

การพัฒนาอัลกอริทึม
โดยการประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติก
ในการแก้ปัญหาคำการจัดเส้นทางเดินรถ

นายธนกร ธนสมบัติกุล

รหัสนิสิต 5987142020

หลักสูตรการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

Statement of problem

- บริษัทผู้ให้บริการขนส่งสินค้าประเภท สินค้าอุปโภคบริโภค
- ศูนย์กระจายสินค้า 1 แห่ง
- บริการลูกค้าประเภทร้านอาหารและห้างสรรพสินค้า
ในเขต กรุงเทพมหานคร และ ปริมณฑล
- รถขนส่งประเภทรถ 4 ล้อ จำนวน 20 คัน

ปัจจุบันยังไม่มีวิธีการจัดการปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ
ยังคงใช้วิธีการเลือกเส้นทางโดยพนักงาน

Research objectives

เพื่อสร้างและพัฒนาอัลกอริทึมที่
ให้ผลเฉลยที่ยอมรับได้ในการ
แก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ
(VRP) โดยการประยุกต์ใช้
หลักการฮิวริสติก (Heuristic)

เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์
เพื่อช่วยในการคำนวณเลือกใช้
เส้นทางเดินรถโดยใช้อัลกอริ
ทึมที่ถูกพัฒนาขึ้น

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถ
ของอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นจากการ
ประยุกต์ใช้หลักการฮิวริสติก

Scope of research

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้หลักการฮิวริสติก

และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางรถ

โดยใช้ข้อมูลการขนส่งจากบริษัทตัวอย่างที่เป็นบริษัทขนส่งสินค้าประเภทสินค้าอุปโภคบริโภคที่ให้บริการขนส่งสินค้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

มีศูนย์กระจายสินค้า 1 แห่ง

ขนส่งไปตามจุดลูกค้าหลาย ๆ จุด

โดยรถขนส่งจะเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้า

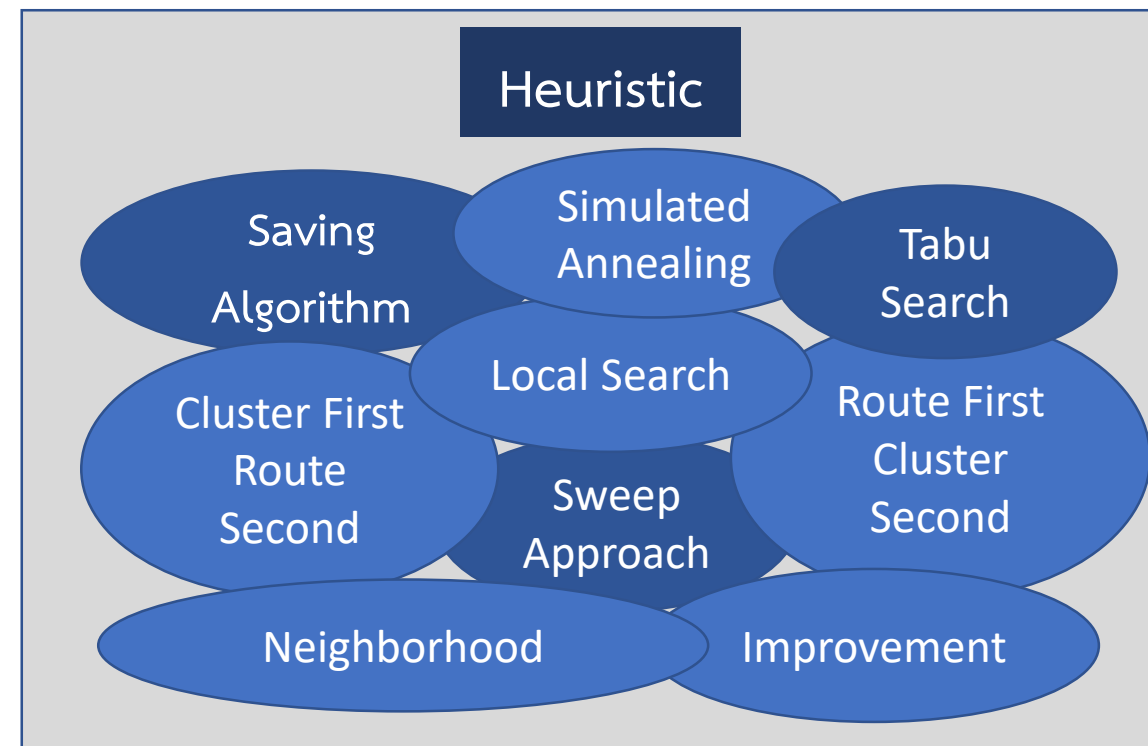
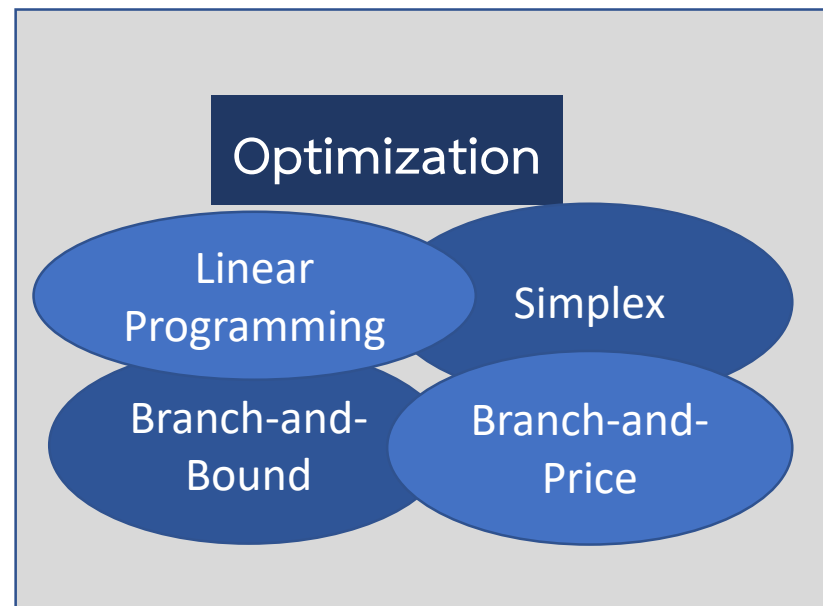
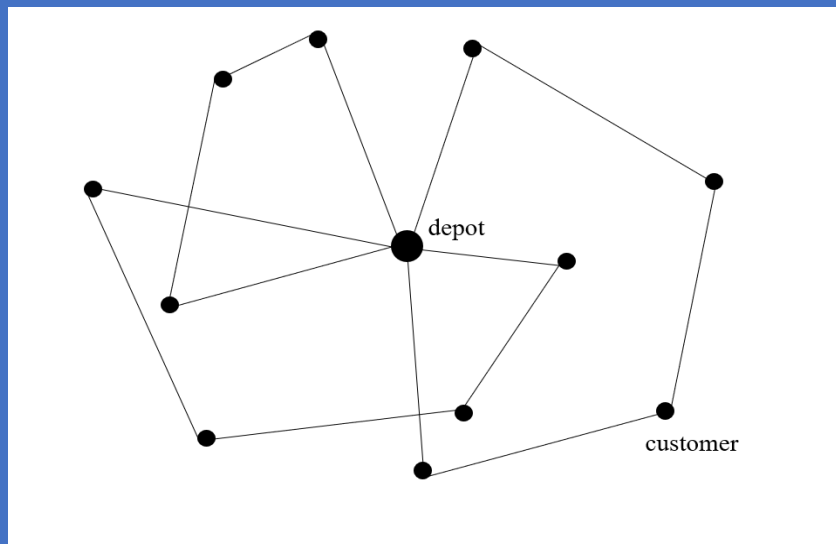
Expected benefits

ได้อัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นโดยการประยุกต์ใช้หลักการฮิวริสติก

ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้อัลกอริทึมที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีให้เลือกได้ ตามความเหมาะสมของปัญหา

สามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการเลือกใช้อัลกอริทึมที่แตกต่างกันในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem)



Literature Reviews

Bent และ Hentenryck (2004)

แก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถภายใต้ข้อจำกัดด้านความสามารถในการบรรทุกและข้อจำกัดในด้านเวลา

1. วิธีการเลียนแบบการอบอ่อน (Simulated Annealing, SA) ควบคู่กับการเปลี่ยนจุดส่ง (Relocation) โดยมุ่งเน้นการหาเส้นทางเดินรถที่ใช้จำนวนเส้นทางน้อยที่สุด
2. Large neighborhood (LNS) ควบคู่กับวิธี relatedness เพื่อหาผลลัพธ์ที่ให้ต้นทุนในการเดินทางน้อยที่สุด

Escobar (2014)

1. เส้นทางเริ่มต้น ใช้วิธีปัญหาการเดินทางพนักงานขาย (Traveling salesman problem)
2. Granula Variable Tabu Neighborhood Search ประกอบด้วยฮิวริสติก 2 วิธี คือ
วิธีการค้นหาเฉพาะแห่ง (Neighborhood)
วิธีการค้นหาต้องห้าม (Tabu Search)

เปรียบเทียบกับ Benchmark ซึ่งผลจากคอมพิวเตอร์ชี้ให้เห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้ให้ค่าที่น่าพอใจในเวลาประมวลผลที่ไม่นาน

Literature Reviews

Smith และ Imeson (2017)

นำเสนอวิธีการใหม่โดยปรับใช้กับวิธี Large Neighborhood
(General insertion mechanism)

สามารถนำจุดส่งใดๆเข้าหรือออกจากเส้นทางได้

ประกอบไปด้วย 3 กรณีคือ

Nearest insertion mechanism

Farthest insertion mechanism

Random insertion mechanism

ผลลัพธ์ที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมเดิมที่มีอยู่แล้ว

โดยใช้เวลาประมวลผลไม่ต่างกันแต่ให้คุณภาพคำตอบที่ดีกว่า

Alvarez และ Munari (2017)

แก้ปัญหาการจัดการเส้นทางเดินรถภายใต้กรอบเวลา

ใช้วิธี Branch-price-and-cut (BPC) ผสมกับหลักการ

Large Neighborhood Search ประกอบไปด้วย

greedy insertion heuristic และ regret insertion heuristic

อัลกอริทึมนี้ให้คุณภาพคำตอบที่ดีกว่าวิธี BPC เพียงอย่างเดียว

ปิน (2010)

ได้ทำการแก้ปัญหาการจัดการเส้นทางเดินรถภายใต้กรอบเวลา

1. วิธีการหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) เพื่อสร้างเส้นทางเดินรถเบื้องต้น
2. วิธีการค้นหาต้องห้าม (Tabu Search) หลักสำคัญ 3 ประการ
Forbidding, Freeing และ Short-term Strategy
รูปแบบการพัฒนาของเส้นทางใช้วิธี Cross exchange ,
Relocation, และ within route
3. ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อแสดงผลการจัดเส้นทาง

Conceptual framework

ศึกษาปัญหาและอุปสรรค



ค้นคว้างานวิจัยและทฤษฎี



เก็บรวบรวมข้อมูล



ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้ในการแก้ปัญหา



เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์



ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม



วิเคราะห์และสรุปผล

Research tools

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

วิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm)

วิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่ (Local Search)

วิธีการเลียนแบบการอบอ่อน (Simulated Annealing)

วิธีค้นหาต้องห้าม (Tabu Search)

Data collection

ข้อมูลลูกค้า

ปริมาณความต้องการสินค้า

พิกัดลูกค้า (Latitude, Longitude)

ข้อมูลบริษัท

พิกัดศูนย์กระจายสินค้า (Latitude, Longitude)

เส้นทางการขนส่งปัจจุบัน

ลักษณะสินค้า (น้ำหนัก/ปริมาตร)

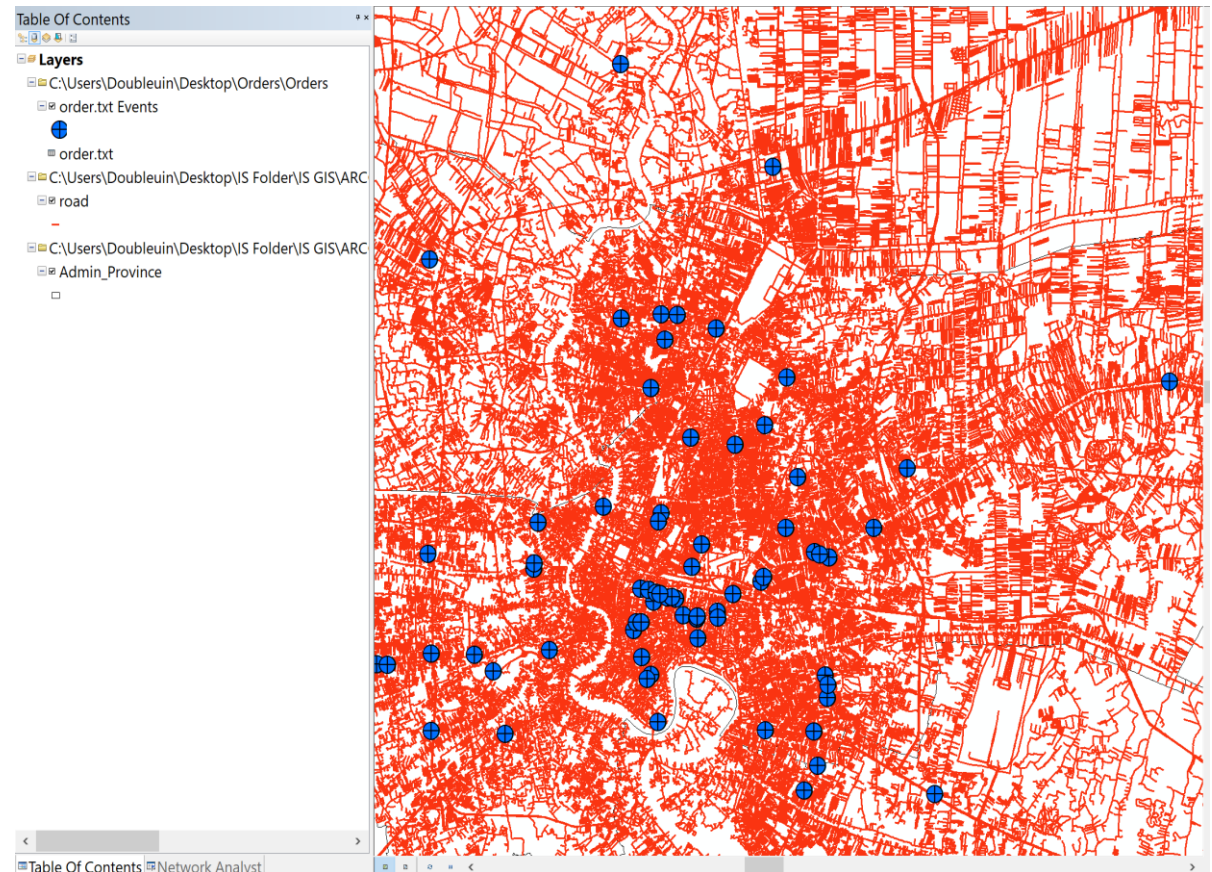
ความจุรถขนส่ง

ต้นทุนการขนส่ง (ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System)

Network Analysis

O-D Cost Metrix

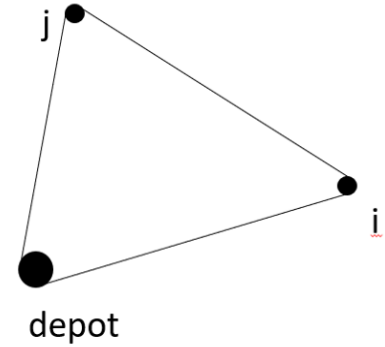
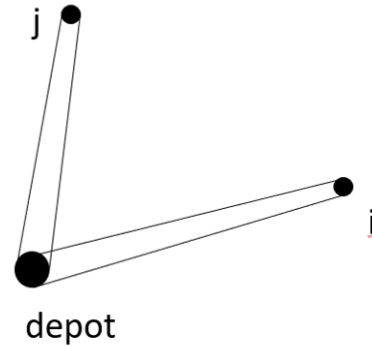


วิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm)

Capacity?

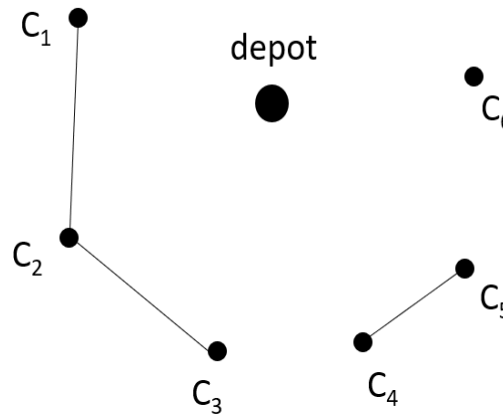
Independent?

Subtour?



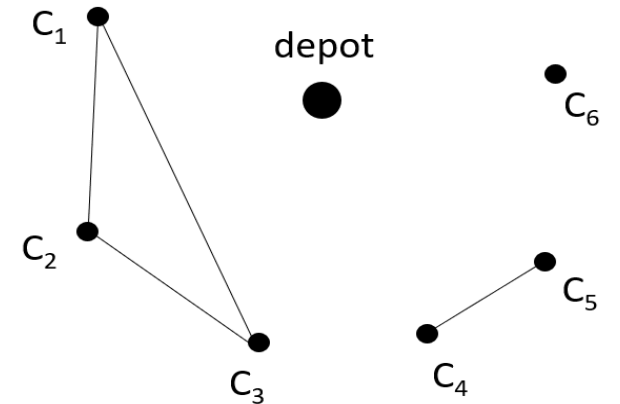
$$\text{ค่าการประหยัด}(S_{ij}) = d(\text{Depot}, i) + d(\text{Depot}, j) - d(i, j)$$

Independent?



จุดส่งอิสระ ได้แก่ C_1 C_3 C_4 C_5 C_6
จุดส่งไม่อิสระ ได้แก่ C_2

Subtour?



เกิดเส้นทางเดินรถย่อย (Subtour) ที่ C_1 C_2 C_3

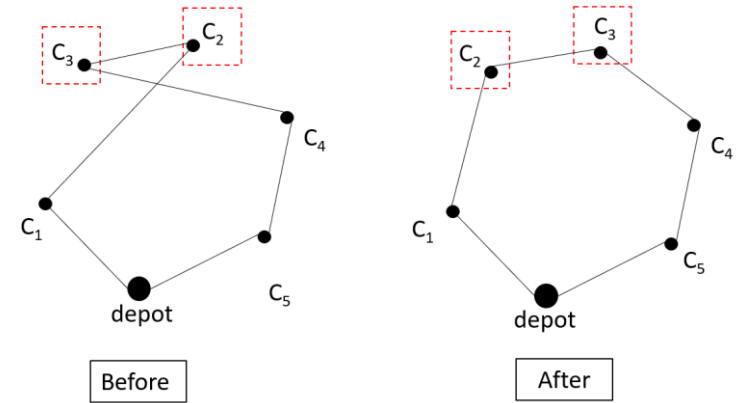
วิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่ (Local Search)

Within Tour Insertion (WTI)

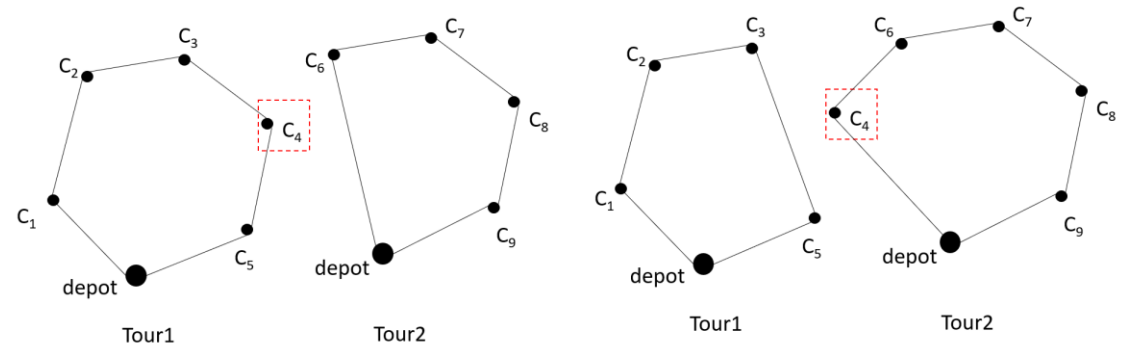
Relocate (REL)

Exchange Between Tours (XBT)

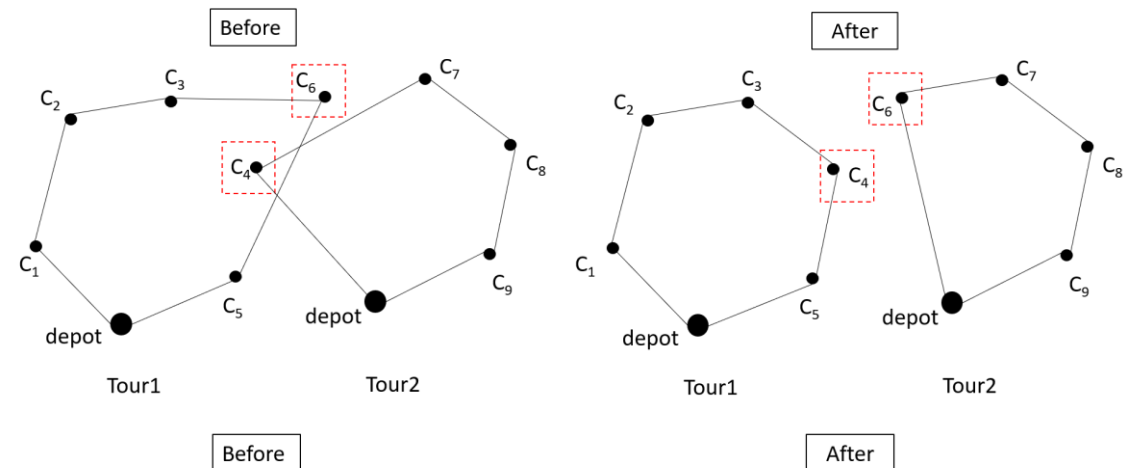
(WTI)



(REL)

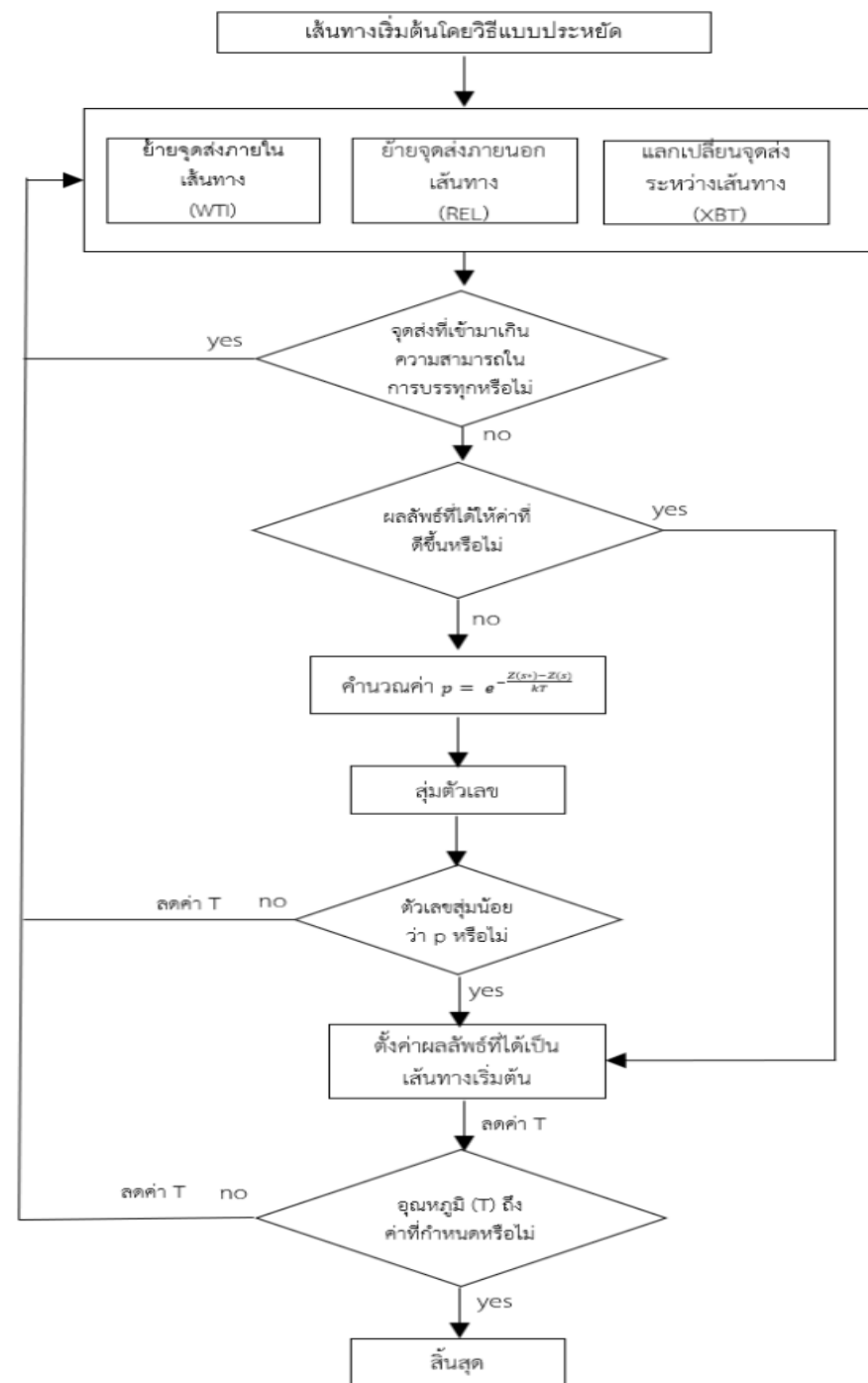


(XBT)



วิธีการเลียนแบบการอบอ่อน (Simulated Annealing)

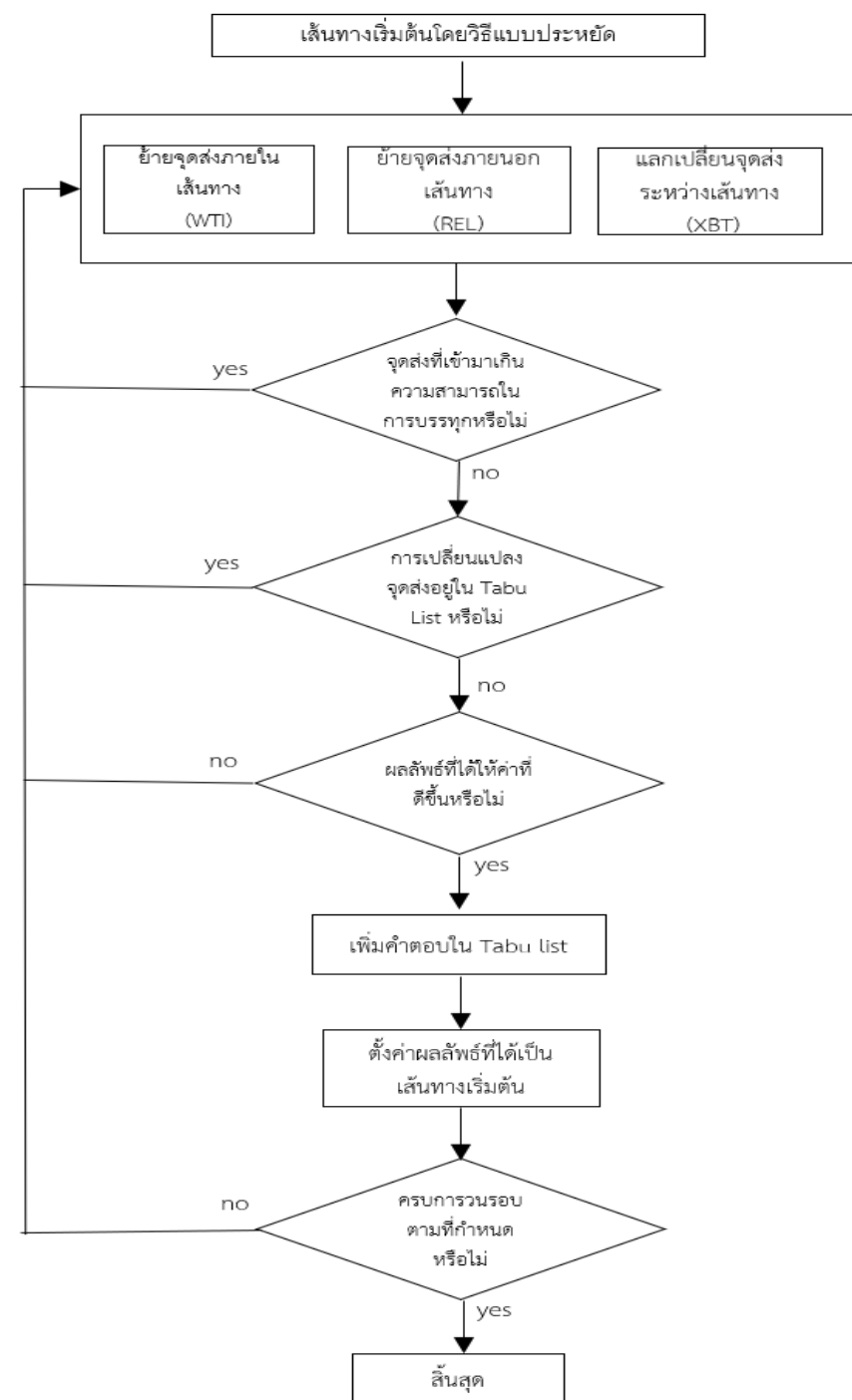
$$p = e^{-\frac{Z(s^*) - Z(s)}{kT}}$$



วิธีการค้นหาต้องห้าม (Tabu Search)

Tabu List

Tabu Tenure



การตรวจสอบความถูกต้องและ ประสิทธิภาพของโปรแกรม คอมพิวเตอร์

การนำเข้าข้อมูลระยะทางระหว่างจุดส่ง (OD Cost Metrix)
ข้อมูลพิกัดของลูกค้า (Latitude, Longitude)
ค่าสถิติความต้องการสินค้าของลูกค้า
การตั้งค่า Network Analysis

การตรวจสอบเส้นทางเริ่มต้น (Saving Algorithm)
ตรวจสอบกับชุดข้อมูลที่ทราบผลลัพธ์อยู่แล้ว
ตรวจสอบความจุรวมของเส้นทาง
ตรวจสอบการเกิดเส้นทางการเดินทางน้อย
การเลือกจุดส่งที่ไม่อิสระเข้ามาอยู่ในเส้นทาง

การตรวจสอบการปรับปรุงเส้นทางเดินทาง
การย้ายจุดส่งภายในเส้นทาง (WTI)
การย้ายจุดส่งภายนอกเส้นทาง (REL)
การแลกเปลี่ยนจุดส่งระหว่างเส้นทาง (XBT)
ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงสอดคล้องกับอัลกอริทึมที่ตั้งไว้
ไม่ให้คำตอบที่คุณภาพแย่ลงจากเส้นทางเริ่มต้น

Solutions

Solution1
(WTI)

Solution2
(REL)

Solution3
(XBT)

Solution4
(WTI+SA)

Solution5
(REL+SA)

Solution6
(XBT+SA)

Solution7
(WTI+TS)

Solution8
(REL+TS)

Solution9
(XBT+TS)

THANK YOU
