness  $A_i$ 
While ( $t < \text{maximum number of iterations}$ )
    Generate new solutions by adjusting frequency and update velocities and
    positions (equation 1, 2 and 3)
    If ( $\text{rand} > r_i$ )
        Select a solution among the best solutions randomly;
        Generate a local solution around the selected best solution by a local
        random walk (equation 4)
    End if
    If ( $\text{rand} < A_i$  and  $f(x_i) < f(x^{\text{cgbest}})$ )
        Accept the new solution
        Increases  $r_i$  and decrease  $a_i$ 
    End if
    Rank the bats at each iteration and store their current global best  $x^{\text{cgbest}}$ 
End while
Post processing the results
End

```

รูปที่ 2 Bat Algorithm pseudo-code

3. ผลการศึกษา

อัลกอริทึมค้างคาวเริ่มต้นพารามิเตอร์แบบสุ่มด้วยประชากรค้างคาวในพื้นที่ค้นหา n - มิติ ตำแหน่งเริ่มต้น (x_0) ความเร็วแบบสุ่ม (v_0) ความถี่แบบสุ่ม โดยที่ตำแหน่งของค้างคาว i แสดงด้วย x_i^t และความเร็วของค้างคาวแสดงด้วย v_i^t ในเวลา t ดังนั้น ตำแหน่งใหม่ x_i^{t+1} และความเร็วใหม่ v_i^{t+1} ณ เวลา ขั้นตอนที่ $t+1$ แสดงดังสมการที่ 1

$$\begin{aligned}
 f_i &= f_{\min} + (f_{\max} - f_{\min})\beta \\
 v_i^{t+1} &= v_i^t + (x_i^t - x^*)f_i \\
 x_i^{t+1} &= x_i^t + v_i^{t+1}
 \end{aligned} \tag{1}$$

โดยที่

$$\beta \in [0, 1]$$

เป็นเวกเตอร์สุ่มที่ดึงมาจากการกระจายแบบสม่ำเสมอ

$$x^*$$

คือ ตำแหน่งที่ดีที่สุดในปัจจุบัน วิธีแก้ปัญหา(solution) ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบวิธีแก้ปัญหาทั้งหมดระหว่างค้างคาว n ทั้งหมด

$$f_i$$

หมายถึง ความถี่พัลส์ที่ปล่อยออกมาโดย bat i ในขณะนั้น

$$f_{\min} \text{ และ } f_{\max}$$

$f_{\max}$ แสดงถึงค่าต่ำสุดและสูงสุดของความถี่พัลส์ตามลำดับ

การเดินสุ่ม (random walk) เป็นกระบวนการของการค้นหาในท้องถิ่นที่สร้างวิธีแก้ปัญหาใหม่ โดยวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกค้างคาวจะถูกสุ่มเลือกจากประชากรค้างคาว จากนั้นตำแหน่งที่สอดคล้องกันของค้างคาวนี้จะได้รับการปรับปรุงให้ทันสมัย ทั้งนี้สมการทางคณิตศาสตร์ของอัลกอริทึมค้างคาว แสดงดังสมการที่ 2

$$\begin{aligned}x_{new} &= x_{old} + \varepsilon A^{(t)} \\x_{new} &= x_{old} + \sigma \varepsilon_t A^{(t)}\end{aligned}\quad (2)$$

โดยที่

$\varepsilon \in [-1, 1]$	เป็นตัวเลขสุ่ม
$A^{(t)}$	คือ ความดังเฉลี่ยของค้างคาวทั้งหมด ณ เวลาขั้น t ตามแหล่งอื่น
σ	ซึ่งเป็นพารามิเตอร์มาตราส่วนเพื่อควบคุมขนาดขั้นตอน
ε_t	ถูกดึงมาจากการแจกแจงปกติแบบเกาส์เซียน (Gaussian normal distribution) $N(0, 1)$

จากสมการที่ 2 สามารถอธิบายได้ดังนี้ ความดัง A_i และอัตรา r_i ของการปล่อยพัลส์จะต้องได้รับการอัปเดตตามลำดับ ขณะที่ทำการวนซ้ำดำเนินต่อไปเรื่อย วิธีแก้ปัญหา(solution) ถูกสร้างขึ้นแบบสุ่มและยอมรับโดยมีความใกล้เคียงกันขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ A_i ความดังจะลดลงและอัตราชีพจรจะเพิ่มขึ้นเมื่อค้างคาวเข้าใกล้เหยื่อ กล่าวคือในช่วงเริ่มต้น ความดังจะรุนแรง และอัตราการเดินเป็นจังหวะเล็ก เมื่อค้างคาวได้เหยื่อแล้ว ความดังจะลดลง ในขณะที่อัตราชีพจรเพิ่มขึ้น สามารถเขียนในรูปแบบสมการ แสดงดังสมการที่ 3

$$\begin{aligned}A_i^{t+1} &= \alpha A_i^t \\r_i^{t+1} &= r_i^0 [1 - \exp(-\gamma t)]\end{aligned}\quad (3)$$

โดยที่ α และ γ เป็นค่าคงที่ สำหรับ $0 < \alpha < 1$ และ $\gamma > 0$ ใดๆ เราสามารถสรุปได้ว่า $A_i = A \min = 0$ หมายความว่า ค้างคาวเพิ่งพบเหยื่อและหยุดส่งเสียงชั่วคราว สามารถเขียนในรูปแบบสมการแสดงดังสมการที่ 4

$$A_i^t \rightarrow 0, r_i^t \rightarrow r_i^0, \text{ as } t \rightarrow \infty \quad (4)$$

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ขั้นตอนวิธีเมตาฮิวริสติกส์ (Meta-heuristic Algorithm) โดยใช้ อัลกอริทึมค้างคาว (Bat Algorithm) มาใช้แก้แบบจำลองปัญหาจัดเส้นทางการขนส่งมีจำนวนมาก (ข้อมูลศึกษา 2019 ถึง 2021) แสดงให้เห็นว่าการนำอัลกอริทึมค้างคาว (Bat Algorithm) มาใช้ในการแก้ไขปัญหาทางด้านการขนส่ง เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมอย่างมาก ผู้วิจัยทำการยกตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาระบบการขนส่ง ดังนี้

โดยในปี 2019 Sally Kassem และคณะ ได้เสนองานวิจัยที่นำอัลกอริทึมค้างคาวร่วมกับ เคมีน (K-means Aalgorithm) เพื่อใช้แก้ไขปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Sales Man : TSPs)

Srivastava และ Sahana (2019) ทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการประมวลผลแบบหมู่มวล เช่น Genetic Algorithms, Ant Colony Optimization และเทคนิคอื่นๆ กับอัลกอริทึมค้างคาวแก้ปัญหาการออกแบบเครือข่ายการขนส่ง

Eneko Osaba และคณะ (2019) ได้นำเสนองานวิจัยเพื่อการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการกระจายยาในโลกแห่งความเป็นจริงด้วยการเก็บขยะทางเภสัชวิทยา จุดมุ่งหมายเพื่อให้เป็นไปตามข้อจำกัดในโลกแห่งความเป็นจริงทั้งหมด โดยทำการสร้างแบบจำลองปัญหาการกำหนดเส้นทางแบบหลายแอตทริบิวต์หรือแบบสมบูรณ์ (Multi-attribute or Rich Vehicle Routing Problem : RVRP) โดยแบบจำลองของปัญหาได้จำลองมาจากปัญหาการกำหนดเส้นทางยานพาหนะแบบคลัสเตอร์ที่มีการรับและส่งมอบ (Clustered Vehicle Routing Problem with Pickups and Deliveries) ต้นทุนผันแปรที่ไม่สมมูล (Asymmetric Variable Costs) ถนนต้องห้าม (Forbidden Roads) และข้อจำกัดด้านต้นทุน (Cost Constraints) โดยได้ทำการศึกษาโดยใช้ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของเมืองบิซไกอา ประเทศสเปน (Bizkaia, Spain) อัลกอริทึมค้างคาวแบบแยกส่วนและปรับปรุง (Discrete and Improved Bat Algorithm : DalBA) คุณสมบัตินี้หลักของการปรับตัวใช้ Hamming Distance เพื่อใช้ในการคำนวณความแตกต่างระหว่างค้างคาว การปรับปรุงที่มีประสิทธิภาพได้รับการพิจารณาประกอบด้วยโครงสร้างพื้นที่ใกล้เคียงสองแห่งที่แตกต่างกัน ซึ่งการสำรวจขึ้นอยู่กับระยะทางของค้างคาวเกี่ยวกับตำแหน่งที่ดีที่สุดของฝูง และยังได้ทำการเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมอีก 3 แบบ ได้แก่ อัลกอริทึมวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithm), การหลอมจำลองเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary Simulated Annealing) และอัลกอริทึมหิ่งห้อย (Firefly Algorithm) และได้ทำการทดสอบทางสถิติสองแบบที่แตกต่างกัน : การทดสอบแบบไม่อิงพารามิเตอร์ของฟรีดแมน (Friedman's non-parametric test) และการทดสอบหลังเฉพาะกิจของโฮล์ม (Holm's post-hoc test) จากการวิจัยสรุปได้ว่า DalBA เป็นเทคนิคที่มีแนวโน้มที่ดีที่จะใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ออกแบบไว้

ในปี ค.ศ. 2020 ก็ได้มีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาอัลกอริทึมค้างคาวมาใช้ในการงานวิจัย เช่น Kussman และ คณะ ได้เสนออัลกอริทึมค้างคาวไฮบริด (Hybrid Bat Algorithm : HBA) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ไขปัญหาการกำหนดเส้นทางยานพาหนะที่มีความจุ (The Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)) ซึ่งเป็นส่วนขยายของปัญหา Traveling Salesman ที่มีข้อจำกัดเพิ่มเติมสองข้อ คลังท้องถิ่นและข้อจำกัดด้านความจุสำหรับรถแต่ละคัน โดยอัลกอริทึมค้างคาวไฮบริดได้รับการทดสอบและเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมการปรับให้เหมาะสมอื่น ๆ อีก 3 ตัว ได้แก่ อัลกอริทึมการออมของ Clarke & Wright (Clarke & Wright Savings Algorithm), อัลกอริทึม Holmes และ Parker (Holmes and Parker Algorithm) และวิธี Fisher และ Jaikumar (Fisher and Jaikumar Method) และงานวิจัยของ Ahmmad และ Muchtar (2020) ได้เสนอการทบทวนการใช้งานอัลกอริทึมค้างคาวในการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยในงานวิจัยนี้ได้นำเสนออธิบายภาพรวมที่เกี่ยวกับอัลกอริทึมค้างคาวโดยการศึกษาแยกออกเป็นหมวดหมู่ เช่น วิศวกรรม การจัดตารางเวลา การขนส่ง/ยานพาหนะ และ เครือข่าย โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้เห็นภาพรวมของการนำอัลกอริทึมค้างคาวมาใช้แก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ

ในปี ค.ศ. 2021 Hussein และคณะ เสนอผลงานการวิจัยที่เกี่ยวเส้นทางเดินของรถพยาบาลโดยใช้ อัลกอริทึมค้างคาว โดยการสร้างแบบจำลองแผนที่เมืองโดยวิธีโหนด สถานีควบคุมได้รับข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่เกิดเหตุ จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปยังรถพยาบาลและโรงพยาบาล ทำการป้อนข้อมูล เช่น ตำแหน่งโหนดของอุบัติเหตุและรถพยาบาลในวิธีการกำหนดเส้นทางรถตามอัลกอริทึมของค้างคาว และให้เส้นทางที่สั้นที่สุดสำหรับการไปถึงที่เกิดเหตุให้กับคนขับรถพยาบาล หลังจากถึงที่เกิดเหตุแล้ว ระบบจะป้อนตำแหน่งของสถานที่ที่เกิดอุบัติเหตุและตำแหน่งโรงพยาบาลในวิธีการกำหนดเส้นทางยานพาหนะแบบค้างคาว และให้เส้นทางที่สั้นที่สุดในการไปถึงโรงพยาบาลถึงคนขับรถพยาบาล โดยอัลกอริทึมค้างคาวจะคำนวณระยะทางที่เป็นระยะทางสั้นที่สุดและเวลาในการเข้าถึงรวดเร็วที่สุด

อีกทั้งผู้วิจัยได้ทำการสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้องานวิจัยที่สนใจ แสดงดังตารางที่ 1 จากการศึกษา งานวิจัยต่าง ๆ พบว่า นักวิจัยได้มีความพยายามปรับปรุงประสิทธิภาพของอัลกอริทึมค้างคาว เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาเพิ่มมากขึ้น โดยได้นำเอาอัลกอริทึมอื่นๆ เข้ามาช่วยในการเพิ่มความสามารถข้อจำกัดของอัลกอริทึมค้างคาว แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งโดยใช้อัลกอริทึมค้างคาว

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ผู้เขียน	ปีที่ตีพิมพ์	อ้างอิง
1	A hybrid bat algorithm to solve the capacitated vehicle routing problem	Kassem et al.	2019	(14)
2	A Discrete and Improved Bat Algorithm for solving a medical goods distribution problem with pharmacological waste collection	Osaba et al.	2019	(5)
3	Improved Bat Algorithm for Vehicle Routing Problem	Yu Li et al.	2019	(22)
4	Application of Bat Algorithm for Transport Network Design Problem	Srivastava and Sahana	2019	(16)
5	Chaotic discrete bat algorithm for capacitated vehicle routing problem	Cai et al.	2019	(2)
6	Two-Level Bat Algorithm with Variable Neighborhood Search for Capacitated Vehicle Routing Problem in Supply Chain	Yuan-hang et al.	2019	(13)
7	A Discrete Bat Algorithm for the Multi-Compartment Vehicle Routing Problem	Adil and Lakhbab	2020	(12)
8	A New Hybrid Bat Algorithm Optimizing the Capacitated Vehicle Routing Problem	Kussman et al.	2020	(14)
9	A Vehicle Routing Problem Model With Multiple Fuzzy Windows Based on Time-Varying Traffic Flow	J. Zheng	2020	(8)
10	A Multicriteria, Bat Algorithm Approach for Computing the Range Limited Routing Problem for Electric Trucks.	Yeomans	2021	(9)
11	Ambulance Vehicle Routing using BAT Algorithm	Hussein et al.	2021	(17)

ตารางที่ 2 การนำอัลกอริทึมค้างคาวมาปรับเปลี่ยนร่วมกับอัลกอริทึมอื่น ๆ

ลำดับ	การปรับเปลี่ยน (Modification)	ผู้เขียน	ปีที่ตีพิมพ์	อ้างอิง
1	Enhanced BA	Yilmaz and Küçüksill	2015	(21)
2	Double sub-population Levy flight BA (DLBA)	Jun et al.	2015	(10)
3	Doppler Effect with standard BA.	Meng et al.	2015	(11)
4	Improved BA (IBA)	Wang et al	2016	(18)
5	Greedy randomized adaptive search proce-dure with BA	Zhou et al.	2016	(24)
6	Forage strategy in BA	Cai et al.	2016	(2)
7	Quantum be-haved Mean Best position BA (QMBA)	Zhu et al	2016	(25)
8	Hybrid Multi Objective shuffled BA (MOsh-BAT)	Yammani et al.	2016	(19)
9	Chaotic Bat Algorithm	Adarsh et al.	2016	(1)
10	Improved Discrete Bat Algorithm	Osaba et al.	2016	(6)
11	Binary Bat algorithm for classification	Gupta et al.	2019	(4)
12	Swarm bat algorithm with improved search (SBAIS)	Chaudhary and Banati	2019	(3)
13	Hybridizing Cuckoo search algorithm with bat algorithm	Shehab et al,	2020	(15)
14	Bat Algorithm Hybridizing by Differential Evolution Algorithm	Yildizdana and Baykan	2020	(7)

5. สรุปผลการศึกษา

จากพฤติกรรมการเลียนแบบธรรมชาติของค้างคาว นำเสนอโดย Xin- She Yang ในปี 2010 โดยเรียกว่า อัลกอริทึมค้างคาว (Bat Algorithm) อัลกอริทึมนี้พิสูจน์แล้วว่าดีกว่าอัลกอริทึมที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติชนิดอื่น ๆ อัลกอริทึมนี้ได้ถูกนำไปใช้กับการแก้ปัญหาต่าง ๆ มากมาย เช่น การจำแนกประเภทและการทำเหมืองข้อมูล กระบวนการเกี่ยวกับภาพ และฟิซซี่ เป็นต้น อัลกอริทึมค้างคาว (Bat Algorithm) เป็นอัลกอริทึมที่มีแนวโน้มสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานในหลากหลายด้าน นอกจากนี้ ยังสามารถนำมาพัฒนาและทดสอบปัญหาทางวิศวกรรมต่าง ๆ ได้อีกด้วย ซึ่งการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอัลกอริทึมค้างคาวในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า สามารถนำอัลกอริทึมค้างคาวมาใช้ในการแก้ไขปัญหาการขนส่งในภาวะวิกฤตโรคระบาดโควิด - 19 เพื่อลดปัญหาการขนส่งที่ล่าช้า อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้ในการจัดการเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งในสภาวะวิกฤติ ผู้วิจัยจะได้ทำการทดสอบจากข้อมูลในงานวิจัยครั้งต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] B.R. Adarsh, T. Raghunathan, T. Jayabarathi, Xin-She Yang. (2016). "Economic dispatch using chaotic bat algorithm", *Energy*, Volume 96, Pages 666-675, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.12.096>.
- [2] Cai X., Gao X. & Xue Y. (2016). "Improved bat algorithm with optimal forage strategy and random disturbance strategy", *International Journal of Bio-Inspired Computation*, vol. 8, Issue 4, pp. 205214. <https://doi.org/10.1504/IJBIC.2016.078666>.
- [3] Chaudhary, R., Banati, H. (2019). "Swarm bat algorithm with improved search (SBAIS)", *Soft Comput* 23, 11461–11491. <https://doi.org/10.1007/s00500-018-03688-4>
- [4] Deepak Gupta, Jatin Arora, Utkarsh Agrawal, Ashish Khanna, Victor Hugo C. de Albuquerque. (2019). "Optimized Binary Bat algorithm for classification of white blood cells", Volume 143, Pages 180-190, ISSN 0263-2241, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.01.002>.
- [5] Eneko Osaba, Xin-She Yang, Fernando Diaz, Pedro Lopez-Garcia, Roberto Carballedo. (2016). "An improved discrete bat algorithm for symmetric and asymmetric Traveling Salesman Problems," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Volume 48, ,Pages 59-71,ISSN 0952-1976, <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2015.10.006>.
- [6] Eneko Osaba, Xin-She Yang, Iztok Fister, Javier Del Ser, Pedro Lopez-Garcia, Alejo J. Vazquez-Pardavila. (2019). "A Discrete and Improved Bat Algorithm for solving a medical goods distribution problem with pharmacological waste collection." *Swarm and Evolutionary Computation* Volume 44, February 2019, Pages 273-286,
- [7] Gülnur Yildizdan, Ömer Kaan Baykan. (2020). "A novel modified bat algorithm hybridizing by differential evolution algorithm"., *Expert Systems with Applications*, Volume 141, 112949, ISSN 0957-4174 <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.112949>.
- [8] J. Zheng. (2020). "A Vehicle Routing Problem Model With Multiple Fuzzy Windows Based on Time-Varying Traffic Flow," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 39439-39444, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2974774.
- [9] Julian Scott Yeomans. (2021). "A Multicriteria, Bat Algorithm Approach for Computing the Range Limited Routing Problem for Electric Trucks." *WSEAS Transactions on Circuits and Systems*, vol. 20, pp. 96-106, 2021
- [10] Jun L, Liheng L, & Xianyi W. (2015). "A double-subpopulation variant of the bat algorithm. *Applied Mathematics and Computation*". 263:361-377. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2015.04.034>.
- [11] Meng X., Gao X., Liu Y. & Zhang H. (2015). "A novel bat algorithm with habitat selection and Doppler effect in echoes for optimization", *Expert Systems with Applications*, vol. 42, Issue 17-18, pp. 6350-6364. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.04.026>.
- [12] N. Adil and H. Lakhbab. (2020). "A Discrete Bat Algorithm for the Multi-Compartment Vehicle Routing Problem," *IEEE 6th International Conference on Optimization and Applications (ICOA)*, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICOA49421.2020.9094524.

- [13] QI Yuan-hang, CAI Yan-guang, CAI Hao, YANG Liang, YAO Yeboah. (2019). "Two-Level Bat Algorithm with Variable Neighborhood Search for Capacitated Vehicle Routing Problem in Supply Chain[J]". *Acta Electronica Sinica*, 47(7): 1434-1442.
- [14] S. Kassem, L. Korayem, M. Khorshid and A. Tharwat. (2019). "A hybrid bat algorithm to solve the capacitated vehicle routing problem," *Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES)*, 2019, pp. 222-225, doi: 10.1109/NILES.2019.8909300.
- [15] Shehab, M., Khader, A.T., Laouchedi, M. et al. (2020). "Hybridizing cuckoo search algorithm with bat algorithm for global numerical optimization". *J Supercomput* 75, 2395–2422
<https://doi.org/10.1007/s11227-018-2625-x>
- [16] Sweta Srivastava and Sudip Kumar Sahana. (2019). "Application of Bat Algorithm for Transport Network Design Problem." *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*. Volume 2019
- [17] T. D. H. Hussein, M. Frikha, S. Ahmed and J. Rahebi. (2021). "Ambulance Vehicle Routing using BAT Algorithm." *International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE)*, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICECCE52056.2021.9514109.
- [18] Wang G., Chu H. & Mirjalili S. (2016). "Three-dimensional path planning for UCAV using an improved bat algorithm", *Aerospace Science and Technology*, vol. 49, pp. 231-238.
<https://doi.org/10.1016/j.ast.2015.11.040>.
- [19] Yammani C., Maheswarapu S., & Matam S. (2016). "A Multi-objective Shuffled Bat algorithm for optimal placement and sizing of multi distributed generations with different load models", *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 79, pp. 120-131.
<https://doi.org/10.1109/TENCON.2016.7848354>.
- [20] Yanguang Cai, Yuanhang Qi, Hao Cai, Helie Huang, and Houren Chen. (2019). "Chaotic discrete bat algorithm for capacitated vehicle routing problem". *International Journal of Autonomous and Adaptive Communications Systems* 2019 12:2, pp 91-108
- [21] Yilmaz S. & Küçüksille E., (2015). "A new modification approach on bat algorithm for solving optimization problems", *Applied Soft Computing*, vol. 28, pp. 259-275.
<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.11.029>.
- [22] Yu Li, Qian Guo, and Jingsen Liu. (2019). "Improved Bat Algorithm for Vehicle Routing Problem [J]." *Int J Performability Eng*, 15(1): pp 317-325.
- [23] Zawani Ahmmad, S. N. (2020). "A Review on Applications of Optimization Using Bat Algorithm." *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(1.1 S I), 212–219. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/3791.12020>
- [24] Zhou Y., Luo Q., Xie J. & Zheng H. (2016). "A Hybrid Bat Algorithm with Path Relinking for the Capacitated Vehicle Routing Problem", In: *Metaheuristics and Optimization in Civil Engineering*, Vol. 7, pp. 255-276. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26245-1_12.
- [25] Zhu B., Zhu W., Liu Z., Duan Q., & Cao L., (2016), "A Novel QuantumBehaved Bat Algorithm with Mean Best Position Directed for Numerical Optimization", *Computational Intelligence and Neuroscience*, pp. 1-17. <https://doi.org/10.1155/2016/6097484>.