รายงานการวิจัย

ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมดแบบขนานสำหรับการหาเส้นทางการเดินรถภายใต้ความไม่แน่นอน

Parallel ant colony optimization algorithm for the vehicle routing problem under uncertainty

นายรณน เจียรตระกูล

และ

นายอุดม จันทร์จรัสสุข

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดินหรือรายได้ประจำปี

งบประมาณ 2559

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการวิจัย: ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมดแบบขนานสำหรับการหาเส้นทางการเดินรถภายใต้ความไม่แน่นอน

หัวหน้าโครงการวิจัย: อาจารย์ รณน เจียรตระกูล

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอขั้นตอนวิธีอาณานิคมมดแบบขนานสำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถแบบสโทแคสติก ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถแบบสโทแคสติกเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับในการส่งสินค้าของรถบรรทุกสินค้า เพื่อให้มีต้นทุนการขนส่งที่น้อยที่สุด ภายใต้ความจุของรถบรรทุก และปริมาณความต้องการของลูกค้าที่ไม่ทราบค่าล่วงหน้า ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมดใช้หลักการเลียนแบบการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของมด ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหาโดยใช้ภาษา C++ ภายใต้ระบบคอมพิวเตอร์แบบกริด (Computational Grid) โดยอาศัยหลักการทำงานแบบนาย-บ่าว (Master-Workers) ทำการประมวลผลแบบขนานบนเครื่องคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่อง โดยการส่งมดจำลองหลายตัวออกไปค้นหาคำตอบพร้อมกัน และทำการประเมินต้นทุนการขนส่งด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทดสอบขั้นตอนวิธีที่นำเสนอโดยใช้ตัวอย่างปัญหาจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยใช้รูปแบบการแจกแจงแบบเอกรูปสำหรับปริมาณความต้องสินค้าที่ไม่ทราบค่าแน่นอน ซึ่งได้ผลที่อยู่ในระดับดีมาก

Research Topic: Parallel ant colony optimization algorithm for the vehicle routing problem under uncertainty

Head of Research Team: Mr. Ranon Jientrakul

Industrial Engineering, Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Abstract

In this paper, an ant colony optimization (ACO) method for solving the vehicle routing problem with stochastic demands (VRPSD) is presented. The vehicle routing problem with stochastic demands concerns with finding the sequence of customers for product delivery within the vehicle routes. The objective is to minimize the total transportation cost, subject to the vehicle capacity and the unknown customer demands. The algorithm mimics the behavior of ants in finding the shortest path for food. The algorithm is implemented in C++ on a computational grid environment by using the Master-Worker (MW) framework. In the parallel implementation of the ACO algorithm, multiple artificial ants are sent for constructing solution on multiple processors, and the solution is evaluated by using the Monte-carlo sampling technique. Problem instances from the related literatures are used for testing the performance of the algorithm. The uniform distribution is used to generate the random demands from the customers. Computational results showed that our method is very effective.

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

สารบัญ ..... ค

สารบัญตาราง ..... จ

สารบัญรูป ..... ฉ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 หลักการและเหตุผลของโครงการวิจัย 1

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2

1.3. ขอบเขตของโครงการวิจัย 2

1.4. ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการวิจัย 2

บทที่ 2 ปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถ 3

2.2 ประเภทของปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถทั่วไป 4

2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถแบบพลวัต 4

2.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature review) 5

2.4.1 การแก้ปัญหา VRP 6

2.4.2 การแก้ปัญหา VRP ด้วยวิธีฮิวริสติก 7

2.4.1 การแก้ปัญหา VRP ด้วยขั้นตอนวิธีแบบขนาน 8

บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย 9

3.1 ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization, ACO) 11

3.1.1 ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมดสำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถ 12

3.1.2 การค้นหาคำตอบ 14

3.1.3 การปรับปรุงค่าความเข้มข้นของฟีโรโมน (Pheromone update) 15
3.1.4 การสิ้นสุดการทำงาน 15
3.2 การสุ่มตัวอย่าง (Sampling Method) 16
3.3 การพัฒนาขั้นตอนวิธีบนระบบคอมพิวเตอร์แบบขนาน 16
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 19
4.1 ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล 19
4.2 ตัวอย่างปัญหาที่ใช้ในการทดลอง 21
4.3 การทดลองและผลการทดลอง 23
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 32
5.1 สรุปผลการวิจัย 32
5.2 ทิศทางในการทำวิจัยในอนาคต 33
บรรณานุกรม 34

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของปัญหาทดสอบ..... 21
ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างรูปแบบของปัญหา..... 22
ตารางที่ 4.3 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการค้นหาคำตอบ..... 23
ตารางที่ 4.4 สถิติจากการประมวลผลด้วยวิธีเชิงกำหนด..... 25
ตารางที่ 4.5 สถิติการประมวลผลด้วยวิธีสโทแคสติกโดยใช้ค่าเบี่ยงเบน 0.1 ขนาดตัวอย่าง 50 26
ตารางที่ 4.6 สถิติการประมวลผลด้วยวิธีสโทแคสติกโดยใช้ค่าเบี่ยงเบน 0.1 ขนาดตัวอย่าง 200 27
ตารางที่ 4.7 สถิติการประมวลผลด้วยวิธีสโทแคสติกโดยใช้ค่าเบี่ยงเบน 0.1 ขนาดตัวอย่าง 1000 ... 28
ตารางที่ 4.8 สถิติการประมวลผลด้วยวิธีสโทแคสติกโดยใช้ค่าเบี่ยงเบน 0.2 ขนาดตัวอย่าง 50 29
ตารางที่ 4.9 สถิติการประมวลผลด้วยวิธีสโทแคสติกโดยใช้ค่าเบี่ยงเบน 0.2 ขนาดตัวอย่าง 200 30
ตารางที่ 4.10 สถิติการประมวลผลด้วยวิธีสโทแคสติกโดยใช้ค่าเบี่ยงเบน 0.2 ขนาดตัวอย่าง 1000. 31

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถ 3
รูปที่ 3.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 10
รูปที่ 3.2 การออกเดินทางค้นหาแหล่งอาหารของมด 11
รูปที่ 3.3 เมื่อมดพบแหล่งอาหาร 12
รูปที่ 3.4 การทิ้งสารฟีโรโมนบนเส้นทางกลับรัง 12
รูปที่ 3.5 การตามรอยสารฟีโรโมนของมดไปสู่แหล่งอาหาร 12
รูปที่ 3.6 การเลือกเส้นทางของมดตามความเข้มข้นของสารฟีโรโมน 12
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมดในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถ 13
รูปที่ 3.8 ผังการทำงานของโปรแกรมหลักและโปรแกรมงานย่อย 18
รูปที่ 4.1 แบบโครงสร้างของระบบคอมพิวเตอร์ 20
รูปที่ 4.2 ภาพถ่ายของระบบคอมพิวเตอร์ที่ได้สร้างขึ้น 20