

การประยุกต์ใช้วิธีอาณานิคมมดเพื่อจัดเส้นทางท่องเที่ยวในอำเภอเขาค้อ

Ant Colony Optimization Applied to Routing for Tourism of Khao Kho district, Phetchabun Province

นพดล อ่ำดี¹ ธนภัทร มะณีแสง² หทัยนุช จันทรัชชัยภูมิ³

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

46 หมู่ 3 ต.จอมบึง อ.จอมบึง จ.ราชบุรี 70150 โทรศัพท์ 0-3226-1790-7 E-mail: amdee1973@gmail.com

^{2,3}สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

83 หมู่ 11 ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1608 E-mail: idul_nazgul@hotmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้คือหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินทางท่องเที่ยวในอำเภอเขาค้อ โดยประยุกต์ใช้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ข้อมูลของระยะทางได้จากโปรแกรมหาเส้นทาง Google Earth และจากการสำรวจเส้นทางจริง สำหรับการเชื่อมโยงสถานที่ท่องเที่ยวในจุดต่างๆ ให้สั้นที่สุด การแก้ปัญหาได้ประยุกต์ใช้วิธีการค้นหาเฉพาะที่แบบวนซ้ำและวิธีการอาณานิคมมด จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีอาณานิคมมดมีประสิทธิภาพเหนือกว่าการค้นหาค่าตอบเฉพาะที่ ยกเว้นกรณีของปัญหาที่มีแหล่งท่องเที่ยวจำนวน 20 จุด

คำสำคัญ: ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย เมตาฮิวริสติกส์ วิธีการค้นหาค่าตอบเฉพาะที่แบบวนซ้ำ วิธีการอาณานิคมมด

Abstract

The research aims to find the shortest route for Rout to travel in Khao Kho through an application of the travelling salesman problem (TSP). Data on the distances and directions were obtained from Google Earth and from surveying. The shortest path problem used to find the distance between tourist points by applied the Iterated Local Search and Ant Colony Optimization. The computational experiments show that Ant colony optimization outperforms Iterated Local Search in most cases, except for the case: 20 Points

Keywords: Travelling Salesman Problem, Metaheuristics, Iterated Local Search, Ant Colony Optimization

1. บทนำ

ประเทศไทยมุ่งมั่นที่จะพัฒนาการท่องเที่ยวภายในประเทศ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของนักท่องเที่ยว เนื่องจากการท่องเที่ยวมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างมาก รวมถึงยังเป็นการกระจายรายได้สู่ชุมชนและก่อให้เกิดการจ้างงานในท้องถิ่น จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นจังหวัด

ที่มีภูมิประเทศและสภาพแวดล้อมสวยงาม โดยเฉพาะอำเภอเขาค้อที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงที่สุดแห่งหนึ่งในประเทศไทย ซึ่งในแต่ละปีสามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวเข้ามาเที่ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจำนวนมาก แต่เนื่องจากจำนวนแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญในอำเภอเขาค้อมีจำนวนมาก และการเดินทางมีหลายเส้นทาง งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้วิธีเมตาฮิวริสติกเพื่อกำหนดเส้นทางท่องเที่ยว โดยมุ่งเน้นเพื่อเป็นข้อมูลสารสนเทศในการวางแผนการท่องเที่ยวในจังหวัดอำเภอเขาค้อให้มีประสิทธิภาพ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้นำปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem: TPS) ซึ่ง TPS เป็นกลวิธีในการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดเชิงการจัด การจัดการ โดยให้การเดินทางของพนักงานขายเดินทางไปยังกลุ่มของเมืองให้ครบทุกเมืองแล้ว ตั้งคำถามว่าจะต้องใช้เส้นทางไหนถึงจะสั้นที่สุด ตัวอย่างเช่นในงานวิจัยของ ไพฑูรย์ (2557) ได้ประยุกต์ใช้ TPS กับการจัดเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสม กรณีศึกษาธุรกิจเครื่องดื่มชาวม ซึ่งสามารถทำให้ต้นทุนลดลงจากเดิม 18.15% TPS ถูกนำไปใช้แก้ปัญหาหารถรายนี้อยู่ในอำเภอเมืองจังหวัดเชียงราย เสกสรรค์ (2557) และพบว่าสามารถได้ระยะทางสั้นกว่าเดิม 550 เมตร

3. วัตถุประสงค์

เพื่อกำหนดเส้นทางและใช้เป็นแนวทางการท่องเที่ยวในอำเภอเขาค้อ

4. ขอบเขต

4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการหาเส้นทางทางการเดินทางท่องเที่ยวในอำเภอเขาค้อ โดยนักท่องเที่ยวจะเดินทางไปยังจุดท่องเที่ยวต่างๆ ให้ครบจำนวนที่กำหนด แล้วกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยให้เส้นทางที่ใช้มีระยะทางรวมสั้นที่สุด

4.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ เส้นทางท่องเที่ยวที่ครอบคลุมอำเภอเขาค้อ การทดลองหาค่าตอบ ซึ่งในการแก้ปัญหาจะประกอบด้วยปัญหา 3 ขนาด คือ ปัญหาขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยปัญหาถูกแบ่ง

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

Proceedings of the 8th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2016 (EENET 2016)

ออกเป็น 3 ขนาดโดยแต่ละขนาดจะมีแหล่งท่องเที่ยวจำนวน 10 15 และ 20 จุด ตามลำดับ

5. ข้อตกลงเบื้องต้น

5.1 ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายที่นำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเป็นแบบสมมาตร

5.2 ระยะทางและเส้นทางระหว่างแหล่งท่องเที่ยวจะเลือกพิจารณาเส้นทางที่สะดวกและปลอดภัยที่สุด ถึงแม้เส้นทางนั้นจะมีระยะทางมากกว่าก็ตาม

โดยใช้โปรแกรม Google Earth และจากการสำรวจในสถานที่จริง

5.3 ในการหาเส้นทางที่เหมาะสม เมตาฮิวริสติกส์ที่ใช้คือ วิธีค้นหาเฉพาะที่แบบวนซ้ำ (Iterated Local Search :ILS) และวิธีการอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization)

6. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

6.1 รวบรวมข้อมูล ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.2 กำหนดเส้นทางและจุดจอด การกำหนดเส้นทางจะใช้เส้นทางจากเว็บไซต์ Google Earth

6.3 แก้ปัญหา ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการเมตาฮิวริสติกส์ 2 วิธี ประกอบด้วย วิธีค้นหาเฉพาะที่แบบวนซ้ำ และวิธีการอาณานิคมมด

6.3.1 การค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนซ้ำ ซึ่งพัฒนามาจากการค้นหาคำตอบเฉพาะที่ (Local search: LS) โดยข้อเสียของ LS คือ คำตอบที่ได้มักจะไปติดที่คำตอบที่ดีที่สุดภายในย่านคำตอบใกล้เคียง ILS ได้เพิ่มกลยุทธ์เพื่อให้ LS สามารถหลีกเลี่ยงไม่ให้คำตอบไปติดที่คำตอบที่ดีที่สุดภายในย่านคำตอบใกล้เคียง

กำหนดค่า l_{max} และ n_{max} สุ่มตำแหน่งของคำตอบเริ่มต้น x กำหนดให้ $l \leftarrow 1$ และ $n \leftarrow 1$

1) หากคำตอบ x' จากพื้นที่คำตอบ $x' \in (N(x))$ ถ้า $f(x') < f(x)$ ให้ $x \leftarrow x'$ และทำซ้ำ ถ้าไม่เช่นนั้นให้ x เป็นคำตอบเดิม และกำหนดให้ $n \leftarrow n + 1$ และ $l \leftarrow l + 1$ ทำซ้ำ

2) ถ้าหาก $n = n_{max}$ ให้สุ่มตัวแทนคำตอบใหม่ (Representation) $N(x'')$ แทนที่ $N(x) \leftarrow N(x'')$

3) ทำซ้ำ จนกว่า $l = l_{max}$ หรือถึงเงื่อนไขการหยุด

6.3.2 วิธีการอาณานิคมมดประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

1) เริ่มจากตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ACO ทั้งหมด

2) สร้างคำตอบเริ่มต้นจากพารามิเตอร์เริ่มต้นที่ตั้งไว้

3) ปรับค่าพารามิเตอร์ของ ACO ต่าง ๆ ใน ข้อที่ 1 โดยประกอบด้วย 6 พารามิเตอร์ คือ จำนวนรอบที่ต้องการวนซ้ำ (Iteration : l) จำนวนประชากรมด (Ant Population : n) ค่าฟีโรโมน (Pheromone : π) ค่าความน่าสนใจ (Attractiveness : $\omega(i, j)$) ค่าแอลฟา (Alpha: α) และบีตา (Beta: β)

4) นำเข้าข้อมูลและสร้างตารางเมตริกซ์ เส้นทางระหว่างจุดท่องเที่ยว $d_{i,j}$

5) สร้างตารางเมตริกซ์เพื่อใช้เก็บค่าฟีโรโมน $\tau_{i,j}$ และค่าความน่าสนใจ $\omega_{i,j}$

6) คำนวณค่า $\omega_{i,j}$ จากสมการที่ 1 และเก็บค่าไว้ในตารางค่าความน่าสนใจ โดยที่ $\tau_{i,j}^\alpha$ คือค่าฟีโรโมนของการเดินทางระหว่างจุดท่องเที่ยว i ไปยังจุดท่องเที่ยว j ที่ให้น้ำหนักด้วยการยกกำลัง ส่วนค่า $\pi_{i,j}^\beta$ คือค่าคงที่ค่าหนึ่งในปัญหา TSP ซึ่งเป็นส่วนกลับของระยะห่างระหว่างจุดท่องเที่ยว 2 จุด ซึ่งค่า $\pi = 10 / d_{i,j}$

$$\omega(i, j) = \tau_{i,j}^\alpha \times \pi_{i,j}^\beta \quad (1)$$

7) สุ่มหาความน่าจะเป็นของจุดท่องเที่ยว ที่จะเป็นจุดท่องเที่ยวต่อไป ดังสมการที่ 2 โดยค่า S คือชุดเมืองที่ยังไม่ได้ถูกเลือกให้เป็นเส้นทางที่ใช้ผ่านของจุดท่องเที่ยว

$$P_{i,j} = \frac{\tau_{i,j}^\alpha \times \pi_{i,j}^\beta}{\sum_{j \in S} (\tau_{i,j}^\alpha \times \pi_{i,j}^\beta)} = \frac{\omega(i, j)}{\sum_{j \in S} \omega(i, j)} \quad (2)$$

8) ใช้หลักการวงกลมรูเล็ตต์ (Roulette Wheel) เพื่อหาจุดจอดลำดับถัดไปโดยใช้ค่า $p_{i,j}$ ของแต่ละจุดท่องเที่ยวมาสร้างความน่าจะเป็นสะสม $cumpop_{i,j}$ ดังสมการที่ 3 โดยกำหนดให้ค่า k คือลำดับของเมืองที่อยู่ในลำดับของผู้แข่งขัน (Candidate List: CL)

$$cumpop_{i,j} = \sum_{k=1}^j p_{i,k} \quad (3)$$

9) สุ่มตัวเลขมา 1 ค่า r ซึ่งค่า r ที่สุ่มได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง $\{0, 1\}$ ถ้าหากตัวเลขตกอยู่ในช่วงของจุดท่องเที่ยวใด ให้เลือกจุดท่องเที่ยว นั้นเป็นจุดท่องเที่ยว ถัดไป

10) ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 8 จนถึง 10 จนกว่าจะครบทุกจุด

11) เมื่อได้เส้นทางแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือขั้นตอนการปรับค่าฟีโรโมน โดยใช้ส่วนกลับของระยะทางรวมของเส้นทางใหม่ที่ได้ ดังสมการที่ 3 โดยที่ f คือค่าที่จะใช้ปรับค่าในตารางเมตริกซ์ โดยที่ j คือจำนวนจุดท่องเที่ยว ทั้งหมด

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

Proceedings of the 8th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2016 (EENET 2016)

$$f = \frac{1}{\sum_{k=1}^J d_{i,k}} \quad (4)$$

12) ปรับค่า $\tau_{i,j}$ ในเส้นทางที่ถูกเลือก ($d_{i,j}$) โดยใช้สมการ ที่ 4 ส่วนในเส้นทางระหว่างจุดท่องเที่ยว ที่ไม่ได้เลือกให้ปรับค่า $\tau_{i,j}$ ดังสมการที่ 5 โดยที่ค่า ρ คือค่า $\tau_{i,j}$ ที่ละเหยไปถ้าหากเส้นทางนั้นไม่ได้ถูกเลือก

$$\tau_{i,j}^n = (1-\rho)(\tau_{i,j}^{n-1}) \quad (5)$$

$$\tau_{i,j}^n = (1-\rho)(\tau_{i,j}^{n-1}) + \pi^l \quad (6)$$

13) ทำจนกว่าซ้ำในขั้นตอนที่ 8 จนถึงขั้นตอนที่ 13 จนกว่า $n = n_{\max}$ ซึ่งจะนับเป็น 1 รอบหรือ $l \leftarrow 1$

14) หยุดเมื่อ $l = l_{\max}$ หรือถึงเงื่อนไขการหยุด

6.4 ทดสอบและตรวจสอบความถูกต้องกับปัญหาอย่างง่าย

6.5 ประยุกต์ใช้ การออกแบบการทดลอง (Design Of experiment: DOE) เพื่อเลือกพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของวิธีการค้นหาเฉพาะแบบวนซ้ำ และวิธีอาณานิคมมด โดยพัฒนาคำตอบให้ครบ 50,000 ทำซ้ำ 10 ครั้ง

6.6 หาผลลัพธ์ โดยการกำหนดให้พัฒนาคำตอบให้ครบ 50,000 คำตอบแล้วจึงหยุด ทำซ้ำจำนวน 30 รอบ

ตารางที่ 1 การกำหนดปัจจัยสำหรับการหาผลลัพธ์ของ ACO

Ant Population (N) and Iteration (l)		Evaporation Rate	Beta	Alpha
n	l			
5	10,000	0.00001	1.0	2.0
10	5,000	0.00005	1.5	2.0
20	2,500	0.00009	2.0	2.0

7. ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัย จะแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 หัวข้อดังนี้

7.1 การทดลองเพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

7.1.1 วิธีการค้นหาเฉพาะที่แบบวนซ้ำ

การค้นหาเฉพาะที่แบบวนซ้ำ กำหนดให้มีปัจจัยการกำหนดจำนวนคำตอบที่ยินยอมให้มีการปรับปรุงคำตอบในย่านคำตอบใกล้เคียงแล้วคำตอบไม่ดีกว่าเดิม (N_l) โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ของ N_l เท่ากับ 500 1,000 และ 1,500 คำตอบ

7.1.2 วิธีอาณานิคมมด

วิธีอาณานิคมมด มีปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาประสิทธิภาพของการหาผลลัพธ์ ซึ่งมีการกำหนดปัจจัยและค่าพารามิเตอร์ดังตารางที่ 1

การหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของทั้ง 2 วิธี ได้กำหนดให้มีการปรับปรุงคำตอบทั้งหมดจำนวน 50,000 คำตอบ โดยมีการทดสอบซ้ำจำนวน 10 ครั้ง และมีการกำหนดค่าเริ่มต้น (seed) เท่ากับ 777 เพื่อให้เกิดความเท่าเทียมในการหาคำตอบในแต่ละวิธี

ตารางที่ 2 ปัจจัยที่เหมาะสมในการหาคำตอบของ ILS

ขนาดปัญหา	N_l			ค่า P-Value
	500	1,000	1,500	
ขนาดเล็ก	✓			0.051
ขนาดกลาง	✓			0.516
ขนาดใหญ่	✓			0.405

7.2 ผลลัพธ์จากการหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

7.2.1 วิธีการค้นหาเฉพาะที่แบบวนซ้ำ

ในทุกขนาดปัญหา ILS ปัจจัยการกำหนดจำนวนคำตอบที่ยินยอมให้มีการปรับปรุงคำตอบในย่านคำตอบใกล้เคียงแล้วคำตอบไม่ดีกว่าเดิม (N_l) ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% แต่พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดควรกำหนดให้ N_l มีค่าเท่ากับ 500

ตารางที่ 3 การกำหนดปัจจัยสำหรับการจัดเส้นทางการเดินทางของ ACO

ขนาด ปัญหา	Population		Evaporation Rate	Beta	Alpha
	And				
	Iteration				
	n	l			
ขนาดเล็ก	5	10,000	0.00001	2.0	2
ขนาดกลาง	10	5,000	0.00001	1.5	2
ขนาดใหญ่	20	2,500	0.00001	2.0	2

7.2.2 วิธีอาณานิคมมด

ในปัญหาขนาดเล็ก ACO สามารถหาคำตอบได้เท่ากันทุกรูปแบบที่กำหนด โดยสามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเท่ากับ 57.4 กิโลเมตร ส่วนในปัญหขนาดกลาง สามารถแสดงผลกระทบจากปัจจัยหลักได้ดังตาราง 3 ซึ่งค่า Beta เท่านั้นที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าเท่ากับ 1.5 ส่วนปัจจัยอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ถ้าหากพิจารณาจากกราฟปฏิสัมพันธ์ (Interaction) พบว่าควรกำหนดให้ n เท่ากับ 10 และ l เท่ากับ 5,000 เพื่อให้ได้คำตอบที่ต่ำที่สุด ในปัญหขนาดใหญ่อัจจัยที่มีค่า P-Value ที่มีความแตกต่างกันในระดับความเชื่อมั่นที่ 95% คือ Beta จำนวนประชากรมดและจำนวนรอบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.000 และ 0.020 ตามลำดับ

บทความวิจัย

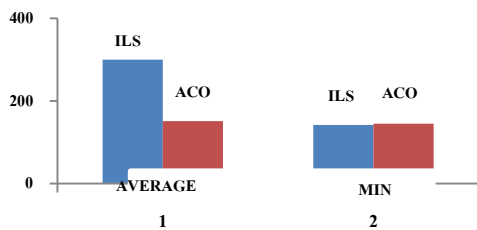
การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

Proceedings of the 8th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2016 (EENET 2016)

ถ้าหากพิจารณาจากกราฟปฏิสัมพันธ์ พบว่าควรกำหนดให้ n และ 1 เท่ากับ 20 และ 2,500 ส่วนค่า Beta กำหนดให้เท่ากับ 2 อัตราลดของฟีโรโมนไม่มีผลต่อคำตอบ ดังนั้นในการเลือกปัจจัยที่เหมาะสมจะใช้อัตราลดของฟีโรโมนเท่ากันทุกกรณี

8.3 ผลลัพธ์จากการทดลอง

หลังจากทราบพารามิเตอร์ที่เหมาะสม แล้ว ในหัวข้อนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเมทาฮิวริสติกส์ โดยพัฒนาคำตอบจำนวน 50,000 คำตอบแล้วทำซ้ำจำนวน 30 รอบ



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของวิธีการแก้ปัญหา ในปัญหาขนาดใหญ่

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของวิธีการแก้ปัญหา

ขนาดปัญหา	ACO		ILS	
	AV	MIN	AV	MIN
ขนาดเล็ก	57.40	57.40	85.68	57.40
ขนาดกลาง	67.32	39.30	70	165.1
ขนาดใหญ่	152.06	145.90	300.24	143.2

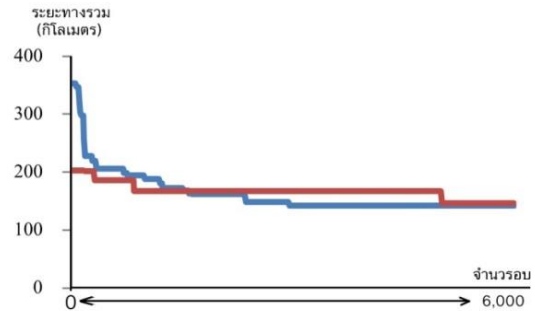
จากการทดลองพบว่า ACO สามารถหาระยะทางได้สั้นกว่า ILS ในทุกขนาดปัญหา ยกเว้นในปัญหาขนาดใหญ่ ซึ่ง ILS สามารถหาระยะทางได้สั้นกว่า ACO แต่ถ้าดูจากประสิทธิภาพการหาคำตอบโดยรวม (ค่าเฉลี่ย) พบว่า ACO มีประสิทธิภาพในการหาคำตอบดีกว่า ILS ส่วนในการหาคำตอบจากภาพที่ 2 ACO เริ่มหาคำตอบที่ดีที่สุดได้เร็วกว่า ILS แต่ความถี่การพัฒนาคำตอบน้อยกว่า ILS

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดเส้นทางการท่องเที่ยวในอำเภอเขาค้อ จากการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการหาคำตอบของวิธีการแก้ปัญหา ผลลัพธ์จากการทดลองพบว่า ACO สามารถหาระยะทางได้สั้นกว่า ILS ในทุกขนาดปัญหา ยกเว้นในปัญหาขนาดใหญ่ที่ ILS สามารถหาเส้นทางได้สั้นกว่า ACO แต่ถ้าหากพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยเพื่อดูประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมพบว่า ILS ยังมีประสิทธิภาพดีกว่า ACO ในทุกขนาดปัญหา

ในด้านการแก้ปัญหา วิธีการที่มีความซับซ้อนกว่าและใช้เวลาในการประมวลผลมากกว่าอย่าง ACO ไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุด ILS ได้

ซึ่งจากการสังเกตพบว่าค่าเริ่มต้นที่ไม่เหมาะสมกับ ACO ทำให้พลาดโอกาสที่จะเจอกับคำตอบที่ดีกว่า ดังนั้นถ้าหากมีการกำหนดค่าเริ่มต้นที่มากกว่าหนึ่งตัวอาจนำไปสู่การหาคำตอบที่ดีกว่า



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบการหาคำตอบที่ดีที่สุดของวิธีการแก้ปัญหา

ถ้าหากมีการสร้าง Web applications และพัฒนา ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User interface UI) ให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นอาจจะเป็นประโยชน์ต่อนักท่องเที่ยวในวงกว้าง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Helena R. Louren,co Olivier C. Martin and Thomas Stützle (2001) Handbook of Metaheuristics Iterated Local Search volume 57 of the series International Series in Operations Research & Management Science pp 320-353 Springer
- [2] ระพีพันธ์ ปิตะกะโส (2554). วิธีการเมทาฮิวริสติกส์เพื่อแก้ปัญหาการวางแผนการผลิตและการจัดการโลจิสติกส์: ศ.ศ.ท.
- [3] เสกสรรค์ วินยวงศ์กุล นิเวศน์ จินะบุญเรือง ประเวศ อนันต์เอื้อนกร ไชยวงศ์ศักดิ์ พรวิไล กันทะวงศ์ ณัฐพล หมวกเกรียว และ ชีระพงศ์ จันทาพูน, “การประยุกต์ตัวแบบปัญหาการเดินทางของเซลล์แมนกรณีศึกษาการจัดเส้นทางรถรางนำเที่ยวของเทศบาลนครเชียงราย,” วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ปีที่ 7 ฉบับที่ 2, หน้า 85-97, กรกฎาคม – ธันวาคม 2557
- [4] ไพฑูรย์ ศิริโอราพ “การลดต้นทุนการขนส่ง โดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสม กรณีศึกษา ธุรกิจเครื่องดืมชาวม,” วารสารปัญญาภิวัฒน์, ปีที่ 5, ฉบับพิเศษ, หน้า 272-278 พฤษภาคม 2557
- [5] ธนา สาตรา กมลนัธ ขวลิตดิตร ณัฐวี ชนประเสริฐ และ วิธิดา วรินทร์ “การประยุกต์ใช้วิธีอาณานิคมมดกับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโดยมีข้อจำกัดด้านกรอบเวลาและพิจารณาระดับการบริการ,” การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม”.(2555) 15-22 จังหวัดเพชรบุรี