

การจัดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
โดยใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์
Cultural tourism routing in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province
using heuristic algorithms

ธรีณี มณีศรี^{1*}, ชวลิต มณีศรี²

Tharinee Manisri^{1*}, Chawalit Manisri²

¹วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยศรีปทุม

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

¹College of Logistics and Supply Chain, Sripatum University

²School of Engineer, Sripatum University

Corresponding author's e-mail: tharinee.ma@spu.ac.th^{1}, chawalit.ma@spu.ac.th²

Received: January 8, 2025

Revised: January 26, 2025

Accepted: February 6, 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) จัดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ 2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธีในการคำนวณเส้นทางท่องเที่ยวที่มีระยะทางรวมสั้นที่สุด โดยใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ ได้แก่ วิธีแทรกเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด วิธีแทรกเพื่อนบ้านที่ไกลที่สุด และวิธีประหยัดของดัลอาร์กและไรต์ ผลการวิจัยได้จัดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 3 เส้นทาง โดยมีขั้นตอนวิธีประหยัดของดัลอาร์กและไรต์ ให้ผลลัพธ์ที่มีระยะทางรวมสั้นที่สุด คือ 26.25 กิโลเมตร และมีผลลัพธ์ใกล้เคียงกับโปรแกรม Excel solver คือ 23.45 กิโลเมตร งานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้ขั้นตอนวิธีและเครื่องมือที่เหมาะสม มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเส้นทางอย่างชัดเจน อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเพื่อเพิ่มประสบการณ์ที่ดีให้แก่นักท่องเที่ยว และส่งเสริมการจัดการการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การจัดเส้นทางท่องเที่ยว, การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม, วิธีฮิวริสติกส์, ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP)

Abstract

This research aimed to 1) establish tourism routes in Ayutthaya Province by using heuristic algorithms and 2) compare the efficiency of different methods for calculating the shortest total distance tourism routes using heuristic algorithms, including the Nearest Neighbor Insertion method, the Farthest Neighbor Insertion method, and the Clarke and Wright Savings algorithm. The research findings established three cultural tourism routes in Ayutthaya Province. The Clarke and Wright Savings algorithm yielded the shortest total distance result of 26.25 kilometers, with a result close to that of the Excel Solver program, which was 23.45 kilometers. The research demonstrated that selecting appropriate algorithms and tools clearly affected route planning efficiency. Additionally, this approach could be applied to tourism route planning to enhance tourist experiences and to promote sustainable cultural tourism management.

Keywords: tourism routing, cultural tourism, heuristic methods, Traveling Salesman Problem (TSP)

ความสำคัญของปัญหาการวิจัย

การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมเป็นหนึ่งในรูปแบบการท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่องทั้งในระดับประเทศและระดับโลก เนื่องจากผู้คนในปัจจุบันให้ความสำคัญกับการเรียนรู้และสัมผัสกับวัฒนธรรมท้องถิ่น ประวัติศาสตร์ วิถีชีวิต ศิลปะ และความเชื่อของชุมชนมากยิ่งขึ้น (World Tourism Organization, 2021) สำหรับประเทศไทย การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมถือเป็นหนึ่งในกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ สร้างรายได้เข้าสู่ชุมชน และส่งเสริมภาพลักษณ์ของประเทศในระดับสากล โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลกโดยองค์การยูเนสโกเมื่อปี พ.ศ. 2534 (United Nations Thailand, 2021)

จังหวัดพระนครศรีอยุธยามีสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ เช่น วัดมหาธาตุ วัดพนัญเชิงวรวิหาร วัดราชบูรณะ วัดราชโอรสารามราชวรวิหาร และโบราณสถานอีกมากมายที่สะท้อนถึงความรุ่งเรืองในอดีตสมัยกรุงศรีอยุธยา ทำให้มีความโดดเด่นทั้งในด้านคุณค่าเชิงวัฒนธรรมและศักยภาพในการดึงดูดนักท่องเที่ยวจากทั่วโลก

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษที่ผ่านมา พบว่าปัญหาสำคัญของการท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาคือการวางแผนเส้นทางการเดินทางที่ไม่มีประสิทธิภาพ นักท่องเที่ยวมักใช้เวลามากในการเดินทางระหว่างสถานที่และไม่สามารถเยี่ยมชมสถานที่สำคัญได้ครบถ้วนภายในระยะเวลาที่จำกัด ส่งผลให้ประสบการณ์การท่องเที่ยวลดลงและก่อให้เกิดต้นทุนแฝงทั้งในด้านเวลาและค่าใช้จ่าย (Saipradist & Staiff, 2008)

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จำเป็นต้องมีการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีในการวางแผนเส้นทาง โดยเฉพาะการประยุกต์ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem: TSP) ซึ่งเป็นปัญหาพื้นฐานที่มีบทบาทสำคัญในการวางแผนเส้นทางการเดินทางให้สั้นที่สุด โดยสามารถแวะเยี่ยมชมทุกจุดหมายเพียงครั้งเดียวและกลับมาจุดเริ่มต้น (Pop et al., 2024)

เนื่องจาก TSP เป็นปัญหา NP-Hard จึงต้องใช้ขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา ได้แก่ ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ (heuristic algorithms) เช่น วิธีแทรกเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (nearest insertion) วิธีแทรกเพื่อนบ้านที่ไกลที่สุด (farthest insertion) และวิธีประหยัดของคลาร์กและไรต์ (Clarke and Wright savings algorithm) (Gao, 2020)

การนำแนวคิดดังกล่าวมาจัดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจะช่วยลดระยะทางรวม เพิ่มจำนวนสถานที่ที่สามารถเยี่ยมชมได้ภายในเวลาจำกัด และช่วยเสริมสร้างประสบการณ์การท่องเที่ยวที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทาง

การจัดโปรแกรมทัวร์เชิงวัฒนธรรม และการวางแผนนโยบายส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในระดับจังหวัดและระดับประเทศได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อจัดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจังหวัดนครศรีอยุธยาโดยใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์
- 2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธีในการคำนวณเส้นทางท่องเที่ยวที่มีระยะทางรวมสั้นที่สุด

การทบทวนวรรณกรรม

การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมเป็นหนึ่งในแนวทางที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ เนื่องจากเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมท้องถิ่น โดยเฉพาะจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นหนึ่งในแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงระดับโลก อุดมไปด้วยโบราณสถานและวัดวาอารามที่สะท้อนถึงความรุ่งเรืองในอดีต อย่างไรก็ตาม การจัดลำดับการเดินทางเพื่อเยี่ยมชมสถานที่เหล่านี้ยังมีประสิทธิภาพยังคงเป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากการเดินทางระหว่างสถานที่ต่าง ๆ อาจทำให้เสียเวลาและต้นทุนสูง (คณะกรรมการนโยบายการท่องเที่ยวแห่งชาติ, 2566)

การจัดเส้นทางท่องเที่ยวที่เหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มประสบการณ์การท่องเที่ยว ลดระยะเวลาการเดินทาง และเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนวิธีที่สามารถช่วยจัดเส้นทางท่องเที่ยวได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ การนำเทคนิคเชิงคำนวณมาประยุกต์ใช้ เช่น ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยวางแผนการเดินทางที่เหมาะสมได้ (Taillard, 2022)

TSP เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินทางไปยังทุกจุดเพียงหนึ่งครั้งและกลับมายังจุดเริ่มต้น ซึ่งถือเป็นปัญหา NP-hard ที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยมาอย่างยาวนาน (Ono et al., 2020) จนกระทั่งถึงปัจจุบัน โดยสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ (mathematical modeling) ได้ดังนี้

ข้อมูลนำเข้า (inputs)

n = จำนวนลูกค้ารวมถึงจุดเริ่มต้น (Depot)

c_{ij} = ต้นทุนหรือระยะทางในการเดินทางจากลูกค้า i ไปยังลูกค้า j

ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision variables)

$x_{ij} = 1$ ถ้าพาหนะเดินทางจากลูกค้า i ไปยังลูกค้า j

0 ในกรณีอื่น

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function)

minimize $\sum \sum c_{ij} \cdot x_{ij}$ for $i = 1$ to n , $j = 1$ to n

วัตถุประสงค์: เพื่อลดต้นทุนหรือระยะทางรวมของการเดินทางให้ต่ำที่สุด

เงื่อนไข (Constraints)

1. $\sum x_{ij} = 1$ สำหรับทุก j (ต้องมีพาหนะเข้าถึงลูกค้าแต่ละรายเพียงครั้งเดียว)

2. $\sum x_{ij} = 1$ สำหรับทุก i (ต้องออกเดินทางจากลูกค้าแต่ละรายเพียงครั้งเดียว)

3. $x_{ij} \in [0, 1]$ สำหรับทุก i, j (ค่าของตัวแปรเป็น 0 หรือ 1)

หมายเหตุ: เงื่อนไขที่ 1. และ 2. มีไว้เพื่อให้แน่ใจว่าลูกค้าแต่ละรายถูกเยี่ยมชมเพียงครั้งเดียวเท่านั้น

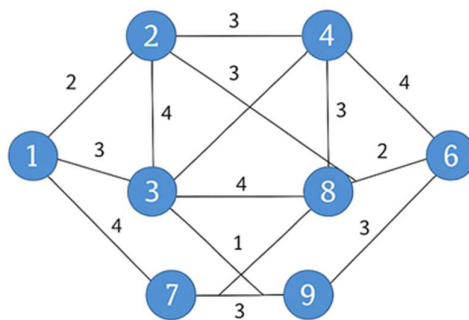
วิธีที่นิยมใช้ในการแก้ไขปัญห TSP ได้แก่ ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์และเมต้าฮิวริสติกส์ โดย He et al., (2021) ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ในการแก้ไขปัญหาล้นทาง เช่น nearest neighbor, nearest insertion และ Clarke and Wright savings ซึ่งเหมาะกับการนำมาใช้ในระบบที่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา หรือไม่จำเป็นต้องหาคำตอบที่ดีที่สุด (Asani et al., 2024) นำเสนอการพัฒนาขั้นตอนวิธีแทรกจุดแบบใหม่ที่สามารถนำไปใช้กับปัญหา TSP ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถลดต้นทุนระยะทางและเวลาได้ดีกว่าฮิวริสติกส์พื้นฐานบางประเภท สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางรถท่องเที่ยว จากงานวิจัยของรุ่งรัตน์ สมานหมู่ (2567) ซึ่งใช้แบบจำลอง TSP ในการจัดเส้นทางไหว้พระ 9 วัดในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้โปรแกรม Excel solver ในการหาผลเฉลยเพื่อนำไปวางแผนการเดินทางอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ งานวิจัยของคิพร แน่นหนา และคณะ (2566) ยังแสดงให้เห็นว่า วิธีการแทรกเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (Nearest insertion) เป็นวิธีที่ให้ผลลัพธ์ดีในเชิงประสิทธิภาพ เมื่อเทียบกับวิธีแบบสุ่มหรือวิธีการเดินทางแบบเรียงตามลำดับ จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปเป็นตารางสังเคราะห์เปรียบเทียบได้ดังนี้

ตาราง 1 เปรียบเทียบผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	ผู้วิจัยและปี	ประเด็นสำคัญที่ศึกษา	วิธีการหรือเทคนิคที่ใช้	ผลลัพธ์หลัก
1	He & Cui et al. (2021)	การใช้ฮิวริสติกส์ในการแก้ไขปัญห TSP	nearest neighbor, nearest insertion, Clarke and Wright savings	เหมาะสมกับระบบที่มีข้อจำกัดด้านเวลาและทรัพยากร
2	Asani et al. (2024)	การพัฒนาขั้นตอนแทรกจุดใหม่สำหรับปัญหา TSP	การปรับปรุง heuristic insertion methods	ลดระยะทางและเวลาได้ดีกว่าฮิวริสติกส์พื้นฐาน
3	รุ่งรัตน์ (2567)	การจัดเส้นทางไหว้พระ 9 วัดในอยุธยาโดยใช้ TSP	แบบจำลอง TSP และการใช้ Excel solver	วางแผนการเดินทางอย่างมีประสิทธิภาพสูง
4	คิพร และคณะ (2566)	การจัดโปรแกรมเส้นทางรถท่องเที่ยวโดยใช้ nearest insertion	ขั้นตอนวิธี nearest insertion	nearest insertion มีประสิทธิภาพกว่าวิธีแบบสุ่ม
5	Taillard (2022)	การแก้ปัญห TSP ด้วยสมการเชิงเส้น (linear programming)	สมการเชิงเส้น (linear programming)	ลดเวลาการประมวลผลและยังคงคุณภาพของเส้นทางที่ได้

กรอบแนวคิดของการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้แนวคิดหลักจากการประยุกต์ใช้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) เพื่อจัดเส้นทางรถท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้ระยะทางสั้นที่สุด โดยเลือกสถานที่สำคัญ 9 แห่ง โดยมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดเป็นสถานที่แห่งเดียวกัน โดยมีเงื่อนไขการแวะให้ครบทุกสถานที่ทั้ง 9 แห่ง ดังนั้นจำนวนวิธีในการหาคำตอบทั้งหมดคือ $(n-1)! / 2$ โดยระยะทางระหว่างจุดเป็นแบบสมมาตร (ระยะทางไปเท่ากับระยะทางกลับ) ดังนั้นจำนวนวิธีในการหาคำตอบของงานวิจัยนี้ทั้งหมดคือ $8! / 2 = 20,160$ วิธี



ภาพที่ 1 รูปแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP)

การประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ (heuristic methods) เป็นกลยุทธ์หลักในงานวิจัยนี้ เนื่องจากสามารถให้คำตอบใกล้เคียงกับคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (near-optimal solution) โดยใช้เวลาในการประมวลผลที่น้อย เหมาะกับกรณีที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร โดยกรอบแนวคิดครอบคลุม 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา การคำนวณระยะทางระหว่างแต่ละจุด และการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ในการหาคำตอบเส้นทางที่ดีที่สุด โดยมีกรอบแนวคิดของการวิจัยดังตาราง 2

ตาราง 2 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ข้อมูลเข้า (input)	กระบวนการ (process)	ผลลัพธ์ (output)	ผลกระทบ (impact)
ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (9 แห่ง)	การประยุกต์ใช้ปัญหา TSP และขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ ได้แก่	เส้นทางท่องเที่ยวที่เหมาะสมที่สุดตามลำดับระยะทางสั้นที่สุดจากแต่ละวิธี	แนวทางการจัดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่มีประสิทธิภาพเพิ่ม
แหล่งข้อมูลจากเว็บไซต์ท่องเที่ยวระยะทางจริงจาก Google Maps	– nearest insertion – farthest insertion – Clarke and Wright savings algorithm และการใช้ Excel solver วิเคราะห์เส้นทาง	ค่าเปรียบเทียบระยะทางรวมจากแต่ละวิธี	คุณภาพประสบการณ์นักท่องเที่ยวส่งเสริมการท่องเที่ยวงานวิจัยอย่างยั่งยืน

โดยกรอบแนวคิดงานวิจัยเริ่มจากการคัดเลือกสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่มีเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ที่น่าสนใจ จากนั้นใช้ข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ตั้ง เพื่อคำนวณหาเส้นทางท่องเที่ยวที่สั้นที่สุด โดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ที่เลือกมา 3 วิธี ทำการคำนวณเปรียบเทียบ และเลือกผลลัพธ์ที่ดีที่สุด มาใช้ในการจัดโปรแกรมท่องเที่ยวใน 1 วัน

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ ซึ่งมุ่งเน้นการนำหลักการทางคณิตศาสตร์และขั้นตอนวิธีมาประยุกต์ใช้กับการจัดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม โดยใช้ข้อมูลจากสถานที่ท่องเที่ยวจริงในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และ

นำมาสร้างแบบจำลองปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) และใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ 3 วิธี ได้แก่ ขั้นตอนวิธีแทรกเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (nearest insertion) ขั้นตอนวิธีแทรกเพื่อนบ้านที่ไกลที่สุด (farthest insertion) และขั้นตอนวิธีประหยัดของคลาร์กและไรต์ (Clarke and Wright savings algorithm) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธีในการจัดเส้นทางที่มีระยะทางรวมสั้นที่สุด (Khdeir & Awad, 2024) กระบวนการดำเนินการวิจัยถูกออกแบบให้เป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้สามารถจำลองสถานการณ์การเดินทางของนักท่องเที่ยวได้อย่างใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ทั้งในด้านข้อมูลสถานที่ ระยะทาง และเครื่องมือในการวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร (population) ในการวิจัยนี้ คือ สถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมทั้งหมดในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งรวมถึงโบราณสถาน วัดวาอาราม และสถานที่สำคัญทางประวัติศาสตร์ ที่เป็นจุดหมายปลายทางของนักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างชาติ

กลุ่มตัวอย่าง (sample) คือ สถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจำนวน 9 แห่ง ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด โดยได้มาจากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากเว็บไซต์แนะนำการท่องเที่ยว ซึ่งคัดเลือกโดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) ทั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 9 แห่งจะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลหลักในการสร้างแบบจำลองระยะทาง และการคำนวณลำดับเส้นทางเดินทางด้วยขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธี

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้เครื่องมือที่สำคัญในการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์เส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ดังนี้

2.1) แบบฟอร์มรวบรวมข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวใช้รวบรวมข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จากแหล่งข้อมูลออนไลน์ โดยพิจารณาจำนวนครั้งที่แต่ละสถานที่ปรากฏเพื่อจัดอันดับความนิยม

2.2) Google maps และ Google distance matrix ใช้ในการวัดระยะทางจริงระหว่างแต่ละสถานที่ท่องเที่ยวเพื่อสร้างตารางระยะทาง (distance matrix) ที่สะท้อนเส้นทางการเดินทางจริงในชีวิตประจำวัน

2.3) Microsoft excel ร่วมกับ Solver add-in ใช้ในการคำนวณหาคำตอบของเส้นทางที่มีระยะทางรวมสั้นที่สุด โดยกำหนดสูตรการคำนวณและข้อจำกัดตามลักษณะของปัญหา TSP (Travelling Salesman Problem) พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแต่ละชุดเส้นทาง

2.4) ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ (heuristic algorithms) คือ เทคนิค หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน โดยเฉพาะปัญหาในลักษณะที่ไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ภายในเวลาที่จำกัด เช่น ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem: TSP) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของปัญหา NP-hard ที่ไม่สามารถแก้ไขได้โดยวิธีการคำนวณแบบละเอียดในเชิงเวลาที่เหมาะสม ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์จะเน้นหาคำตอบที่ “ใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุด” หรือ “คำตอบที่ดีเพียงพอ” (good enough solution) ภายใต้อำนาจจำกัดของเวลาและทรัพยากร โดยไม่จำเป็นต้องหาคำตอบที่สมบูรณ์แบบ 100% ซึ่งเหมาะกับงานวิจัยเชิงประยุกต์ที่ต้องการผลลัพธ์ที่สามารถใช้งานได้จริง ตัวอย่างของขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ ที่นิยมใช้กับปัญหา TSP ได้แก่

1) ขั้นตอนวิธีแทรกเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (nearest insertion) เป็นการเริ่มต้นจากจุดเดียว และแทรกจุดที่ใกล้ที่สุดเข้ามาที่ละจุดจนเส้นทางครบ โดยมีขั้นตอนวิธีดังนี้

- 1.1) เริ่มจากจุดเดียว
- 1.2) เลือกจุดที่ใกล้ที่สุดเข้ามาเติมในเส้นทาง
- 1.3) แทรกในตำแหน่งที่เพิ่มระยะทางน้อยที่สุด
- 1.4) ทำซ้ำจนครบทุกจุดและกลับจุดเริ่มต้น

2) ขั้นตอนวิธีแทรกเพื่อนบ้านที่ไกลที่สุด (farthest insertion) คล้ายกับ nearest insertion แต่เลือกจุดที่

“ไกลที่สุด” จากเส้นทางปัจจุบันมาแทรกก่อน เพื่อให้เส้นทางมีความกระจายอย่างเหมาะสม โดยมีขั้นตอนวิธีดังนี้

- 2.1) เริ่มจากจุดเดียว
- 2.2) เลือกจุดที่ไกลที่สุดจากเส้นทางปัจจุบัน
- 2.3) แทรกในตำแหน่งที่เพิ่มระยะทางน้อยที่สุด
- 2.4) ทำซ้ำจนครบทุกจุดและกลับจุดเริ่มต้น

3) ขั้นตอนวิธีประหยัดของคลาร์กและไรต์ (Clarke and Wright savings algorithm) ใช้แนวคิดการจับคู่เส้นทางที่ “ประหยัดระยะทาง” มากที่สุดก่อน แล้วค่อยเชื่อมรวมเป็นเส้นทางใหญ่ ซึ่งเหมาะกับการลดต้นทุนและระยะเวลาในการเดินทาง โดยมีขั้นตอนวิธีดังนี้

- 3.1) เริ่มจากเส้นทางที่แยกกันหมด ($i-0-i$)
- 3.2) คำนวณค่าประหยัดระยะทาง (savings)
- 3.3) เชื่อมคูโหนดที่มีค่าประหยัดสูงสุด
- 3.4) รวมเส้นทางโดยลดระยะทางรวมให้มากที่สุด

โดยขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์เหล่านี้ใช้ในการจัดเรียงลำดับเส้นทาง และวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธี โดยมีรายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์

รายการ เปรียบเทียบ	nearest insertion	farthest insertion	Clarke and Wright savings
วิธีเริ่มต้น	จุดใดก็ได้ 1 จุด	จุดใดก็ได้ 1 จุด	เริ่มจากทุกโหนดเชื่อมกับ depot
วิธีเลือกโหนด ถัดไป	โหนดที่ไกลที่สุด	โหนดที่ไกลที่สุด	คูโหนดที่มีการประหยัด ระยะทางสูงสุด
วิธีการแทรก	แทรกในตำแหน่งที่เพิ่ม ระยะทางน้อยที่สุด	แทรกในตำแหน่งที่เพิ่ม ระยะทางน้อยที่สุด	เชื่อมสองโหนดโดยตัดเส้นทาง ที่ไปยัง depot
จุดเด่น	สร้างเส้นทางสั้นได้รวดเร็ว	กระจายเส้นทางได้ดีในพื้นที่ กว้าง	ลดระยะทางรวมได้อย่างมี ประสิทธิภาพ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1) ข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่ได้รับความนิยมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 9 แห่ง เป้าหมายเพื่อให้สามารถเดินทางท่องเที่ยวได้ภายใน 1 วัน

ตาราง 4 พิกัดสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

รหัส	ชื่อสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม	พิกัด (Latitude, Longitude)
1	วัดใหญ่ชัยมงคล	14.345552054354922, 100.59245102978933
2	วัดพนัญเชิงวรวิหาร	14.344219576983779, 100.5788573796085
3	วิหารพระมงคลบพิตร	14.355316496910614, 100.55770307683008
4	วัดมหาธาตุ	14.357829802478093, 100.56756515724163
5	วัดกษัตราธิราชวรวิหาร	14.351559490458687, 100.54429783878636
6	วัดโลกยสุธาราม	14.3532875309916, 100.55528275905527
7	วัดธรรมมิกราช	14.3593232358712, 100.56149453612446
8	วัดแม่น้ำป्लीม	14.368851753952747, 100.56936097495677
9	วัดเชิงท่า	14.398660540362426, 100.550821187596

3.2 ข้อมูลเมตริกซ์ระยะทางของสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ภายหลังจากได้ข้อมูลพิกัดสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมทั้ง 9 แห่งแล้ว ใช้แนวคิดของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) เพื่อค้นหาเส้นทางที่มีระยะทางรวมน้อยที่สุด ซึ่งเหมาะสมกับลักษณะการท่องเที่ยวแบบไปเช้า-เย็นกลับ (one day trip) และจัดทำเมตริกซ์ระยะทางของสถานที่ท่องเที่ยวดังกล่าว โดยใช้ข้อมูลจาก Google map แสดงดังภาพที่ 2

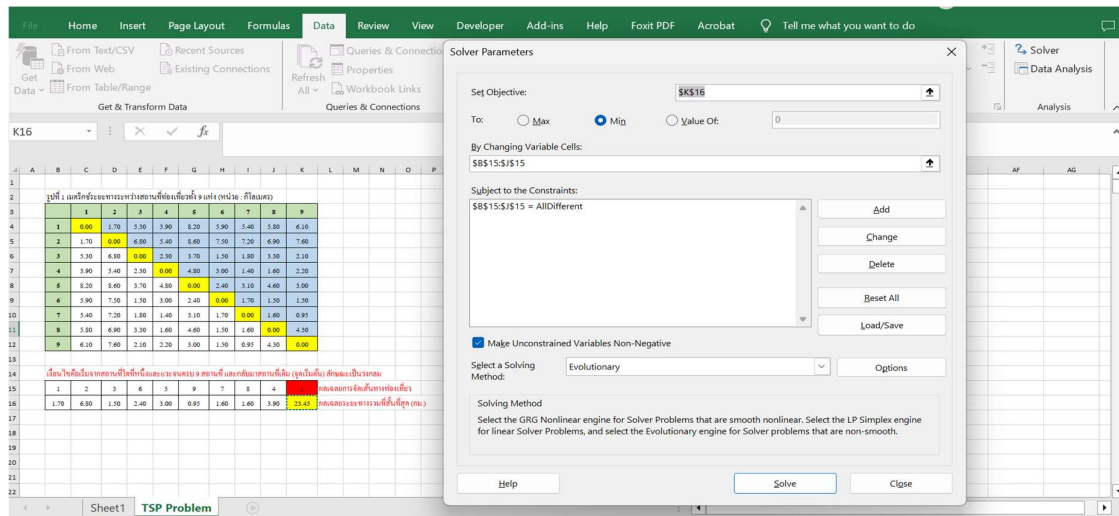
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.00	1.70	5.30	3.90	8.20	5.90	5.40	5.80	6.10
2	1.70	.00	6.80	5.40	8.60	7.50	7.20	6.90	7.60
3	5.30	6.80	.00	2.30	3.70	1.50	1.80	3.30	2.10
4	3.90	5.40	2.30	.00	4.80	3.00	1.40	1.60	2.20
5	8.20	8.60	3.70	4.80	.00	2.40	3.10	4.60	3.00
6	6.10	7.60	1.40	3.00	2.70	.00	1.70	1.50	1.50
7	5.40	7.20	1.80	1.40	3.10	1.70	.00	1.60	.95
8	5.40	6.90	3.30	1.60	4.60	1.50	1.60	.00	4.30
9	6.10	7.60	2.10	2.20	3.00	1.50	.95	4.30	.00

ภาพที่ 2 เมตริกซ์ระยะทางระหว่างสถานที่ท่องเที่ยววัดทั้ง 9 แห่ง (หน่วย : กิโลเมตร)

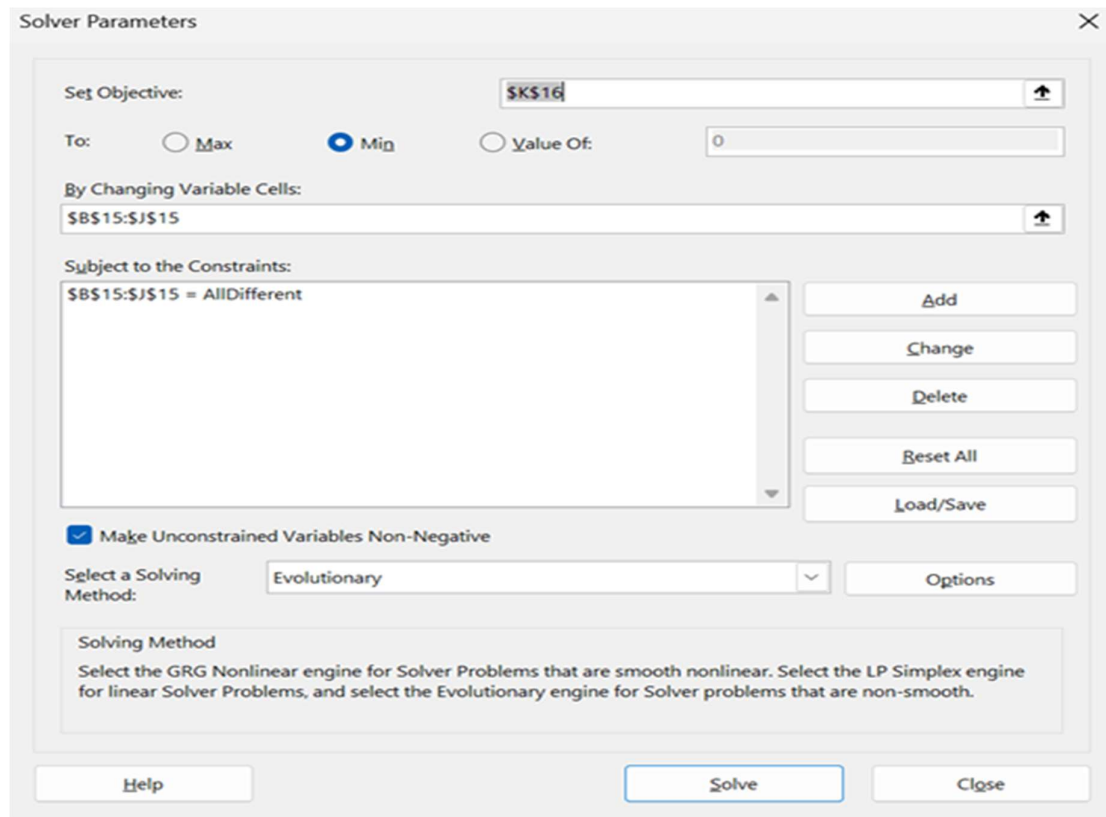
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Microsoft excel ร่วมกับ Solver add-in ในการคำนวณเส้นทางที่มีระยะทางรวมน้อยที่สุด โดยใช้สูตรการคำนวณระยะทางผ่านคำสั่ง INDEX() และ MATCH() เพื่อสร้างแบบจำลองระยะทางสำหรับแต่ละชุด

ทางเลือก และใช้เครื่องมือ Solver ในการหาคำตอบของลำดับเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ข้อจำกัดของปัญหา TSP โดยนำข้อมูลเมตริกซ์ระยะทางใส่ในช่อง Spreadsheet บน Microsoft excel และใส่สูตรการคำนวณระยะทางผ่านคำสั่ง INDEX() และ MATCH() ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Excel solver แสดงดังภาพที่ 3 และ 4



ภาพที่ 3 การป้อนข้อมูลเมตริกซ์ระยะทางและใส่สูตรใน Microsoft excel



ภาพที่ 4 การป้อนค่าพารามิเตอร์ใน Excel solver

ตาราง 5 รายการตั้งค่าพารามิเตอร์ใน Excel solver

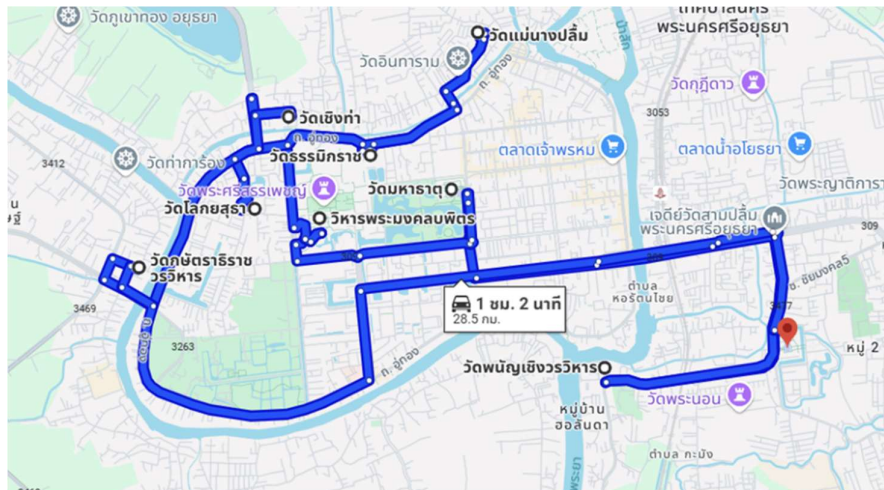
รายการ	รายละเอียด
Set objective	เซลล์ \$K\$16 คือค่ารวมของระยะทางทั้งหมดในเส้นทางที่เลือก
To: Min	ตั้งเป้าหมายให้ หาค่าที่น้อยที่สุด คือระยะทางรวมสั้นที่สุด
By Changing variable cells	เซลล์ \$B\$15:\$J\$15 คือช่วงเซลล์ที่ใช้จัดเรียงลำดับสถานที่ท่องเที่ยว (เส้นทาง)
Subject to the constraints	เงื่อนไข \$B\$15:\$J\$15 = AllDifferent หมายถึงค่าทุกเซลล์ในช่วงนี้ต้องไม่ซ้ำกัน (แสดงถึงการไม่แวะสถานที่เดิมซ้ำ)
Solving method	ใช้วิธี Evolutionary ซึ่งเหมาะกับปัญหาที่ไม่เป็นเชิงเส้นและไม่สามารถแก้ด้วยการคำนวณแบบธรรมดาได้

ผลการวิจัย

จากการรวบรวมข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจำนวน 9 แห่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และสร้างเมทริกซ์ระยะทางจริงระหว่างแต่ละสถานที่ด้วย Google maps ผู้วิจัยได้นำข้อมูลเข้าสู่การประมวลผลโดยใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ 3 วิธี ได้แก่ nearest insertion, farthest insertion และ Clarke and Wright savings algorithm เพื่อหาเส้นทางที่มีระยะทางรวมสั้นที่สุด และใช้ Excel solver เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละวิธี ผลการคำนวณที่ได้แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 6 ผลการจัดเส้นทางท่องเที่ยวโดยใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์

เส้นทาง ที่	ขั้นตอนวิธี ฮิวริสติกส์	การจัดเส้นทางท่องเที่ยว	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)
1	nearest insertion	1 → 2 → 4 → 3 → 7 → 8 → 6 → 9 → 5 → 1 วัดใหญ่ชัยมงคล – วัดพนัญเชิงวรวิหาร – วัดเชิงท่า – วัด กษัตริยาธิราชวรวิหาร – วัดมหาธาตุ – วัดโลกยสุธาราม – วิหาร พระมงคลบพิตร – วัดธรรมมิกราช – วัดแม่นางปลื้ม – วัดใหญ่ ชัยมงคล	27.00
2	farthest insertion	1 → 5 → 2 → 9 → 8 → 3 → 4 → 6 → 7 → 1 วัดใหญ่ชัยมงคล – วัดกษัตริยาธิราชวรวิหาร – วัดพนัญเชิง วรวิหาร – วัดเชิงท่า – วัดแม่นางปลื้ม – วิหารพระมงคลบพิตร – วัดมหาธาตุ – วัดโลกยสุธาราม – วัดธรรมมิกราช – วัดใหญ่ ชัยมงคล	44.40
3	Clarke and Wright savings	1 → 6 → 5 → 9 → 7 → 8 → 4 → 3 → 2 → 1 วัดใหญ่ชัยมงคล – วิหารพระมงคลบพิตร – วัดแม่นางปลื้ม – วัดธรรมมิกราช – วัดมหาธาตุ – วัดโลกยสุธาราม – วัดเชิงท่า – วัดกษัตริยาธิราชวรวิหาร – วัดพนัญเชิงวรวิหาร – วัดใหญ่ชัย มงคล	26.25



ภาพที่ 5 ผลการจัดเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์
ร่วมกับ Google map

ตาราง 7 ผลการจัดเส้นทางรถท่องเที่ยวด้วย Excel solver

เส้นทางที่	ขั้นตอนวิธี ฮิวริสติกส์	การจัดเส้นทางการท่องเที่ยว	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)
4	Excel solver (Evolutionary method)	1 → 2 → 4 → 3 → 7 → 8 → 6 → 9 → 5 → 1 วัดใหญ่ชัยมงคล – วัดพนัญเชิงวรวิหาร – วัดเชิงท่า – วัดกษัตราธิ ราชวรวิหาร – วัดมหาธาตุ – วัดโลกยสุธาราม – วิหารพระมงคล บพิตร – วัดธรรมมิกราช – วัดแม่นางปลื้ม – วัดใหญ่ชัยมงคล	23.45

จากตาราง 7 พบว่า Clarke and Wright savings algorithm ให้ผลลัพธ์ดีที่สุดในกลุ่มของขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ โดยมีระยะทางรวมสั้นที่สุด คือ 26.25 กิโลเมตร รองลงมา คือ nearest insertion ที่ 27.00 กิโลเมตร และ farthest insertion ซึ่งให้ระยะทางมากที่สุดที่ 44.40 กิโลเมตร นอกจากนี้ ได้ใช้โปรแกรม Excel solver เพื่อวิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุดจากเมทริกซ์ระยะทางจริง ซึ่งให้ผลลัพธ์เส้นทาง $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 9 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ ระยะทางรวม 23.45 กิโลเมตร ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ผลเฉลยระยะทางรวมที่สั้นที่สุดเมื่อเทียบกับขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ทั้ง 3 วิธี

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมสามารถช่วยวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในแง่ของเวลาและต้นทุนการเดินทาง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบแนะนำเส้นทางหรือการวางแผนทัวร์ในเชิงพาณิชย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การอภิปรายผล

จากผลการจัดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมโดยใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ในงานวิจัยนี้ พบว่า Clarke and Wright savings algorithm ให้ผลลัพธ์ของระยะทางรวมสั้นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ nearest insertion และ farthest insertion ซึ่งสอดคล้องกับงานของรวิโรจน์ บัองทรัพย์ (2564) ที่กล่าวว่าขั้นตอนวิธี Clarke and Wright เหมาะสมกับ

ปัญหาที่มีลักษณะเป็นการกระจาย (routing) และสามารถระยะทางรวมได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในระบบที่มีข้อจำกัดด้านจำนวนจุดและเวลา ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ใกล้เคียงกับงานของคิวพร แนนหนา และคณะ (2566) ที่ใช้ขั้นตอนวิธี nearest insertion ในการจัดเส้นทางทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าแม้ว่าวิธีนี้จะใช้งานง่ายและให้คำตอบได้รวดเร็ว แต่ไม่ได้ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเชิงประสิทธิภาพของระยะทางรวมเมื่อเทียบกับวิธีอื่น เช่น Clarke and Wright algorithm นอกจากนี้ เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จาก Excel solver มาเปรียบเทียบกับงานของรุ่งรัตน์ สมานหมู่ (2567) ซึ่งใช้ Excel solver กับปัญหาไหว้พระ 9 วัด ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเช่นกัน พบว่าเครื่องมือ solver สามารถหาผลเฉลยที่มีประสิทธิภาพ โดยให้ผลลัพธ์เป็นระยะทางรวม 23.45 กิโลเมตร ซึ่งสั้นกว่าผลลัพธ์จากวิธีฮิวริสติกส์แบบดั้งเดิมในบางกรณี แสดงให้เห็นว่าแม้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์จะเหมาะสมในเชิงปฏิบัติ แต่เครื่องมือวิเคราะห์ที่ใช้การคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ร่วมด้วยสามารถช่วยเพิ่มความแม่นยำและลดระยะทางรวมได้มากขึ้น โดยรวมแล้ว ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องว่า การเลือกใช้ขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลและเป้าหมายของระบบจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของเส้นทางอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในแง่ของต้นทุน เวลา และประสิทธิภาพของนักท่องเที่ยว

หากวิเคราะห์ในเชิงเทคนิค ขั้นตอนวิธี nearest insertion มีลักษณะการเลือกโหนดที่ใกล้ที่สุดเข้ามาแทรกในเส้นทางก่อน จึงทำให้เส้นทางที่ได้มีความแน่นอนกระจุกตัวและมีระยะทางรวมค่อนข้างดี แต่ข้อจำกัดคือเมื่อเลือกโหนดผิดในช่วงต้น อาจส่งผลให้เส้นทางสุดท้ายไม่ดีที่สุด สำหรับ farthest insertion แม้จะช่วยกระจายโหนดออกจากกันได้ดีในช่วงเริ่มต้น แต่เนื่องจากเลือกโหนดที่ไกลที่สุดก่อน ทำให้ต้องเชื่อมโยงเส้นทางในระยะหลังแบบไม่มีโครงสร้างที่ดีที่สุด ส่งผลให้ระยะทางรวมยาวกว่าวิธีอื่น ส่วน Clarke and Wright savings algorithm ใช้แนวคิดการเชื่อมโหนดที่ประหยัดระยะทางได้มากที่สุดก่อน จึงสามารถลดระยะทางรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

และในเชิงปฏิบัติ ความแตกต่างของผลลัพธ์ดังกล่าวมีนัยสำคัญสำหรับการวางแผนเส้นทางทางท่องเที่ยว เช่น สำหรับผู้ประกอบการนำทัวร์ การเลือกวิธีที่เหมาะสมจะช่วยลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และเวลาที่ใช้ในการท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น หากใช้ขั้นตอนวิธี Clarke and Wright savings algorithm จะสามารถออกแบบโปรแกรมทัวร์ที่สามารถเยี่ยมชมสถานที่ได้ครบถ้วนภายในเวลาจำกัด เพิ่มความพึงพอใจของนักท่องเที่ยว และลดต้นทุนการดำเนินงาน

การอภิปรายผลนี้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยข้อ 1) การจัดเส้นทางทางท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ ซึ่งผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลและเงื่อนไขการเดินทางได้ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยข้อ 2) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละขั้นตอนวิธีในการคำนวณเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด โดยชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของประสิทธิภาพที่เกิดจากแนวคิดในการเลือกโหนดและการสร้างเส้นทางของแต่ละวิธีอย่างชัดเจน

องค์ความรู้ใหม่

จากการวิจัยการจัดเส้นทางทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ งานวิจัยนี้ได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ในหลากหลายด้าน ดังนี้ต่อไป

1) การประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์กับบริบทการท่องเที่ยวจริง งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า แนวคิดจากปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem: TSP) ซึ่งเป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ ผลการวิจัยให้ข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับ

ประสิทธิภาพของแต่ละวิธี ได้แก่ nearest insertion, farthest insertion และ Clarke and Wright savings algorithm ซึ่งสามารถเป็นแนวทางสำหรับนักวิจัยหรือผู้พัฒนาระบบในการเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับบริบทของตน

3) แนวทางการจัดเส้นทางท่องเที่ยวที่มีประสิทธิภาพ โดยงานวิจัยนี้เสนอแนวทางในการจัดเส้นทางท่องเที่ยวที่คำนึงถึงประสิทธิภาพของเวลาและระยะทาง ช่วยให้ผู้จัดการทัวร์สามารถวางแผนเส้นทางที่ครอบคลุมสถานที่สำคัญได้โดยไม่เสียเวลาและทรัพยากรโดยเปล่าประโยชน์

4) การพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์แบบง่ายและเข้าถึงได้ การใช้โปรแกรม Microsoft excel ร่วมกับ Solver add-in ทำให้เห็นความสามารถนำเครื่องมือพื้นฐานมาใช้ในการวิเคราะห์ขั้นสูงได้ โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาซอฟต์แวร์ที่ซับซ้อนหรือมีต้นทุนสูง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าแนวทางการจัดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมโดยใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการเดินทางได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม การนำผลงานวิจัยนี้ไปใช้ได้ มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

1.1 ต้องมีการกำหนดข้อมูลป้อนเข้า ได้แก่ พิกัดสถานที่ที่สนใจ ระยะทางหรือเวลาในการเดินทางของแต่ละสถานที่ ซึ่งจะมีค่าที่แตกต่างกันไป ซึ่งผลการคำนวณอาจพบว่าประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ที่ใช้ อาจมีความแตกต่างจากงานวิจัยนี้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลป้อนเข้า

1.2 สำหรับนักวิจัยอื่น ๆ ที่สนใจศึกษาในประเด็นเดียวกัน ควรพิจารณานำเทคนิคที่ใช้ในงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับบริบทที่หลากหลายมากขึ้น เช่น การจัดเส้นทางกระจายสินค้า การวางแผนบริการทางสุขภาพ หรือการจัดเส้นทางในพื้นที่ชนบทที่เข้าถึงได้ยาก

1.3 การนำงานวิจัยนี้ไปใช้ สามารถทดลองใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์อื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์กับขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ (Christofides, 2022) ทั้งนี้ หากเพิ่มข้อจำกัดด้านเวลา ความนิยมของสถานที่ หรือปริมาณนักท่องเที่ยวในแต่ละช่วงเวลาเข้าไปในแบบจำลอง ก็จะทำให้ผลการวางแผนเส้นทางมีความแม่นยำและสามารถนำไปใช้ได้จริงมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น นักวิจัยสามารถนำผลการศึกษานี้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนางานวิจัยเชิงประยุกต์ในบริบทอื่น ๆ ที่ซับซ้อนและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น พร้อมทั้งพัฒนาเครื่องมือหรือระบบแนะนำเส้นทางที่ตอบสนองต่อพฤติกรรมผู้ใช้งานในระดับปัจเจกได้ดียิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์กับบริบทการท่องเที่ยวจริง งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า แนวคิดจากปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem: TSP) ซึ่งจากผลการวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีฮิวริสติกส์ในการจัดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่มีความเหมาะสมในด้านความรวดเร็วและความง่ายในการคำนวณ แต่ในขณะเดียวกันสามารถขยายผลการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

2.1 โดยใช้วิธีฮิวริสติกส์และเมตาฮิวริสติกส์ที่มีศักยภาพในการให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมที่สุดมากขึ้น (Christofides, 2022) เช่น ขั้นตอนวิธีพันธุกรรม (genetic algorithm), ขั้นตอนวิธีแบบฝูงมด (ant colony optimization) หรือขั้นตอนวิธีจำลองการอบอ่อน (simulated annealing) เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ในบริบทเดียวกัน (Al-Ghamdi & Al-Masalmenh, 2020)

2.2 เพื่อให้การจัดเส้นทางมีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น จึงควรพิจารณาปัจจัยเพิ่มเติม เช่น เวลาเปิด-ปิดของสถานที่ท่องเที่ยว ความนิยมของแต่ละจุด การจราจรในช่วงเวลาต่าง ๆ และเวลาที่นักท่องเที่ยวใช้ในการเยี่ยมชมแต่ละจุด ซึ่งอาจส่งผลต่อการเรียงลำดับเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด

2.3 ผลงานวิจัยนี้ สามารถนำไปต่อยอดพัฒนาเครื่องมือหรือแอปพลิเคชันสำหรับรับข้อมูลจากผู้ใช้งาน เช่น จุดเริ่มต้น ความสนใจเฉพาะด้าน หรือเวลาที่มีสำหรับการเดินทาง แล้วนำมาประมวลผลโดยใช้ขั้นตอนวิธีที่เหมาะสม เพื่อสร้างเส้นทางท่องเที่ยวแบบอัตโนมัติและเป็นรายบุคคล ซึ่งช่วยเพิ่มคุณค่าต่อการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืนและสอดคล้องกับวิถีชีวิตของนักท่องเที่ยวยุคดิจิทัล

2.4 ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ ประการแรกคือ การวิเคราะห์เน้นเฉพาะระยะทางรวมระหว่างสถานที่ท่องเที่ยวเป็นหลัก โดยยังไม่รวมปัจจัยด้านเวลา ความนิยม หรือระยะเวลาที่ใช้ในการเยี่ยมชมแต่ละสถานที่ ซึ่งอาจมีผลต่อพฤติกรรมการเดินทางของนักท่องเที่ยว การวิจัยครั้งต่อไปจึงควรพิจารณาปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย

2.5 การใช้ข้อมูลจาก Google maps แม้จะมีความแม่นยำสูงในเชิงเทคนิค แต่ก็อาจมีความคลาดเคลื่อนจากสถานการณ์จริง เช่น การปิดถนนหรือสภาพจราจรที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน จึงควรลดปัจจัยแทรกซ้อนนี้

2.6 กลุ่มตัวอย่างสถานที่ท่องเที่ยวจำนวน 9 แห่ง ที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากการเลือกตามความนิยมในเว็บไซต์ออนไลน์ อาจยังไม่ครอบคลุมสถานที่ท่องเที่ยวทั้งหมดในจังหวัด และงานวิจัยนี้ไม่ได้พิจารณาช่วงเวลาเดินทางที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล ซึ่งอาจมีผลต่อการจัดเส้นทางท่องเที่ยวในทางปฏิบัติจริง การวิจัยครั้งต่อไปจึงต้องลดข้อจำกัดนี้

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการนโยบายการท่องเที่ยวแห่งชาติ. (2566). *แผนพัฒนาการท่องเที่ยว ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2566-2570)*. สืบค้น 6 เมษายน 2568 จาก <https://planning.dusit.ac.th/main/wp-content/uploads/2023/06/แผนพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติ-ฉบับที่-3-พ.pdf>.
- รุ่งรัตน์ สมานหนู. (2567). การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการไหว้พระ 9 วัด ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยใช้ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*, 8(1), 71-82.
- รวีโรจน์ บัณฑิตพร. (2564). *การจัดเส้นทางขนส่งชิ้นส่วนรถยนต์ กรณีศึกษาบริษัทขนส่งชิ้นส่วนรถยนต์*. งานนิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ดิศพร แนนหนา, ฉัตรพล พิมพา, จีรวิรรณ จันทร์คง, ลลิตกร พรหมบรรจง, วริษฐา เทพนมิตร, และบัณฑิตา ภูทรัพย์มี. (2566). การจัดโปรแกรมเส้นทางท่องเที่ยวจังหวัดนครศรีธรรมราชโดยใช้วิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 8(2), 1-12.
- Al-Ghamdi, J. A., & Al-Masalmeh, E. R. (2020). Heuristics and meta-heuristics optimization methods in solving traveling salesman problem TSP. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 6(3), 1101-111.
- Asani, E. O., Okeyinka, A. E., Ajagbe, S. A., Adebisi, A. A., Ogundokun, R. O., Adekunle, T. S., Mudali, P., & Adigun, M. O. (2024). A novel insertion solution for the travelling salesman problem. *Computers, Materials & Continua*, 79(1), 1582-1597.

- Christofides, N. (2022). *Worst-case analysis of a new heuristic for the travelling salesman problem*. Operational Research Society of India, 3, article number 20. <https://doi.org/10.1007/s43069-021-00101-z>.
- Gao, Y. (2020). *Heuristic algorithms for the traveling salesman problem*. The Opex Analytics Blog. Retrieved April 10, 2025, from <https://medium.com/opex-analytics/heuristic-algorithms-for-the-traveling-salesman-problem-6a53d8143584>.
- He, S.-X., & Cui, Y.-T. (2021). An approach to solving the general traveling salesman problem based on generating and combining cycles. *SSRN Electronic Journal*. <https://ssrn.com/abstract=3980642>.
- Khdeir, Y., & Awad, A. (2024). A comparison of heuristic algorithms for solving the traveling salesman problem. *An-Najah University Journal for Research – A (Natural Sciences)*, 39(1), 73–80.
- Ono, D., Rincón, J., & Thomas, A. (2020). A criteria-based approach to the traveling salesman problem (TSP). *LMU Librarian Publications & Presentations*, 143. https://digitalcommons.lmu.edu/librarian_pubs/143.
- Pop, P. C., Cosma, O., Sabo, C., & Sitar, C. P. (2024). A comprehensive survey on the generalized traveling salesman problem. *European Journal of Operational Research*, 314(3), 819–835.
- Saipradist, A., & Staiff, R. (2008). Crossing the cultural divide: Western visitors and interpretation at Ayutthaya World Heritage Site, Thailand. *Journal of Heritage Tourism*, 2(3), 211–224.
- Taillard, É. D. (2022). A linearithmic heuristic for the travelling salesman problem. *European Journal of Operational Research*, 297(2), 442–450.
- United Nations Thailand. (2021). *Three decades of Ayutthaya World Heritage: World Heritage and sustainable development* (Seminar proceedings). UNESCO Bangkok Office. <https://bangkok.unesco.org/event/ayutthaya30>
- World Tourism Organization. (2021). *International tourism highlights, 2020 edition*. Madrid: UNWTO. DOI: <https://doi.org/10.18111/9789284422456>.