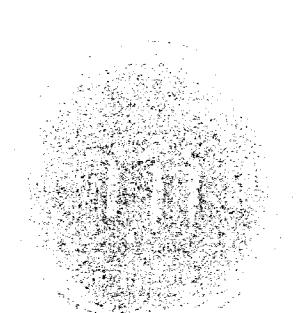
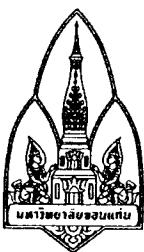


ENR 2012-09-14 through 10 September-October, 2012





วารสารวิจัย มข.
ISSN 0859-3957

ปีที่ 17 ฉบับที่ 5 กันยายน – ตุลาคม พ.ศ. 2555

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

| | |
|--|---------|
| การประยุกต์ใช้แผนผังสัญญาณค่าในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการโลจิสติกส์..... | 687-705 |
| และใช้อุปทานข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย | |
| สนั่น เดชาวดี และ ระพีพันธ์ ปิตาภะโภ | |
| การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งยานพาหนะด้วยวิธีการอาณา尼คุมมด | 706-714 |
| กรรณศึกษา บริษัทเจียรนยน์ดีมิ่ม จำกัด | |
| ชิดินน์ ศรีสุวรรณ์และ ระพีพันธ์ ปิตาภะโภ | |
| ประสิทธิภาพของสารสกัดสิรินธรวัลลีต่อความต้านทานเชื้อ <i>Streptococcus agalactiae</i> | 715-724 |
| ในปลานิล (<i>Oreochromis niloticus</i>) | |
| ณัฐรา นิธิกุลวรวงศ์ | |
| ผลของการใช้ 1-Methylcyclopropene ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดอ่อนเตี้้ | 725-733 |
| นฤรี กระจายกลาง | |
| Bioconversion of Pineapple Solid Waste under Anaerobic Condition through Biogas Production..... | 734-742 |
| <i>Suphang Chulalaksananukul Nusara Sinbuathong and Warawut Chulalaksananukul</i> | |
| Exobiopolymer Application of Three Entomopathogenic Fungal Strains as Prebiotic Used..... | 743-753 |
| <i>Wai Prathumpai Pranee Rachathewee Sutamat Khajceram Pariyada Tanjak and Pawadee Methacanon</i> | |
| Statistical screening of medium components for lactic acid production from tapioca starch | 754-761 |
| hydrolysate by <i>Lactobacillus casei</i> TISTR 453 using Plackett-Burman design | |
| <i>Chayaporn Samansorakanun and Chaowaree Adthalungrong</i> | |
| Conidial production of entomopathogenic fungi in solid state fermentation | 762-768 |
| <i>Thet Thet Mar and Saisamorn Lumyong</i> | |
| Improvement of nattokinase production by <i>Bacillus subtilis</i> using an optimal feed strategy | 769-777 |
| in fed-batch fermentation | |
| <i>Pornkamol Unrean Nhung H.A. Nguyen Wonnop Visessanguan and Panit Kitsubun</i> | |
| Use of Rice Hull Hydrolyzate in the Cultivation of <i>Lactobacillus acidophilus</i> | 778-786 |
| <i>Tatsaporn Todhanakasem and Nikapong Puanglamyai</i> | |
| Characterization of film yeast isolated from fermented bamboo shoots..... | 787-793 |
| <i>Jaruwan Maneesri and Payap Masniyom</i> | |



การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งยานพาหนะด้วยวิธีการ อาณานิคมมด กรณีศึกษา บริษัทเจียรนัยน้ำดื่ม จำกัด **Solving Vehicle Routing Problem by Using Ant Colony Optimization Case Study in Jiaranai Drinking Water Company**

ธิตินันท์ สุวรรณดี^{*}, ราพีพันธ์ พิตาโภส[†]
Thitinon Srisuwandee^{}, Rapeepan Pitakaso[†]*

* ภาควิชาบริหารธุรกิจและการบัญชี คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 * Correspondent author: thitinon@hotmail.com

บทคัดย่อ

องค์กรที่อาจมีภาระงานส่งเป็นภาระหนักอย่างกรณีศึกษานี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดการด้านการขนส่งที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่มีและสร้างความพึงพอใจในการบริการ อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนให้กับองค์กรอีกด้วย ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบนิยามอัลגורิทึม โดยประยุกต์ใช้วิธีอาณานิคมมดและการปรับปรุงคุณภาพตามตัวบทวิธีการข้ามลูกค้าระหว่างเส้นทาง (Crossover-Move) การสลับสองตำแหน่ง (2-Opt) และการข้ามหนึ่งตำแหน่ง (One-Move) เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) ให้กับบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งมีรูปแบบปัญหาเป็นแบบอัปเปิลฟิล์-ชาร์ด (NP-HARD) โดยความจุของยานพาหนะมีจำนวนจำกัดและลูกค้าแต่ละรายมีความต้องการสินค้าไม่แน่นอนดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดการความไม่แน่นอนด้วยหลักทางสถิติกิจ ฐานนิยมและล่าเดลลี่ ผลการทดสอบโดยเปรียบเทียบกับการจัดเส้นทางของผู้ประกอบการพบว่า อัลגורิทึมที่นำเสนอให้ผลลัพธ์อยู่ในระดับที่ดี โดยสามารถลดระยะทางจากเดิม 584.25 กิโลเมตร เป็น 441.35 กิโลเมตร หรือคิดเป็น 24.46%

Abstract

The organizations which use transportations for their main activity like the case study of Jiaranai drinking water company amphur Warinchamrap Ubonratchathani province. It is very important that needs the appropriate management of transportation to meet the needs for their customers, the satisfactions of services, and decreasing budgets. So, researcher designs and implements algorithm which using the application of Ant Colony Optimization (ACO) and improve the solution using Crossover-Move, 2-Opt, and One-Move heuristics to solve vehicle routing problem (VRP) in this case. The capacity of vehicle is limited and each customer has uncertain demand so we figure this problem by using mode and statistical average. The VRP has been known as an NP-hard problem. The experimental results compared to the current vehicle routes show that the proposed ACO with Crossover-

Move, 2-Opt, and One-Move heuristics provides good solutions. The total distance can be reduced from 584.25 kilometers to 441.35 kilometers or decreased by 24.46%.

คำสำคัญ: วิธีอาณานิคมนด การย้ายหนี้ตัวแทนนั่ง การย้ายลูกค้าระหว่างเส้นทาง การสลับสองตำแหน่ง ปัญหาการจัดເຕັ້ນກາງຍານພາຫະນະ

Keywords: ant colony optimization, one-move, crossover-Move, 2-opt, vehicle routing problem

1. မျိုး

ปีจุบันคงปฏิเสธไม่ได้ว่าพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการตอบสนองความต้องการชั้นพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์เกือบจะทุกคน ซึ่งแหล่งพลังงานหลักของโลกในปีจุบันคือ “แหล่งพลังงานน้ำมัน” และนับวันจะมีแนวโน้มการใช้ที่สูงขึ้นทั่วโลก สำหรับประเทศไทยอย่างมีแหล่งน้ำมันเชื้อเพลิงไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศดังนั้นเพื่อให้มั่นใจว่าในอนาคตประเทศไทยจะมีน้ำมันเชื้อเพลิงใช้กันอย่างพอเพียง แนวทางในการพัฒนาแผนพลังงานของประเทศไทย จึงต้องดำเนินการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีการใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มเติม สุด โดยจะต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐหรือภาคเอกชนควรตระหนักรถึงปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นและทราบวันมาให้ความสำคัญกับการแก้ไขปัญหาด้านพลังงาน ซึ่งปัญหาด้านการจัดการการขนส่งก็เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาด้านพลังงาน สำหรับกองทัพรที่มีภารกิจกรรมการขนส่งเป็นภารกิจกรรมหลักขององค์กร หากมีการจัดการส่วนทางสีเหลืองบนพาหนะที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ต้องใช้พลังงานเชื้อเพลิงจำนวนมาก จึงเป็นการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างจำกัดนั้นอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดการด้านการขนส่งที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นขั้นตอนการดูแลภาระส่งของ
บริษัทเพื่อยรับน้ำเงิน อ.วารินช์ราน จ.อุบลราชธานี โดย^๔
การประยุกต์ใช้วิธีอัลเอน์ค็อกมอล (Ant Colony Optimization)

tion: ACO) และการร่วมปูรุ่งคุณภาพคำตอบค้วยวิธีการ
ข้อเสนอแนะนั่น การข้อถือก้าวหน้าที่สืบต่อ การและ
สถาบันสองตัวหนึ่งเพื่อจัดเส้นทางการขนส่งสำหรับยาน
พาหนะให้มีมาตรฐาน ซึ่งเป็นการช่วยลดการใช้พลังงาน
เชื้อเพลิง และยังช่วยลดต้นทุนให้กับบริษัทรถร่วมศึกษา

ปัญหาการจัดสื่อสารทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) เป็นปัญหาด้านการขนส่งและศักยภาพดิจิทัลที่มีความซับซ้อนมาก ต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย เช่น ระยะทาง เวลา จำนวนสถานที่ และความต้องการของลูกค้า ทำให้การแก้ไขปัญหานี้เป็นภารกิจที่ซับซ้อน แต่ก็มีวิธีการและเครื่องมือที่ช่วยให้สามารถลดเวลาเดินทางและลดต้นทุนลงได้ ทั้งนี้ วิธีการแก้ปัญหานี้มีอยู่หลายแบบ ที่สำคัญที่สุดคือ การใช้แบบจำลองการเยือนครั้งเดียว (Single Vehicle Routing Problem: SVRP) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดที่สามารถเยี่ยมชมทุกจุดในเส้นทางได้โดยไม่ซ้ำกัน ตัวอย่างเช่น วิธีการแบบจำลองการเย็บร้อย (Simulated Annealing: SA) วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) และการค้นหาแบบทบtag (Tabu Search: TS) ที่ใช้ในการแก้ปัญหานี้ ทั้งนี้ วิธีการเหล่านี้จะต้องคำนึงถึงตัวแปรต่างๆ เช่น จำนวนจุดที่ต้องเยี่ยมชม ระยะทางระหว่างจุด จำนวนยานพาหนะที่มีอยู่ และเวลาที่ต้องการใช้ในการเดินทาง ทั้งนี้ วิธีการเหล่านี้จะช่วยให้สามารถลดต้นทุนและเวลาเดินทางลงได้ แต่ก็ต้องคำนึงถึงความซับซ้อนของปัญหานี้ ทั้งนี้ วิธีการเหล่านี้จะช่วยให้สามารถลดต้นทุนและเวลาเดินทางลงได้ แต่ก็ต้องคำนึงถึงความซับซ้อนของปัญหานี้

พาหนะ โดยประยุกต์ใช้วิธีสาริสติก Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (GRASP) สำหรับการหันหากำเตอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระยะทางรวมต่ำสุด ภาระต้องเจื่อนไปความต้องการสินค้าของลูกค้าแต่ละราย ไม่เกินน่อง ความจุของพาหนะมีจำนวนจำกัดพนั่งว่า วิธีสาริสติกที่นำเสนอนี้ให้ผลลัพธ์อยู่ในระดับที่ดี จึงต้องทดสอบ (4) ประยุกต์ใช้วิธีสาริสติก Clarke-Wright Saving Heuristic และ Nearest Neighborhood Heuristic สำหรับการหันหากำเตอนโดยใช้เจื่อนไปความต้องการสินค้าของลูกค้าแต่ละรายไม่เกินน่อง ความจุของพาหนะมีจำนวนจำกัดกระบวนการทำางานของสาริสติก แบ่งเป็น 2 ระยะคือ ระยะแรก เป็นการสร้างกำเตอนเริ่มต้น (Initial Solution Phase) เพื่อพิจารณาพื้นที่ของกำเตอนที่เป็นไปได้ที่ไม่ขัดแย้งกับเจื่อนไป โดยวิธี Clarke-Wright Saving Heuristic และ Nearest Neighborhood Heuristic และระยะที่สองเป็นการปรับปรุงกำเตอน โดยใช้โปรแกรม Lingo V.11 ผลการทดสอบโดยเปรียบเทียบกับการหันหากำเตอนที่เจื่อนพนั่งของผู้ประกอบการพบว่า วิธีสาริสติกที่นำเสนอนี้ให้ผลลัพธ์อยู่ในระดับที่ดี ใช้ยา และประหยัดพื้นที่ (5) ใช้วิธีสาริสติก Nearest Neighborhood Heuristic และ Cluster first – route second ร่วมกับ Sweep Approach ในการแก้ปัญหา VRP พาหนะ มีระยะทางในการขนส่งต่ำกว่าระยะทางที่เกิดจากเส้นทางเดิมที่ใช้งานกรณีศึกษาไปชุดต่อไป

วิธี ACO ได้ถูกนำมาเผยแพร่กันรั้งแรกโดย Dorigo et al. (6) ซึ่งเป็นวิธีมิตาเอวาริสติกส์ที่ประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการเดินทางของนักท่องเที่ยว (Traveling Salesman Problem: TSP) ขั้นตอนวิธีการนี้ เป็นการสังเกตพฤติกรรมของผู้มุ่งดีในการค้นหาอาหาร โดยมดจะมีการติดต่อสื่อสารส่งผ่านข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งอาหารด้วยฟีโรโมน (Pheromone) ซึ่งจะมีจำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะทางและอุณหภูมิของแหล่งอาหารที่กันพนโดยมดตัวอื่นๆ จะตามรอยฟีโรโมนมาเยี่ยมแหล่งอาหารในที่สุด หากพฤติกรรมของมดลังกล่าวนักท่องเที่ยว มนุษย์ก็สามารถนำทางให้กับนักท่องเที่ยวได้โดยการนำเส้นทางที่มีฟีโรโมนมากที่สุด จึงสามารถนำทางให้กับนักท่องเที่ยวได้

พื้นที่ของผลผลิตอุปกรณ์ประดิษฐ์ ก็นำมาให้เชื่อมเหลว
อาหารที่มีคุณภาพและดัดแปลงความจำไว้ที่ฟอร์มินโดย
ในประเทศไทยมีงานวิจัยที่นำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้
ในการแก้ปัญหา สุวรรณ และคณะ (7) นำเสน�建议 ACO
และขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพคำตอบด้วยการลับบัน
และการแลกเปลี่ยนตำแหน่ง (Swap) การย้าย (Move) 2-Opt และ 3-Opt
อัลกอริทึม ในการแก้ปัญหาสถานที่ตั้งศูนย์กระจาย
สินค้าแบบหลายแหล่งและการรับสั่งทางการขนส่ง
(Multi Depot Vehicle Routing Problem: MDVRP) ซึ่ง
ประสิทธิภาพของคำตอบที่ได้อุปกรณ์ที่ดีเบลดิจิเตล
ในการกันหน้ากากอนามัยและสมุนไพร

2. ວິຊີວິຊາ

2.1 การเก็บรวมรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเริ่มจากศึกษา
ฐานข้อมูลการงานส่งน้ำดื่มน้ำอุตสาหกรรมบริษัทกรีฟฟ์ศึกษา จัดการการเติบโต
ข้อมูลพนักงาน มีจำนวนลูกค้าทั้งสิ้น 201 ราย มีรัฐธรรมูด
สำหรับขั้นส่งน้ำจำนวน 1 กัน รองบรรทุกสามารถบรรทุก
น้ำได้ 50 ถัง/กัน ถนนที่ใช้ในการขนส่งแบ่งเป็น 2
ช่องทางเจราจร ดังนั้นระยะทางปี-กับ ก็ไม่เท่ากัน
ลูกค้าที่ต่อจะเรียกว่าความต้องการสินค้าไปยังน้ำหนึ่ง
ว่าต่อการคำนวณ ผู้วิจัยหาค่าความต้องการสินค้าของ
ลูกค้าแต่ละราย ทางหลักทางสถิติคือ ฐานนิยม (Mode)
เนื่องจากทางลูกค้ารายนั้นทำการรับสินค้าในปริมาณที่
ซ้ำกันอยู่บ่อยครั้งก็แสดงว่าลูกค้ารายนั้นทำการรับสินค้า
ในปริมาณเด่นนี้เป็นปกติ ในกรณีที่ลูกค้ารับสินค้าน้อย
กว่าหรือมากกว่านี้ อาจเนื่องมาจากความผิดปกติ เช่น
ลูกค้ามีการจัดงานแต่งงานหรืองานสังสรรค์ เป็นต้น จึง
ทำให้รับสินค้ามากกว่าปกติ หากใช้ค่าน้ำเฉลี่ยแทนความ
ต้องการอาจลูกค้ารายนั้นแล้วจะทำให้ค่าเฉลี่ยไม่ถูกต้อง
จากความเป็นจริงได้ เนื่องมาลักษณะน้ำหนักจะคิดโดยใช้หลัก
การหาค่าเฉลี่ย (Mean) ดังตารางที่ 1 การหาระยะทางของ
ลูกค้าที่ต่อจะเรียกว่า GPS รุ่น Garmin GPSMAP 60
Ex บันทึกจุดของลูกค้าเพื่อตัวเรียกชื่อ กำหนดตำแหน่งลง
โปรแกรม Google Earth พร้อมทั้งสร้าง Distance Matrix
ไว้รุ่นที่ 1

ตารางที่ 1. ตัวอย่างการหาความต้องการสินค้าของลูกค้า

| គ្រឿងការ | វំនាស់សំនិក | | | | | | | Demand (ពិសេស) |
|----------|-------------|---|---|---|----|---|---|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| A1 | 5 | 5 | 3 | 4 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| A2 | 8 | 2 | 4 | 9 | 10 | 7 | 5 | 6.4 ≈ 7 |



รูปที่ 1. ตัวอย่างคำแนะนำของลูกค้า

ปัจจุบันมีเขื่องกิจกรรมสืบสานทางการงานส่างด้วยการนำเสนอโดยส่งสินค้าให้กับลูกค้าเป็นแบบรายต่อราย ผู้นับถุนทุกสัปดาห์จะส่งสินค้าแบบเดียวกัน และลูกที่เป็นเจ้าของนิวัณส่งสินค้าที่แตกต่างกัน ซึ่งจำนวนลูกค้าที่ต้องไปส่งสินค้าในแต่ละวันแปรเปลี่ยนตามที่?

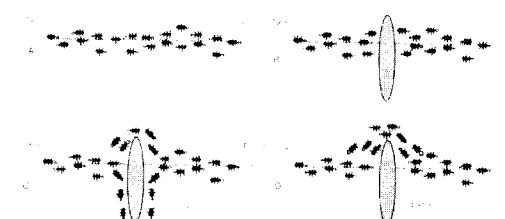
ตารางที่ 2. จำนวนลูกค้าในแต่ละวัน

| Day | Mon | Tue | Wed | Thu | Fri | Sat | Sun |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| No. | | | | | | | |
| of | 50 | 46 | 53 | 50 | 48 | 54 | 32 |
| customers | | | | | | | |

2.2 การประยุกต์วิธีเชิงอ่านนิคมมดและการปรับปรุงคุณภาพคำตอบ

วิธีอ่านนิคัมดีเป็นการเลียนแบบ
พฤติกรรมการหาหารของเด็กเป็นการก้มหน้าสูบทางที่
ส้นที่ศูนย์ระหว่างริ้งกันหนาล่ำอย่างรวด โดยใช้ไฟฟ้าในบินที่เจด

วางแผนไว้ระหว่างทางเพื่อใช้ในการสื่อสารกันมีดังนี้ๆ ใน
สูญ ซึ่งสามารถอธิบายการใช้ฟิริโน้มใน การหาระยะทาง
ที่ลับที่สุดระหว่างรังกับแหล่งอาหารของมดได้ดังนี้ เริ่ม
แรกในการเดินออกจากรังของมดเพื่อไปปัจจุบันหลังจากอาหาร
หายเส้นทางในการเดินทางไปสู่แหล่งอาหารมีหลายเส้น
ทาง ด้วยกัน เมื่อจากว่าไม่มีร่องรอยใดที่แสดงให้เห็นว่า
เส้นทางไหนคือกิ่ว กัน พากမดถึงจุดเป็นต้องสู่เลือกเส้น
ทางใดเส้นทางหนึ่ง ดังนั้นเมื่อเลือกเส้นทางเจ้มวิถีทางเดิน
กันที่มดแต่ละตัวในสูญจะเลือกเส้นทางนั้นเพื่อเดินไปปัจจุบัน
แหล่งอาหาร จึงสันนิฐานได้ว่าในแต่ละเส้นทางมีดังที่
เลือกเดินตามน้ำหน้าหัวกันทุกเส้นทาง สมมติว่ามีแต่ละตัว
เดินทางด้วยความเร็วใกล้เคียงกัน นัดที่เดินในเส้นทางที่
ลับกว่าจะใช้เวลาเนื้อยกเวลาระหว่างเดินในเส้นทางที่ไกลกว่า
เมื่อจากฟิริโน้มมีคุณสมบัติสามารถกระหน่ำไปได้มีอ
ระยะทางผ่านไป ดังนั้นในเส้นทางที่ลับกว่าจะมีความ
เพิ่มขึ้นของฟิริโน้มมากกว่า จากพฤติกรรมของมดจะ
เลือกเดินตามกลิ่นฟิริโน้มที่แรงหรือเข้มข้นกว่า จึงส่ง
ผลให้มดตัวที่เดินตามหลังมาจะเลือกเส้นทางที่ลับกว่า
และทำให้ที่สุดมดทุกตัวก็จะเลือกเส้นทางที่ลับที่สุดเพื่อ
เดินไปปัจจุบันหลังอาหารและดังรูปที่ 2



รูปที่ 2. การเดินทางของมดเพื่อไปถังน้ำล่างอาหาร(8)

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยออกแนวขั้นตอนต่อๆ กัน คือ¹
อัลกอริทึมที่ใช้ในการคืนหน้ากากเดอนั้น

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ACO ทั้งหมด ได้แก่ จำนวนรอบที่ต้องการวนซ้ำ (Iteration) 2,500 รอบ จำนวนประชากร蚂蚁 (Ant Population) ที่ 4 เก้า 4 ตัว กำหนดค่าฟีโรโนน (Pheromone: τ) เริ่มต้นที่ 1 ท่ากันหนดสามเว้น กะเรื่อค่าคงมีอยู่เดิมกัน

เข้มเมือง I-I จะมีกำลังเป็นศูนย์เนื่องจากไม่สามารถดำเนินการเชื่อมปั๊ว, อัตราการระเหยของค่าฟิโรโมน (Evaporation Rate: ρ) เท่ากับ 0.02, ค่าพารามิเตอร์ (α) เท่ากับ 5 และพารามิเตอร์ (β) เท่ากับ 5

ขั้นตอนที่ 2 สร้างคำตอบริบต้นจากพารามิเตอร์ที่ตั้งไว้กำหนดให้มดอยู่ที่เมือง i กำลังที่จะเลือกว่าจะเดินไปเมืองใด และกำหนดให้มีอยู่ที่มดเดือดไปแทนด้วย j

$$p(i, j) = \frac{[\tau(i, j)]^\alpha [\eta(i, j)]^\beta}{\sum_{k=1}^J [\tau(i, j)]^\alpha [\eta(i, j)]^\beta} \quad (1)$$

$$cumpop(i, j) = \sum_{k=1}^J p(i, k) \quad (2)$$

โดยที่ $\eta = 1/\delta(i, j)$ คือ ส่วนกลับของระยะทาง

$\delta(i, j)$ คือ ระยะทางระหว่างเมือง i และเมือง j

J คือ เซตของเมืองที่ยังไม่ถูกเลือกเข้าไปอยู่ในเส้นทางใดๆ

$p(i, j)$ คือ ความน่าจะเป็นของการเลือกเมือง j เมื่อ mดอยู่ที่เมือง i

$cumpop(i, j)$ คือ ความน่าจะเป็นสะสมของการเลือกเมือง j เมื่อ mดอยู่ที่เมือง i

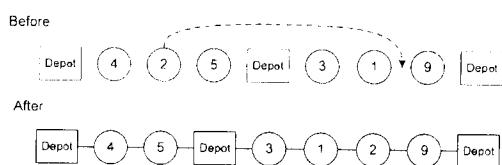
ตามสมการที่ [1] เป็นสมการหาความน่าจะเป็นในการที่มดจะมีเมือง m ไปถูกต้องที่เมืองที่มีค่าผลคูณระหว่างค่าฟิโรโมนยกกำลังและฟังก์ชันค่าส่วนกลับระยะทางหากกำลังนับด้วยหรือเรียกว่าค่าความน่าสนใจ (Attractiveness) หาก ความน่าจะเป็นที่จะเดินทางไปเมืองนั้นจะมีค่าสูง เมืองใดที่ค่าความน่าสนใจจะต่ำ ความน่าจะเป็นที่จะเดินทางไปเมืองนั้นก็ต่ำด้วย แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นผลรวมของความน่าจะเป็นทั้งหมดของเมืองที่มีค่าดังข้างมายังไรมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อได้ความน่าจะเป็นแล้วจะใช้หลักการของวงกลมรูปล้อสีเวล (Roulette Wheel) มาใช้ในการสุ่มหนาเมืองที่จะเดินทางต่อไป โดยหากความน่าจะเป็นสะสมดังสมการที่ [2] ความน่าจะเป็นสะสมได้เท่ากับความน่าจะเป็นของเมืองในลิสต์เดือนทางล้ำด้านของคุณที่ขึ้น (Candidate list: CL) จึงจะทราบว่ามีเมืองที่จากนั้นสู่ตัวลงมาหนึ่งตัวซึ่งมีค่า

อยู่ระหว่าง {0,1} หากตัวเลขสุ่มตกอยู่ในช่วงใดจะเลือกเมืองนั้นเป็นลำดับถัดจากเมืองที่ i

มดแต่ละตัวจะริบมินทางออกจาก Depot จากนั้นจะเลือกถูกค้าร้ายกัดไปกานญี่ปุ่นชั้นตามกูในสมการที่ [1], [2] และจะเดินทางกลับ Depot เมื่อสินค้าหมดแล้วจะออกเดินทางจาก Depot ใหม่มีกิจกรรมงานกว่าจะเดินทางไปยังถูกค้าทุกรายจะถือว่าได้คำตอบริบต้นของมดหนึ่งตัว โดยกำหนดมีห้องหมอด 4 ตัว ผู้วิจัยเลือกหมอดตัวที่ให้ค่าผลรวมระยะทางการใช้ข่ายงานเพียงหนึ่งห้องกันรวมกันนี้ก่อนที่สุด ในการรีบอภิปริญ่าที่นั้นคุณการปรับปรุงคุณภาพคำตอบ

ขั้นตอนที่ 3 การปรับปรุงคุณภาพคำตอบ (Local Search) ใช้วิธีการ One-Move, Crossover-Move และ 2-Opt

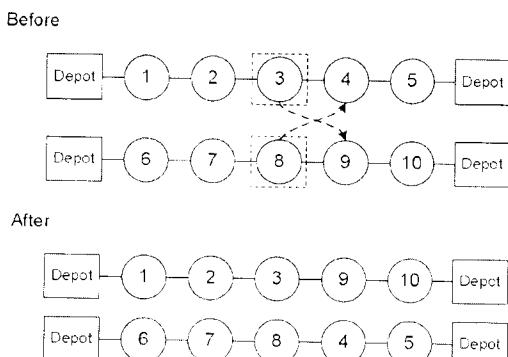
One-Move ที่นี่การรีบอภิปรุงค่าหนึ่งรายการสักหนึ่งไปยังอีกสักหนึ่ง โดยไม่มีการรีบอภิแบบสลับหรือรีบอภิภายในสับเซตตัวเองดังแสดงในรูปที่ 3 และการรีบอภิจะต้องไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไข ในงานวิจัยนี้ถูกค้าจะถูกเลือกและรีบอภิไปเพื่อแก้ไขเส้นทางอื่นที่ไม่ใช่เส้นทางเดิมที่ถูกต้าเรียนนั้น ในทุกๆ ตำแหน่งที่ต้องเปลี่ยนไปให้เลือกตัวใหม่ที่รีบอภิแล้วบันทึกตัวระยะทางที่เกิดขึ้นไว้เพื่อเลือกตัวใหม่ที่รีบอภิแล้วเดี๋ยวสุด จนกว่าที่รีบอภิรีบอภิถูกค้าลงก้าวกระโดดสามารถลดตัวระยะทางได้



รูปที่ 3. การปรับปรุงคุณภาพคำตอบด้วยวิธี One-Move

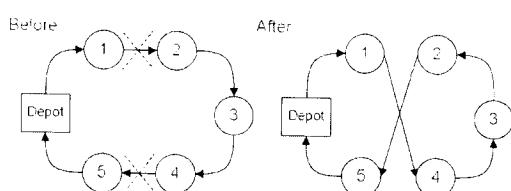
Crossover-Move ที่นี่การรีบอภิค้าระยะทางเส้นทางย่ออย โดยการเลือกถูกค้ามาสองรายจากสองเส้นทาง แล้วทำการสลับถูกค้าทั้งหมดที่อยู่ดัดจากถูกค้ารายที่เลือกนั้นจากเส้นทางหนึ่งไปยังอีกเส้นทางหนึ่ง ดังนั้นส่วนต้นของเส้นทางแรกจะถูกเชื่อมตัวกับส่วนท้ายของเส้นทางที่สองและในขณะเดียวกันส่วนต้นของเส้นทางที่สองจะถูกเชื่อมตัวกับส่วนท้ายของเส้นทางแรกนั้นเอง

การข้ามจั่ยทุกๆ ตัวແນนงที่เป็นไปได้แล้วบันทึกค่าระยะทางรวมที่เกิดขึ้นไว้เพื่อเลือกตัวແນนงที่ข้ามแล้วดีที่สุด งานนี้ทำช้ากว่าขั้ยลูกค้าจนกว่าจะไม่สามารถข้ามลูกค้าได้แบบดังรูปที่ 4



รูปที่ 4. การปรับปรุงคุณภาพคำตอบด้วยวิธี Crossover Move

2-Opt เป็นการข้ามลูกค้าขั้นพื้นฐานในเส้นทางเดินเท่านั้น โดยเริ่มจากการเลือกเส้นทางเชื่อมระหว่างลูกค้าสองเส้นทางที่ไม่อยู่คู่กันแล้วสลับเส้นทางการเดินทางทั้งสองเส้นทางนั้น ซึ่งจะทำให้ลดลงของลูกค้าระหว่างสองจุดที่ลูกค้าเดินทางนั้นถูกเรียงกลับในทิศทางกันข้าม การข้ามจั่ยทุกๆ ตัวແນนงที่เป็นไปได้แล้วบันทึกค่าระยะทางรวมที่เกิดขึ้นไว้เพื่อเลือกตัวແນนงที่ข้ามแล้วดีที่สุด งานนี้ทำช้ากว่าขั้ยลูกค้าจนกว่าจะไม่สามารถข้ามลูกค้าได้แบบดังรูปที่ 5



รูปที่ 5. การปรับปรุงคุณภาพคำตอบด้วยวิธี 2-Opt

ขั้นตอนที่ 4 การปรับค่าไฟโรโนในงานวิจัยนี้ นัดตัวที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพคำตอบแล้วให้ผลเฉลยของเส้นทางที่ดีที่สุดท่านนั้นซึ่งจะสามารถล่อไฟโรโนได้เพื่อสร้างความดันซัดให้กับเส้นทางนั้น

$$\tau(i, j) = (1 - \rho)(\tau(i, j)) \quad (3)$$

$$\tau(i, j) = (1 - \rho)(\tau(i, j)) + g \quad (4)$$

โดยที่ ρ คือ อัตราการระบายของไฟโรโน ซึ่งมีค่า $0 \leq \rho \leq 1$

ก็คือ ส่วนของการระบายรวมของเส้นทางที่ดีที่สุดในรอบนั้นๆ

ค่าไฟโรโนจะถูกปรับตามสมการที่ [3] ถ้ามันดีที่สุดเมื่อเส้นทางที่ดีที่สุดไม่ได้เดินทางผ่านจุดซึ่งมีน้ำ และค่าไฟโรโนจะถูกปรับตามสมการที่ [4] ถ้ามันดีที่สุดในทิศทางเดินทางผ่านจุดซึ่งมีน้ำที่ดีที่สุดจากอัลกอริทึมนี้ที่เป็นคำตอบที่ได้จากการทำงานของกลไกทั้ง 4 ขั้นตอน และกระทำการตามเงื่อนไขที่กำหนด

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

ผู้วิจัยนำวิธีอาณาจักรน้ำใจและขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพคำตอบไฟโรโนชุดคำสั่งด้วยภาษา C++ version 4.9.9.2 และทดสอบอัลกอริทึมด้วยคอมพิวเตอร์รุ่น Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU T5900 @2.20 GHz Ram 2 GB. ซึ่งการจัดเส้นทางแต่ละวันทดสอบเป็นจำนวน 10 ครั้ง โดยเลือกคำตอบที่มีระยะทางสั้นที่สุด ทำให้เวลาประสิทธิ์เพียงคำตอบกับเส้นทางที่มาจากน้ำเพื่อรวมมาองค์คำตอบทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. ผลการทดสอบอัลกอริทึม (หน่วยระยะทางเป็นกิโลเมตร)

| Day | No. of Customers | เส้นทางปัจจุบัน | Ant | Ant_1 | Ant_2 | Ant_3 | Ant_4 | Ant_5 | Ant_6 |
|---|------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---|---------|---------|
| Mon | 50 | 90.942 | 76.898 | 67.419 | 67.436 | 67.088 | 66.349 | 67.329 | 66.697 |
| Tue | 46 | 95.254 | 84.151 | 73.448 | 73.452 | 72.603 | 72.43 | 73.723 | 72.473 |
| Wed | 53 | 88.751 | 78.419 | 65.946 | 67.227 | 65.812 | 65.726 | 67.227 | 65.724 |
| Thu | 50 | 82.258 | 68.91 | 62.265 | 61.497 | 61.428 | 61.785 | 62.206 | 61.966 |
| Fri | 48 | 87.615 | 87.45 | 74.988 | 74.965 | 74.473 | 74.656 | 75.386 | 74.623 |
| Sat | 54 | 84.311 | 67.401 | 58.052 | 58.434 | 57.633 | 57.984 | 58.052 | 58.752 |
| Sun | 32 | 55.115 | 46.089 | 42.52 | 42.52 | 42.42 | 42.42 | 42.52 | 42.42 |
| Total Distance (Km.) | | 584.246 | 509.318 | 444.638 | 445.531 | 441.457 | 441.35 | 446.443 | 442.655 |
| ระยะทางทดสอบจากเส้นทางเดิม (%) | | 12.82% | 23.90% | 23.74% | 24.44% | 24.46% | 23.59% | 24.23% | |
| Ant ที่ 0 วิธีอัตโนมัติคณิตศาสตร์มีการปรับปรุงคุณภาพคำตอบ | | | | | | | | | |
| Ant_1 ที่ 0 Ant > One-Move > Crossover-Move > 2-opt | | | | | | | Ant_4 ที่ 0 Ant > Crossover-Move > 2-opt > One-Move | | |
| Ant_2 ที่ 0 Ant > One-Move > 2-opt > Crossover-Move | | | | | | | Ant_5 ที่ 0 Ant > 2-opt > One-Move > Crossover-Move | | |
| Ant_3 ที่ 0 Ant > Crossover-Move > One-Move > 2-opt | | | | | | | Ant_6 ที่ 0 Ant > 2-opt > Crossover-Move > One-Move | | |

จากผลการทดสอบอัลกอริทึมพบว่าวิธีคานานิยมดีกว่าปรับปรุงคุณภาพคำตอบด้วยวิธีการ Crossover-Move, 2-opt และ One-Move ทดสอบด้วยพารามิเตอร์ Iteration = 2,500 รอบ, Ant Population = 4 ตัว, $\tau = 1$, $\rho = 0.02$, $\alpha = 5$ และ $\beta = 5$ เมื่อทดสอบเป็นจำนวน 5 ครั้ง ที่ทำได้ประสิทธิภาพเทียบกับตัวอื่นใน VRP Web คาดว่าจะได้ออกแนวโน้มที่นั่นจะมีประสิทธิภาพเมื่อໄไปแล้วปัญหานี้มีขนาดใหญ่กว่า เหตุที่เกิดขึ้น คือสูญเสียเวลาในการคำนวณอย่างมาก จึงได้นำชุดปัญหาที่ทราบคำตอบที่ดีที่สุดเพื่อทำการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้น โดยนำชุดปัญหา Augerat et al. และ Christofides and Eilon มาจากเวปไซต์ VRP Web (9) จำนวน 14 ปัญหา วิธีอัตโนมัติคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดีกว่า

นคปรับปรุงคุณภาพคำตอบด้วยวิธีการ Crossover-Move, 2-opt และ One-Move ทดสอบด้วยพารามิเตอร์ Iteration = 2,500 รอบ, Ant Population = 4 ตัว, $\tau = 1$, $\rho = 0.02$, $\alpha = 5$ และ $\beta = 5$ เมื่อทดสอบเป็นจำนวน 5 ครั้ง ที่ทำได้ประสิทธิภาพเทียบกับตัวอื่นใน VRP Web คาดว่าจะได้ออกแนวโน้มที่นั่นจะมีประสิทธิภาพเมื่อໄไปแล้วปัญหานี้มีขนาดใหญ่กว่า เหตุที่เกิดขึ้น คือสูญเสียเวลาในการคำนวณอย่างมาก จึงได้นำชุดปัญหาที่ทราบคำตอบที่ดีที่สุดเพื่อทำการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้น โดยนำชุดปัญหา Augerat et al. และ Christofides and Eilon มาจากเวปไซต์ VRP Web (9) จำนวน 14 ปัญหา วิธีอัตโนมัติคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดีกว่า

ตารางที่ 4. ผลการทดสอบกับชุดปัญหา VRP ขนาดต่างๆ 14 ปัญหาของเว็บไซต์ The VRP Web (9)

| Instance | No. of Name | Vehicle Capacity | Optimal Value | ACO : Best solution | | | ACO : Average solution | | |
|------------|----------------|---------------------|------------------|---------------------|----------------|-------|------------------------|----------------|-------|
| | | | | Objective Value | Time (Sec.) | %Gap | Objective Value | Time (Sec.) | %Gap |
| A-n32-k5 | 32 | 100 | 784 | 784 | 11.17 | 0.00% | 784 | 11.881 | 0.00% |
| A-n33-k5 | 33 | 100 | 661 | 661 | 11.232 | 0.00% | 661 | 12.283 | 0.00% |
| A-n33-k6 | 33 | 100 | 742 | 742 | 9.875 | 0.00% | 742 | 11.122 | 0.00% |
| A-n48-k7 | 48 | 100 | 1073 | 1073 | 36.8 | 0.00% | 1073 | 38.569 | 0.00% |
| A-n53-k7 | 53 | 100 | 1010 | 1010 | 49.811 | 0.00% | 1015.2 | 53.155 | 0.51% |
| A-n54-k7 | 54 | 100 | 1167 | 1167 | 55.115 | 0.00% | 1169.2 | 57.361 | 0.19% |
| A-n55-k9 | 55 | 100 | 1073 | 1073 | 51.901 | 0.00% | 1073.8 | 56.587 | 0.07% |
| A-n63-k10 | 63 | 100 | 1315 | 1320 | 61.043 | 0.38% | 1324 | 78.237 | 0.68% |
| B-n50-k7 | 50 | 100 | 741 | 741 | 14.82 | 0.00% | 741 | 36.641 | 0.00% |
| B-n50-k8 | 50 | 100 | 1313 | 1315 | 26.208 | 0.15% | 1319 | 40.594 | 0.46% |
| E-n76-k8 | 76 | 180 | 735 | 738 | 115.877 | 0.41% | 738.8 | 118.207 | 0.52% |
| E-n76-k10 | 76 | 140 | 832 | 844 | 124.613 | 1.44% | 846.2 | 134.590 | 1.71% |
| E-n101-k8 | 101 | 200 | 817 | 817 | 149.027 | 0.00% | 818.4 | 163.862 | 0.17% |
| E-n101-k14 | 101 | 112 | 1077 | 1088 | 236.965 | 1.02% | 1091.4 | 266.314 | 1.34% |

$$\%Gap = \frac{[(\text{Solution of Algorithm} - \text{Optimal Value}) / \text{Optimal Value}]}{\text{Optimal Value}} \times 100$$

4. สรุป

งานวิจัยนี้ศูนย์ฯ นำเสนอวิธีอัลกอริتمมดและขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพคำตอบสำหรับการแก้ปัญหางานจัดสั่นทางบนส่วนหนึ่งของบริษัทกรีฟ์สิกาย พนบฯ ทุกอัลกอริทึมที่ออกแบบให้ผลเฉลยคำตอบของระยะทางต่ำกว่าสั่นทางปัจจุบันที่เข้าของกิจการดำเนินการเอง ซึ่งวิธีอัลกอริทึมดปรับปรุงคุณภาพคำตอบด้วยวิธีการ Crossover-Move, 2-opt แล้ว One-Move ให้ผลเฉลยของระยะทางต่ำที่สุด โดยสามารถลดระยะทางจากเดิม 584.25 กิโลเมตร เป็น 441.35 กิโลเมตร หรือกิดเป็น 24.46%

สำหรับค่าความต้องการของลูกค้าที่กำหนดขึ้นมาแล้ว สามารถมีผลต่อการประมวลผลและประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา นั่นเองจากค่าความต้องการของลูกค้า

เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมที่ดีขึ้นในการประมวลผลหากำเพ็ญของปัญหางานจัดสั่นทางการบนส่วนหนึ่ง ทางทำการประมวลค่าความต้องการของลูกค้าเพิ่มผลการคำนวณที่ได้ไปใช้งานจริงอาจไม่ได้ประสิทธิภาพเท่าที่ควรดังนั้นจึงควรพิจารณาและกำหนดค่าที่เหมาะสมสำหรับปัญหางานจัดสั่นทางนี้ไปใช้สำหรับการคำนวณที่มีค่าใช้ในการตัดสินใจสำหรับการจัดสั่นทางบนพากะในอนาคตผู้วิจัยจะได้พัฒนาวิธี Differential Evolution Algorithm แก้ปัญหางานจัดสั่นทางการที่ต้องคำนวณที่และจัดสั่นทางการบนส่วน สำหรับวิธีอัลกอริทึมดีที่สุดที่สามารถคำนวณต่อไปนี้ ที่เกี่ยวข้องอยู่หลายค่าด้วยกันที่มีผลต่อการคำนวณหากำเพ็ญแต่ละปัญหา โดยค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับปัญหานี้แตกต่างกันตามที่กล่าวที่เบื้องต้นด้วย จึงควรทดสอบเพื่อเลือกค่าที่เหมาะสมที่สุดแก้ปัญหานี้

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้โดยได้รับคำปรึกษาแนะนำจาก ผศ.ดร.ระพีพันธ์ ปิตาภิส และได้รับความร่วมมือในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยจากผู้จัดการและพนักงานของบริษัทเจียรนยาน้ำดื่มกำกั่ด ขอขอบพระคุณก็จะวิภากรรัม莎สตร์ ภาควิชาศึกษาและอุดสาหการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ให้การสนับสนุนเงินงบประมาณ

6. เอกสารอ้างอิง

1. Thangiah S. A Hybird Genetic Algorithms, Simulated Annealing and Tabu Search Heuristic for Vehicle Routing Problems with Time Windows. 3rd Practical Handbook of Genetic Algorithms. 1999; 347-381.
2. Beatrice O, Brian J and Franklin H. Multi-objective genetic algorithms for vehicle routing problem with time windows. Applied Intelligence. 2006;24(1): 17-30.
3. Sommut N, Sindhuchao S. GRASP Heuristic for vehicle routing problem. RMUTT Journal. 2008;2(1): 3-13. Thai.
4. Srisuwandee T, Khumhan T, Moonsan P, Pitakaso R. Develop algorithm to solve transportation route Case study of Jiaranai drinking water company Ubonratchathani. Proceedings of the IE Network Conference; 2010 Oct 13-15; UbonRatchathani, Sunee Grand Hotel and convention center; 2010. P. 219. Thai.
5. Chaiya C and Pitakaso R. Heuristic Approach to Solve Transportation Problem for Drinking Water Case Study Numderm Rainbow Factory. Proceedings of the IE Network Conference; 2010 Oct 13-15; UbonRatchathani, Sunee Grand Hotel and convention center; 2010. P. 212. Thai.
6. Dorigo M, Maniezzo V and Colorni A. The ant system: Optimization by a colony of cooperating agents. IEEE Transactions on systems. 1996;22(2): 340-349.
7. Sodsoon S, Sindhuchao S, Pitakaso R, Pathumnakul S. An ant colony optimization (ACO) and solution improvement procedures for multi-depot vehicle routing problem. Proceedings of the IE Network Conference; 2007 Oct 24-26; Phuket, Royal Phuket City Hotel; 2007. P. 81. Thai.
8. Dorigo M. and Gambardella L. M. Ant colonies for the traveling salesman problem. BioSystems. 1997;43: 73-81..
9. Bernabé D. The VRP web [internet]. 2012[updated 2007 March; cited 2012 Mar 15]. Available from: <http://neo.lee.uma.es/radi-aeb/WebVRP/>