บทที่ 3

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ศึกษาถึงการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าของกรณีศึกษาไปยังลูกค้ารายต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการขนส่งเมื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดในระบบการขนส่ง การขนส่งสินค้าตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง คือ

1. ปัญหาโครงข่ายระยะทาง เป็นการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างลูกค้ารายต่างๆ สำหรับนำไปใช้ในการหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมต่อไป
2. ปัญหาเส้นทางเดินรถเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมที่สุด
3. ระบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการจัดทำโปรแกรมสำหรับการคำนวณหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมที่สุด

3.1 ปัญหาโครงข่ายระยะทาง

3.1.1 **รูปแบบแทนระบบโดยโครงข่าย** (Network Analysis) ในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ เช่น ระบบการขนส่ง ระบบการสื่อสาร สามารถใช้เทคนิคทางการวิเคราะห์โครงข่าย มาศึกษาเพื่อปรับปรุงและออกแบบระบบปัญหาได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นรูปภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโครงข่าย กราฟ และคณิตศาสตร์ ช่วยให้สามารถเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาได้ง่าย สามารถแทนระบบปัญหาด้วยรูปแบบแทนระบบโดยโครงข่าย ได้ดังนี้

1) จุดเชื่อม จะมีความหมายแทนชุมทางของระบบขนส่ง ได้แก่ จุดขนถ่ายต่างๆ ให้แก่ลูกค้า
2) เส้นเชื่อม จะมีความหมายแทน ถนน เส้นทางการขนส่งระหว่างจุดของลูกค้า หรือแสดงความสัมพันธ์ของจุดขนถ่ายต่างๆ
3) กราฟ หมายถึงระบบที่ประกอบด้วยกลุ่มหรือชุดของจุดยอดหรือจุดเชื่อมและกลุ่มของเส้นเชื่อมที่เรียกว่า Edge หรือ Arc เขียนเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนด้วย Set ดังนี้

$$G = (N,E) \quad \text{หรือ} \quad G' = (N,A)$$

กราฟมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบแรกไม่มีทิศทางจะแทนด้วย G ซึ่งประกอบด้วยจุดเชื่อมคือ Node (N) และเส้นเชื่อมไม่กำหนดทิศทางคือ Edge (E) แบบที่สองเป็นแบบที่แสดงทิศทางการเดินด้วยเรียกว่า Digraph (G′) โดยมีเส้นเชื่อมแสดงลูกศรบอกทิศทางด้วยคือ Arc (A) ซึ่งอาจมีเพียงทิศทางเดียวหรือสองทิศทางก็ได้

4) โครงข่าย คือ กราฟที่มีค่าใดๆ กำหนดให้กับเส้นเชื่อม ค่านั้นเราเรียกว่า Weight ประจำเส้นเชื่อม กรณีปัญหาเส้นทางการขนส่งจะมีค่าของเส้นเชื่อมคือถนนเป็นระยะทางของแต่ละเส้นเชื่อม การหาเส้นเชื่อมที่มีระยะทางสั้นที่สุด (Shortest Path) จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการหาต้นทุนที่ต่ำที่สุด

5) ความต่อเนื่องของกราฟหรือโครงข่าย แสดงถึงการติดต่อถึงกันระหว่างจุดเชื่อมต่างๆ ในกราฟหรือโครงข่าย

6) เส้นทางเดิน คือกราฟลูกโซ่ที่มีทิศทางกำกับบนเส้นเชื่อมทุกเส้น

3.1.2 วิธีการแก้ปัญหาโครงข่ายหาระยะทางที่เป็นเลิศระหว่างจุดเชื่อม

1) วิธีการหาเส้นทางที่เป็นเลิศระหว่างจุดเชื่อมสองจุด วิธีการของ Dijikstra เพื่อหาเส้นทางที่เป็นเลิศจากจุดเริ่มต้น s ไปยังจุดสิ้นสุดt จะต้องใช้วิธีการตราสาร (Labelling Procedure) ซึ่งจะต้องตราค่าให้จุดเชื่อมต่างๆ ด้วย $[i,\pi(j)]$ โดยมี j เป็นจุดเชื่อมที่เชื่อมต่อออกมาจากจุดเชื่อมที่ตราค่าเอาไว้แล้ว i และ $\pi(i)$ คือระยะทางสะสมที่เป็นเลิศจากจุดเริ่มต้นมาถึง j การตราค่านี้แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบชั่วคราวและแบบถาวร ซึ่งมีลำดับขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

1.1) ตราค่าถาวรให้จุดเริ่มต้นด้วย [-,0] และตราค่าชั่วคราวให้จุดเชื่อมอื่นๆ เป็น $[-,\infty]$

1.2) ให้ i=s และ $\pi(j) = d_{s,j}$ สำหรับจุดเชื่อม j ใดๆ เป็นตราค่าชั่วคราวใหม่ของ $j[s,d_{s,j}]$

1.3) เลือกจุดเชื่อม j ซึ่งมี $\pi(j) = \min_{x \in T} \pi(X)$ ให้เป็นจุดเชื่อมถาวร เมื่อ T = ชุดของจุดเชื่อมที่ตราค่าชั่วคราวไว้

1.4) หาจุดเชื่อมถาวร i (เดิมเป็น j ในขั้นตอนที่ 1.3) ให้พิจารณาจุดเชื่อม j ทุกๆ จุดที่เชื่อมต่อจาก i ถ้า $\pi(i)+d_{ij} < \pi(j)$ ให้

ตราค่าชั่วคราวให้กับ j ใหม่ เป็น [i,π(i)+d_{ij}] แล้วดำเนินการขั้นตอนที่ 1.3 จนกว่าจะได้ผลลัพธ์เป็นเลิศ

2) วิธีการหาเส้นทางที่เป็นเลิศของทุกๆ คู่ของจุดเชื่อม เพื่อให้ได้ข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาให้สมบูรณ์ในบางกรณี เราจำเป็นต้องรู้เส้นทางที่เป็นเลิศระหว่างจุดเชื่อมต่างๆในโครงข่ายให้ครบทุกจุด จะต้องดำเนินการหาเส้นทางที่เป็นเลิศระหว่างจุดสองจุดตามวิธีของ Dijikstra หลายๆ ครั้ง นอกจากวิธีการดังกล่าวแล้วยังมีวิธีการที่พัฒนาขึ้นเรียกว่า Revised Cascade Method (RCM) สามารถหาเส้นทางเป็นเลิศสำหรับทุกจุดเชื่อมในโครงข่ายได้ทันที โดยขั้นตอนการหาเส้นทางเป็นเลิศของทุกๆ คู่ของจุดเชื่อมโดยวิธี RCM พอสรุปได้ดังนี้

2.1) กำหนดหมายเลขประจำจุดเชื่อมจาก 1 ถึง n

2.2) ให้ $D^{\circ} = [d^{\circ}_{ik}] = [d_{ik}]$, $d_{ii} = 0$, $d = \infty$ ถ้าไม่มีเส้นเชื่อม (i,k) ให้ $R^{\circ} = [r_{ik}] = k$ และ m = 1.

2.3) จาก D^{m-1} ขีดเส้นคร่อมแนวนอนและแนวยืนผ่านจุดเชื่อม m ซึ่งเรียกว่าจุดหมุน (Pivot Point) บนเส้นแนวนอนถ้ามีค่า $d_{ik} = \infty$ ให้ขีดเส้นแนวยืนผ่าน บนเส้นแนวยืนถ้ามีค่า $d_{ik} = \infty$ ให้ขีดเส้นแนวนอนผ่าน สำหรับ d_{ik}^{m-1}, $i \neq k$ ที่เหลืออยู่ให้ใช้วิธี Triple Operations หา $d_{ik}^{m} = \min \{ d_{ik}^{m-1}, d_{ij}^{m-1} + d_{jk}^{m-1} \}$

2.3.1) ถ้า $d_{ik}^{m} = d_{ij}^{m-1} + d_{jk}^{m-1}$ ให้เปลี่ยน d_{ik}^{m-1} เป็น d_{ik}^{m} และ $r_{ik}^{m} = j$

2.3.2) ถ้า $d_{ik}^{m} = d_{ik}^{m-1}$, d_{ik}^{m} และ r_{ik}^{m} จะเหมือน d_{ik}^{m-1} และ r_{ik}^{m-1} จะได้ D^{m} และ R^{m} ตามต้องการ

2.4) ให้ m = m+1 ถ้า m<n ให้กลับไปขั้นตอนที่ 3.1.2.2.3 จนกว่าจะได้ D^{n} และ R^{n} เป็นผลลัพธ์ที่ต้องการ

2.5) ตัวอย่างการคำนวณหาเส้นทางเป็นเลิศของทุกๆ คู่ของจุดเชื่อมในโครงข่าย ด้วยวิธีการของ RCM

$$D^{\circ} = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 1 & 3 & \alpha & \alpha \\ 2 & 0 & 1 & \alpha & \alpha \\ \alpha & \alpha & 0 & \alpha & 2 \\ \alpha & 4 & \alpha & 0 & \alpha \\ \alpha & \alpha & \alpha & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array} \qquad R^{\circ} = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \end{array}$$

m = 1

$$D^{\circ} = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 1 & 3 & \alpha & \alpha \\ 2 & 0 & 1 & \alpha & \alpha \\ \alpha & \alpha & 0 & \alpha & 2 \\ \alpha & 4 & \alpha & 0 & \alpha \\ \alpha & \alpha & \alpha & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

$d^1_{23} = \min \{d^0_{23}, d^0_{21}+d^0_{13}\}$
$= \min \{1, 2+3\} = d^0_{23}$

$r^1_{23} = r^0_{23} = 3$
$D^1 = D^{\circ}$, $R^1 = R^0$

m = 2

$$D^1 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 1 & 3 & \alpha & \alpha \\ 2 & 0 & 1 & \alpha & \alpha \\ \alpha & \alpha & 0 & \alpha & 2 \\ \alpha & 4 & \alpha & 0 & \alpha \\ \alpha & \alpha & \alpha & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

$d^2_{13} = \min \{d^1_{13}, d^1_{12}+d^1_{23}\}$
$= \min \{3, 1+1\} = 2$
$d^2_{13} = d^1_{12}+d^1_{23} = 2$
$r^2_{13} = 2$
$d^2_{41} = \min \{d^1_{41}, d^1_{42}+d^1_{21}\}$
$= \min \{\infty, 4+2\} = 6$
$d^2_{41} = 6$, $r^2_{41} = 2$
$d^2_{43} = \min \{d^1_{43}, d^1_{42}+d^1_{23}\}$
$= \min \{\infty, 4+1\} = 5$
$d^2_{43} = 5$, $r^2_{43} = 2$

$$D^2 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & \alpha & \alpha \\ 2 & 0 & 1 & \alpha & \alpha \\ \alpha & \alpha & 0 & \alpha & 2 \\ 6 & 4 & 5 & 0 & \alpha \\ \alpha & \alpha & \alpha & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array} \qquad R^2 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 2 & 2 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \end{array}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

m = 3

$D^2 =$

	1	2	3	4	5
1	0	1	2	α	α
2	2	0	1	α	α
3	α	α	0	α	2
4	6	4	5	0	α
5	α	α	α	1	0

$d^3_{15} = \min \{d^2_{15}, d^2_{13}+d^2_{35}\}$

$= \min \{\infty, 2+2\} = 4$

$d^3_{15} = 4 , r^3_{15} = 3$

$d^3_{25} = \min \{d^2_{25}, d^2_{23}+d^2_{35}\}$

$= \min \{\infty, 1+2\} = 3$

$d^3_{25} = 3 , r^3_{25} = 3$

$d^3_{45} = \min \{d^2_{45}, d^2_{43}+d^2_{35}\}$

$= \min \{\infty, 5+2\} = 7$

$d^3_{45} = 7 , r^3_{45} = 3$

$D^3 =$

	1	2	3	4	5
1	0	1	2	α	α
2	2	0	α	α	3
3	α	α	0	α	2
4	6	4	5	0	7
5	α	α	α	1	0

$R^3 =$

	1	2	3	4	5
1	1	2	2	4	3
2	1	2	3	4	3
3	1	2	3	4	5
4	2	2	2	4	3
5	1	2	3	4	5

m = 4

$D^3 =$

	1	2	3	4	5
1	0	1	2	α	4
2	2	0	1	α	3
3	α	α	0	α	2
4	6	4	5	0	7
5	α	α	α	1	0

$d^4_{51} = \min \{d^3_{51}, d^3_{54}+d^3_{41}\}$

$= \min \{\infty, 1+6\} = 7$

$d^4_{51} = 7 , r^4_{51} = 4$

$d^4_{52} = \min \{d^3_{52}, d^3_{54}+d^3_{42}\}$

$= \min \{\infty, 1+4\} = 5$

$d^4_{52} = 5 , r^4_{52} = 4$

$d^4_{53} = \min \{d^3_{53}, d^3_{54}+d^3_{43}\}$

$= \min \{\infty, 1+5\} = 6$

$d^4_{53} = 6 , r^4_{53} = 4$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$D^4 =$

	1	2	3	4	5
1	0	1	2	α	4
2	2	0	1	α	3
3	α	α	0	α	2
4	6	4	5	0	7
5	7	5	6	1	0

$R^4 =$

	1	2	3	4	5
1	1	2	2	4	3
2	1	2	3	4	3
3	1	2	3	4	5
4	2	2	2	4	3
5	4	4	4	4	5

m = 5

$D^4 =$

	1	2	3	4	5
1	0	1	2	α	4
2	2	0	1	α	3
3	α	α	0	α	2
4	6	4	5	0	7
5	7	5	6	1	0

$d^5_{12} = \min \{d^4_{12}, d^4_{15}+d^4_{52}\}$

$= \min \{1, 4+5\} = 1$

$d^5_{12} = 1 , r^5_{12} = r^4_{12} = 2$

$d^5_{13} = \min \{d^4_{13}, d^4_{15}+d^4_{53}\}$

$= \min \{2, 4+6\} = 2$

$d^5_{13} = 2 , r^5_{13} = r^4_{13} = 2$

$d^5_{14} = \min \{d^4_{14}, d^4_{15}+d^4_{54}\}$

$= \min \{\infty, 4+1\} = 5$

$d^5_{14} = 5 , r^5_{14} = 5$

$d^5_{21} = d^4_{21} , d^5_{23} = d^4_{23}$

$d^5_{24} = \min \{d^4_{24}, d^4_{25}+d^4_{54}\}$

$= \min \{\infty, 3+1\} = 4$

$d^5_{24} = 4 , r^5_{24} = 5$

$d^5_{31} = \min \{d^4_{31}, d^4_{35}+d^4_{51}\}$

$= \min \{\infty, 2+7\} = 9$

$d^5_{31} = 9 , r^5_{31} = 5$

$d^5_{32} = \min \{d^4_{32}, d^4_{35}+d^4_{52}\}$

$= \min \{\infty, 2+5\} = 7$

$d^5_{32} = 7 , r^5_{32} = 5$

$d^5_{34} = \min \{d^4_{34}, d^4_{35}+d^4_{54}\}$

$= \min \{\infty, 2+1\} = 3$

$d^5_{34} = 3 , r^5_{34} = 5$

$d^5_{41} = d^4_{41} ; d^5_{42} = d^4_{42} ; d^5_{43} = d^4_{43}$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$D^5 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 5 & 4 \\ 2 & 0 & 1 & 4 & 3 \\ 9 & 7 & 0 & 3 & 2 \\ 6 & 4 & 5 & 0 & 7 \\ 7 & 5 & 6 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array} \qquad R^5 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 5 & 3 \\ 1 & 2 & 3 & 5 & 3 \\ 1 & 2 & 3 & 5 & 5 \\ 2 & 2 & 2 & 4 & 3 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 5 \end{bmatrix} \end{array}$$

จากผลลัพธ์ของ D^5 เราสามารถกำหนดระยะทางเป็นเลิศจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งได้ ส่วน R^5 จะบอกเส้นทางหรือจุดเชื่อมต่างๆ ของเส้นทางที่เป็นเลิศนั้น ตัวอย่างเช่น

$i = 3,\ k = 1$ ระยะทางที่เป็นเลิศคือ 9

เส้นทางเดินเริ่มจาก $r_{31} = 5,\ r_{51} = 4,\ r_{41} = 2,\ r_{21} = 1$

เพราะฉะนั้น เส้นทางคือ $3 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 1$

ถ้า $i = 5,\ k = 3$ ระยะทางที่เป็นเลิศคือ 6

เส้นทางเดินเริ่มจาก $r_{53} = 4,\ r_{43} = 2,\ r_{23} = 3$

เพราะฉะนั้น เส้นทางคือ $5 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 3$

3.2 ปัญหาเส้นทางเดินรถ

3.2.1 **รูปแบบปัญหาเส้นทางเดินรถ** ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถมีพื้นฐานเริ่มจากความต้องการที่จุดต่างๆ และจะถูกบริการด้วยรถขนส่งโดยไม่มีข้อจำกัดด้านระยะทางและปริมาณ ปัญหาดังกล่าวจะถูกแก้ปัญหาโดยให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำสุดและมีเส้นทางการเดินรถที่เหมาะสม วิธีการแก้ปัญหาได้มีผลงานด้าน Operations Research ไว้มากมาย ดังนี้

1) The Travelling Saleman Problem (TSP) เป็นรูปแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน โดยมีเงื่อนไขว่าพนักงานขายจะต้องเดินทางผ่านทุกเมืองและเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้น มีระยะทางสั้นที่สุด
2) The Chinese Postman Problem เป็นการหาระยะทางที่สั้นที่สุดซึ่งจะต้องผ่านเส้นเชื่อมระหว่างเมืองต่างๆ อย่างน้อย 1 ครั้ง สามารถแก้ปัญหานี้โดยวิธี Polynomially-Bounded Algorithms
3) The M-Travelling Saleman Problem (TSP-M) เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนามาจากปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน เป็นปัญหา

การเดินรถของพนักงานขาย M คน ซึ่งจะเหมาะกับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงมากกว่า

4) The Single Depot, Multiple Vehicle, Node Routing Problem (Classical Vehicle Problem, VRP) เป็นรูปแบบปัญหาที่กล่าวถึงชุดเส้นทางของยานพาหนะที่ใช้ขนส่งจากคลังสินค้า 1 แห่งไปยังจุดต่างๆ ที่มีความต้องการที่แน่นอน (Deterministic) โดยมีระยะทางทั้งหมดสั้นที่สุด

5) The Multiple Depot, Multiple Vehicle, Node Routing Problem เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนามาจากรูปแบบปัญหาแบบที่ 4) โดยที่มีคลังสินค้าหลายแห่ง

6) The Single Depot, Multiple Vehicle, Node Routing Problem with Stochastic Demands เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนามาจากรูปแบบปัญหาแบบที่ 4) โดยที่มีคลังสินค้า 1 แห่ง แต่ความต้องการของจุดต่างๆ ไม่ทราบแน่นอน (Certainly) เช่น ความต้องการเป็นการกระจายแบบ Poison

7) The Capacitated Chinese Postman Problem เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนามาจากรูปแบบปัญหาแบบที่ 2) เป็นรูปแบบปัญหาสำหรับโครงข่ายแบบ Undirect

3.2.2 **วิธีการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถ** จากการศึกษาปัญหาทางด้านการขนส่งสินค้าของกรณีศึกษาจะมีรูปแบบปัญหาแบบที่ 1) ตามข้อ 3.2.1 คือ The Travelling Saleman Problem (TSP) ที่คลังสินค้า 1 แห่งและมีลูกค้ากระจายอยู่หลายพื้นที่ ในการแก้ปัญหาการขนส่งสินค้าแบบนี้มีเทคนิคต่างๆ ดังนี้

1) ประเภทคำตอบที่เหมาะสม (Optimal Solution) เช่น

1.1) การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) เป็นเทคนิคในการแก้ไขปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยและทรัพยากรที่มีลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นเชิงเส้นตรงทั้งสิ้น โดยมีจุดหมายเพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางกำเนิดงานที่ดีที่สุด

1.2) การโปรแกรมแบบไดนามิก (Dynamic Programming) เป็นวิธีการที่ถูกพัฒนา โดย Bellman Gonzales Zubieta (1962, อ้างอิงถึงโดย Bodin, 1983[2]) แต่ Held และ Krap (1962, อ้างอิงถึงโดย Bodin, 1983[2]) ได้กล่าวถึงวิธีการนี้ว่า ถึงแม้จะให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ แต่วิธีนี้สามารถประยุกต์ใช้แก้

ปัญหาขนาด 13 เมืองได้เท่านั้น ไม่สามารถใช้แก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านหน่วยความจำและเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

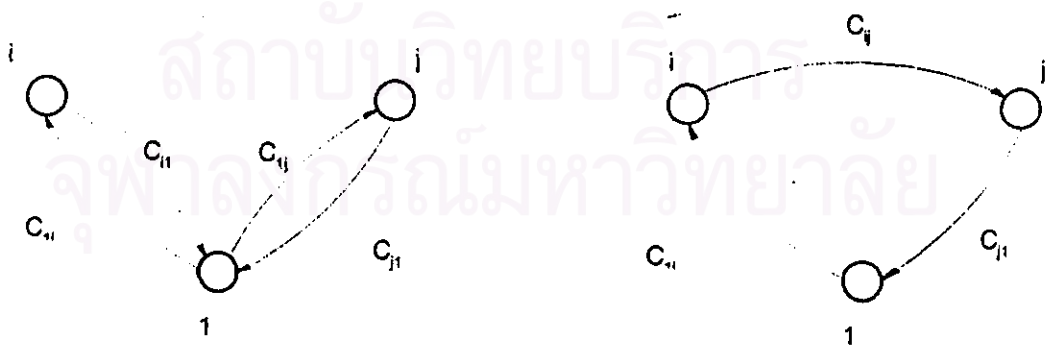
1.3) เทคนิคการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต ของตัวแปร (Branch and Bound Technique) ใช้หลักการลดค่าเมตริกซ์ ในการคำนวณหาขอบเขต และใช้เมตริกซ์ที่ถูกลดค่าในการแตกกิ่งของเส้นทางเดินจาก 1 เซตย่อยไปเป็น 2 เซตย่อย โดยวิธีการนี้สามารถรับรองได้ว่าเส้นทางเดินที่ได้เป็นเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด

2) ประเภทคำตอบที่ใกล้เคียงที่เหมาะสมที่สุด (Near Optimal Solution Heuristic) เป็นวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับจุดต่างๆ ที่มีความต้องการมากถึง 1,000 จุด(เมือง) และคำตอบที่ได้อาจจะไม่ใช่คำตอบที่ใกล้เคียงที่เหมาะสมที่สุด เช่น

2.1) The Saving Algorithm (Clarke and Wright,1964[1]) เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนมากนัก เข้าใจง่าย และสามารถใช้กับปัญหาที่มีจุดขนส่งจำนวนมากได้ เส้นทางเดินรถที่จะประหยัดที่สุดแทนที่เราจะใช้รถ 2 คันในการขนส่งไปยังจุด i และจุด j แต่ถ้าเราใช้รถ 1 คันจะสามารถประหยัดเส้นทางได้ดังนี้

$(2C_{1i} + 2C_{1j}) - (C_{1i}+C_{1j}+C_{ij}) = C_{1i}+C_{1j}-C_{ij}$

$S_{ij} = C_{1i}+C_{1j}-C_{ij}$ ถ้ามีค่ามากกว่า 0 แสดงว่ามีการประหยัด ในการลดจำนวนเส้นทาง

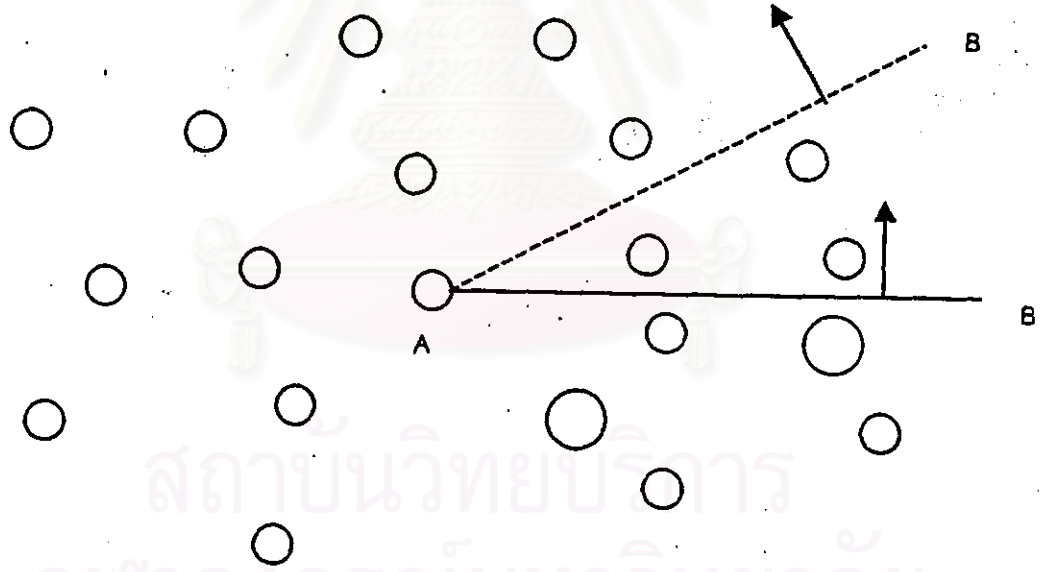


รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการของวิธีการ The Saving Algorithm
(ดัดแปลงจาก กฤษไกร มนิมนากร, 2538[3])

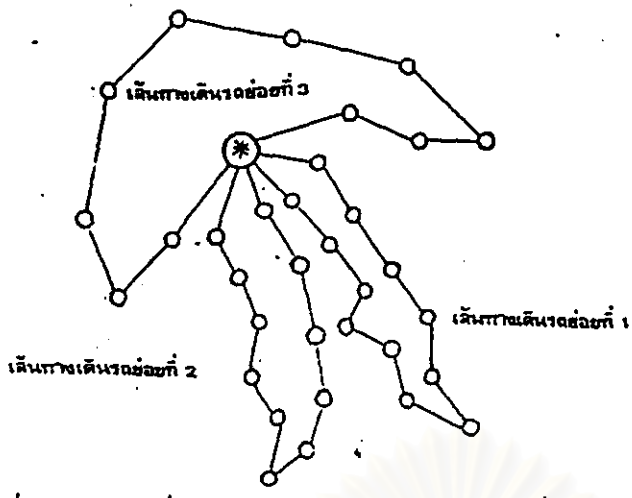
2.2) The Sweep Approach (Gillett and Miller, 1974[4])

2.2) The Sweep Approach (Gillett and Miller, 1974[4])

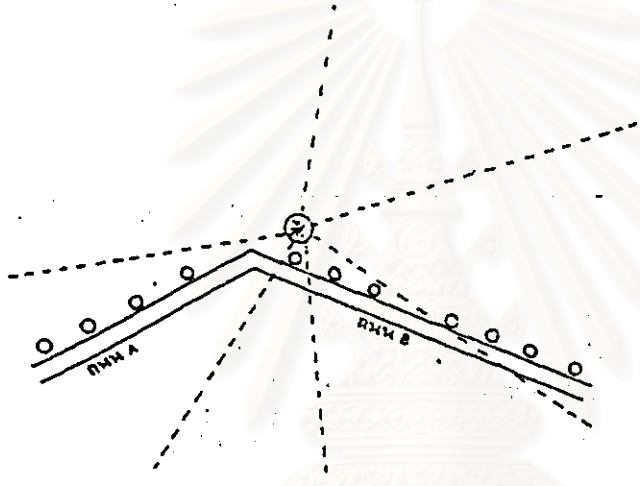
เป็นวิธีการที่เหมาะกับปัญหาที่มีจุดขนส่งมากถึง 250 จุดซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ กำหนดจุดเดินทางและบอกลำดับที่ต้องเดินทางผ่านจุดต่างๆ โดยที่ตำแหน่งที่ตั้งของจุดต่างๆเป็น Polar Coordinate และคลังสินค้าอยู่ตรงกลางเป็นจุด A เราจะเลือกจุดเริ่มต้นแบบสุ่มและกวาดแขน AB (หมุนทวนหรือตามเข็มนาฬิกา) จากคลังไปยังจุดต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของแต่ละจุด โดยข้อบกพร่องของวิธีการนี้คือในกรณีที่คลังสินค้าไม่ได้อยู่ที่จุดศูนย์กลางของพื้นที่ จะทำให้ได้เส้นทางมีขนาดไม่สมดุล แสดงให้เห็นว่าวิธีนี้ไม่สามารถจ่ายงานให้รถแต่ละคันได้อย่างสมดุล ดังรูปที่ 3.3 และวิธีการนี้ไม่ได้คำนึงถึงถนน ทำให้จุดที่ใกล้เคียงกันที่อยู่บนถนนเส้นเดียวกันอาจไม่ได้อยู่ในเส้นทางเดียวกัน ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินการของวิธี The Sweep Approach
(ดัดแปลงจาก กฤษไกร มนิมนากร, 2538[3])



รูปที่ 3.3 รูปร่างที่ไม่สมดุลของเส้นทางเดินรถย่อย
(ดัดแปลงจาก กฤษไกร มนิมนากร, 2538[3])



รูปที่ 3.4 ผลกระทบของถนนแต่ละระยะเวลาเดินทางของเส้นทางเดินรถย่อย
(ดัดแปลงจาก กฤษไกร มนิมนากร, 2538[3])

2.3) The Transformation to a Pure Travelling Saleman Problem Mode (Lin and Kernighan, 1973[5]) เป็นการแปลงรูปแบบปัญหาพนักงานขาย 1 คน ไปเป็นรูปแบบปัญหาพนักงานขาย M คน N เมือง จุดต่างๆ ที่มีความต้องการจะถูกแทนที่ด้วยพนักงานขาย M คน (N+1, N+2, N+3,..., N+M) ได้เมตริกซ์ ดังรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6 สำหรับรูปที่ 3.7 แสดงผลลัพธ์ของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย M คน ข้อบกพร่องของวิธีการนี้ คือเส้นทางเดินรถจะมีระยะทางไม่เท่ากันทำให้มีปัญหาด้านการจัดสรรงาน และในการแก้ปัญหาขนาดใหญ่คำตอบที่ได้ จะเป็นคำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบที่แท้จริง

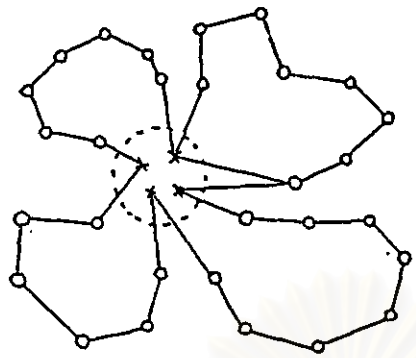
	1 ..... i ..... N			N+1
1	α	d_{1i}	d_{1N}	$d_{1\bullet}$
.	.	.	.	.
I	d_{i1}	α	d_{iN}	$d_{i\bullet}$
.	.	.	.	.
N	d_{iN}	d_{Ni}	α	$d_{N\bullet}$
N+1	$d_{\bullet 1}$	$d_{\bullet i}$	$d_{\bullet N}$	α

รูปที่ 3.5 เมตริกซ์ระยะทางเดิมของปัญหา
(ดัดแปลงจาก อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล, 2534[6])

	1 ..... i ..... N			N+1	N+M
1	α	d_{1i}	d_{1N}	$d_{1\bullet}$	$d_{1\bullet}$
.	.	.	.	.	
I	d_{i1}	α	d_{iN}	$d_{i\bullet}$	$d_{i\bullet}$
.	.	.	.	.	
N	d_{iN}	d_{Ni}	α	$d_{N\bullet}$	$d_{N\bullet}$
N+1	$d_{\bullet 1}$	$d_{\bullet i}$	$d_{\bullet N}$	α.....α	
.	.	.	.	.	
N+M	$d_{\bullet 1}$	$d_{\bullet i}$	$d_{\bullet N}$	α.....α	

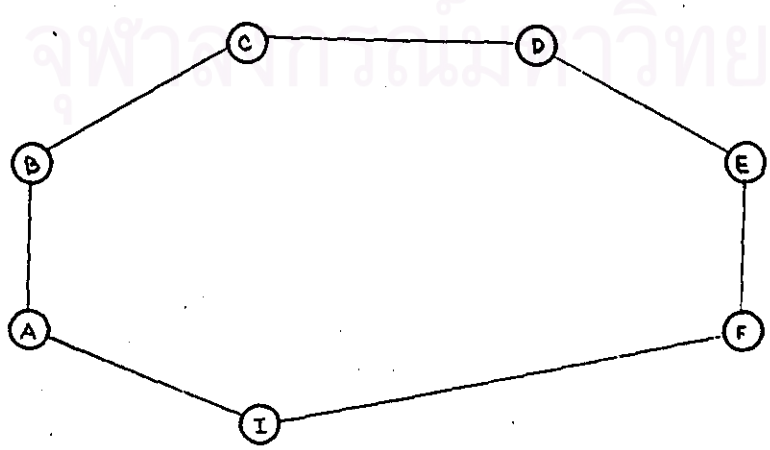
รูปที่ 3.6 เมตริกซ์ระยะทางที่เปลี่ยน
(ดัดแปลงจาก อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล, 2534[6])

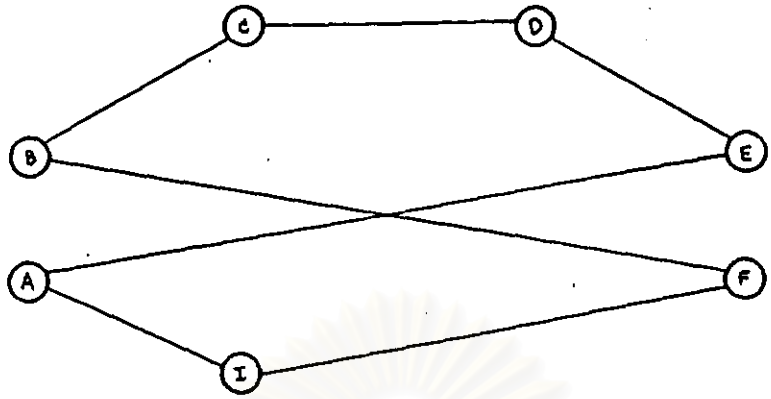
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.7 ผลลัพธ์ของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย M คน
(ดัดแปลงจาก อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล, 2534[6])

2.4) The Partitioning and Decomposition Technique (Held and Karp, 1970[7]) วิธีนี้เป็นการลดขนาดของปัญหาโดยแบ่งเป็นปัญหาเล็กๆ และปัญหาเล็กๆ เหล่านี้จะถูกแก้ๆ โดยใช้เวลาที่น้อยกว่าการแก้ปัญหาขนาดใหญ่ มีขั้นตอนเริ่มจากการสร้างทัวร์เริ่มต้น ทัวร์นี้จะถูกเลือกอย่างอิสระจากเซทของทัวร์ทั้งหมด จากนั้นจะทำการปรับปรุงทัวร์โดยเลือกใช้ K-OPT (โดยที่ K เป็นจำนวนเต็ม) ทำการลดเส้นเชื่อมในทัวร์ออก K เส้นจาก รูปที่ 3.8 แสดงการปรับปรุงทัวร์โดยเลือกใช้ 2-Opt วิธีการนี้เหมาะสำหรับใช้แก้ปัญหาของพนักงานขายขนาดใหญ่และใช้เวลาไม่มากนัก กรณีเลือกใช้ K-OPT ที่มีค่า K เป็นเลขจำนวนเต็มที่มีค่ามากๆ จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าแต่จะใช้เวลานานกว่า





รูปที่ 3.8 การปรับปรุงทัวร์ โดยใช้วิธี 2-Opt
(ดัดแปลงจาก อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล, 2534[6])

2.5) School Bus Routing Approach (Newton and Thomas, 1970[8]) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถรับส่งนักเรียนไว้ดังนี้

1) หาเส้นทางเดินรถที่ใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมที่สุด 1เส้นทาง (Single Near Optimal Route) ที่เริ่มต้นที่โรงเรียน โดยหยุดทุกๆ ป้ายรถ และกลับมาสิ้นสุดที่โรงเรียนโดยการใช้ปัญหาเส้นทางเดินของพนักงานขาย (TSP)

2) เส้นทางเดินรถในข้อที่ 1 จะถูกแบ่งเป็นเส้นทางเดินของรถแต่ละคัน โดยมีขอบเขตเป็นความจุของรถและเวลา

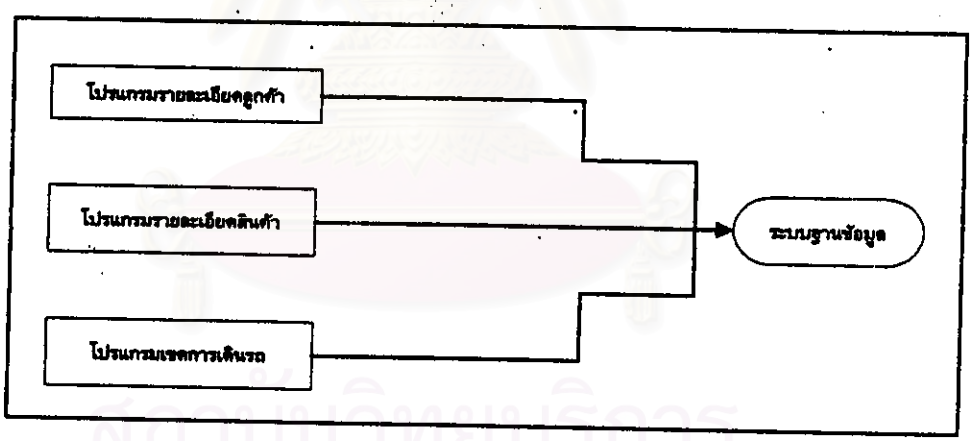
วิธีการนี้จะทำให้เกิดเซตของเส้นทางเดินรถ ซึ่งจะเริ่มต้นที่โรงเรียน จอดทุกๆ จุดตามลำดับในเส้นทางจนกว่าจะเกินความสามารถรถที่จะรับได้รถจึงจะเดินทางกลับไปโรงเรียน โดยความสามรถของรถ เราจะจัดจากความสามารถในการบรรทุกจำนวนนักเรียน และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ถ้าหากใช้เวลาเกินขอบเขตที่กำหนด จุดที่รถหยุดก่อนหน้านี้จะเป็นจุดสุดท้ายก่อนกลับโรงเรียน แต่ถ้าจำนวนนักเรียนที่ป้ายมีมากเกินกว่าที่รถจะรับได้ และกำหนดไว้ว่านักเรียนทุกคนที่ป้ายหยุดเดียวกันจะต้องขึ้นรถคันเดียวกัน จุดหยุดรถก่อน

หน้านี้จะเป็นจุดสุดท้ายก่อนกลับโรงเรียน แต่ถ้าไม่จำเป็นที่นักเรียนจะต้องขึ้นรถคันเดียวกัน รถก็จะรับนักเรียนที่ป้ายนี้เท่าที่จะรับได้แล้วจึงกลับโรงเรียน และรถคันใหม่จะเริ่มต้นจากโรงเรียนไปรับนักเรียนยังจุดต่อไปตามวิธีการที่กล่าวมาข้างต้น

3.3 ระบบฐานข้อมูล

3.3.1 ความรู้พื้นฐานและคำศัพท์

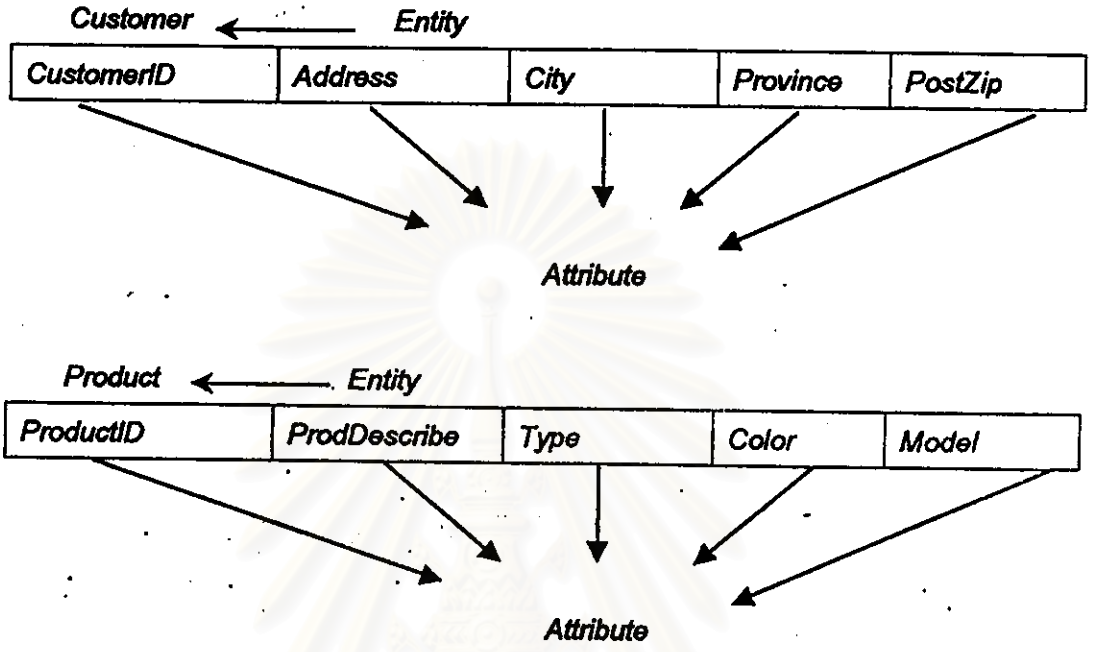
1) ระบบฐานข้อมูล หมายถึงการรวบรวมข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันและอาจอยู่ต่างที่กัน ให้เสมือนอยู่ร่วมกัน เพื่อให้สามารถรับใช้งานที่มีวัตถุประสงค์แตกต่างกันของหน่วยงานต่างๆ โดยที่ผู้ใช้ฐานข้อมูลไม่ได้รับรู้ข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูลแต่รับรู้เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานของตนเท่านั้น ผู้ใช้แต่ละคนจะรับรู้ข้อมูลที่แตกต่างกันจากฐานข้อมูลเดียวกัน ตัวอย่างดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างระบบฐานข้อมูล

3) Entity เปรียบเสมือนคำนามอันได้แก่ บุคคล สถานที่ และสิ่งของเช่น การสร้างระบบฐานข้อมูลเกี่ยวกับระบบการขายของบริษัทแห่งหนึ่ง Entity ของระบบได้แก่ พนักงานขาย ลูกค้า การสั่งซื้อและสินค้า เป็นต้น ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.10

4) Attribute คือข้อมูลที่แสดงลักษณะและคุณสมบัติของ Entity เช่น Attribute ของลูกค้า ได้แก่ รหัสลูกค้า ชื่อ ที่อยู่ ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างของ Entity และ Attribute ของฐานข้อมูล

5) ความสัมพันธ์ หมายถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Entity ดังรูปที่ 3.11 Entity Customer มีความสัมพันธ์กับ Entity เขตการเดินรถ โดยลูกค้ารายนี้อยู่ในเขตการเดินรถใด

6) ตารางข้อมูล (Relation) คือตาราง 2 มิติที่

6.1) แต่ละช่องของตารางจะบรรจุข้อมูลเพียงค่าเดียว

6.2) ชื่อหัวข้อในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน

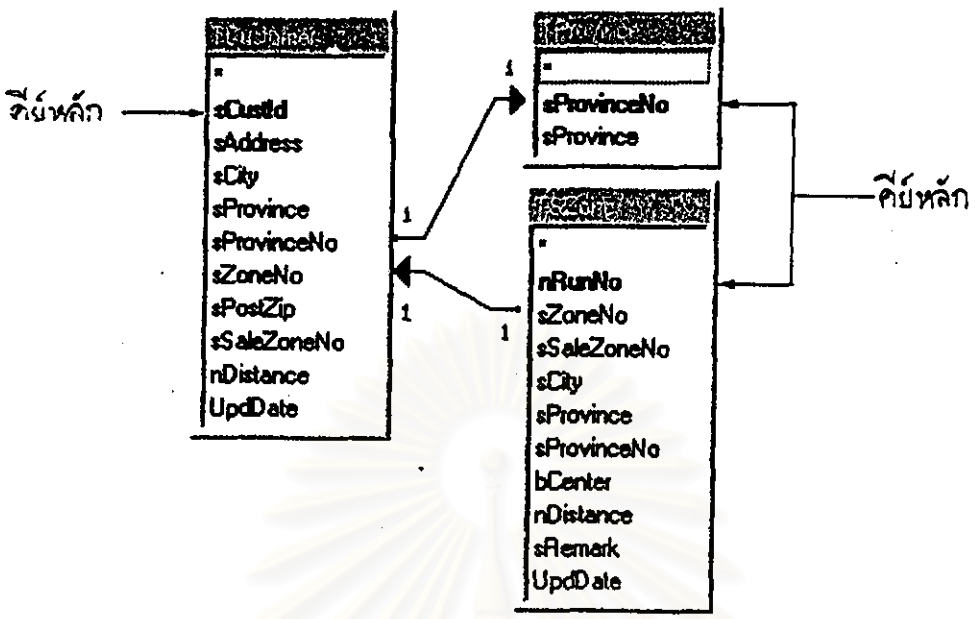
6.3) ค่าข้อมูลที่อยู่ในแต่ละคอลัมน์ ได้แก่ค่าของ attribute ที่ระบุไว้ในหัวข้อคอลัมน์นั้นๆ

6.4) การเรียงลำดับคอลัมน์ไม่ถือว่ามีความสำคัญ

6.5) ข้อมูลแต่ละแถวจะต้องแตกต่างกัน

6.6) การเรียงลำดับแถวไม่ถือว่าสำคัญ

ตัวอย่างดังรูปที่ 3.11 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของตารางข้อมูล Customer SZone (เขตการเดินรถ) และจังหวัด



รูปที่ 3.11 ความสัมพันธ์ของตารางข้อมูลEntity Customer SZone และ Province

6) คีย์หลัก (Primary Key) ประกอบด้วยค่าของ Attribute 1 ตัว หรือมากกว่า 1 ตัวก็ได้ที่สามารถใช้เป็นตัวเจาะจงบอกว่าเรากำลังอ้างอิงถึงในแต่ละแถว จากรูปที่ 3.11 คีย์หลักของ ตารางข้อมูล Customer คือ sCustomerID คีย์หลักของตารางข้อมูล Province คือ sProvinceNo และคีย์หลักของตารางข้อมูล SZone คือ RunNo

7) ฟิลด์ (field) คือหน่วยของข้อมูลที่ประกอบด้วยอักขระหลายๆ ตัว จากรูปที่ 3.11 จะเห็นว่า ข้อมูลลูกค้าประกอบด้วย รหัสลูกค้า ที่อยู่ อำเภอ จังหวัด เขตการเดินรถ เป็นต้น ซึ่งแต่ละส่วนประกอบนี้เรียกว่าฟิลด์

8) เรคอร์ด (Record) คือการนำเอาฟิลด์หลายๆ ฟิลด์มารวมกัน จากรูปที่ 3.11 จะเห็นว่า ข้อมูลลูกค้า 1 เรคคอร์ด ประกอบด้วย 10 ฟิลด์ คือ รหัสลูกค้า ที่อยู่ อำเภอ จังหวัด เขตการเดินรถ รหัสไปรษณีย์ เขตการขาย ระยะทางจากคลังสินค้า และวันที่ทำการบันทึกข้อมูล เป็นต้น

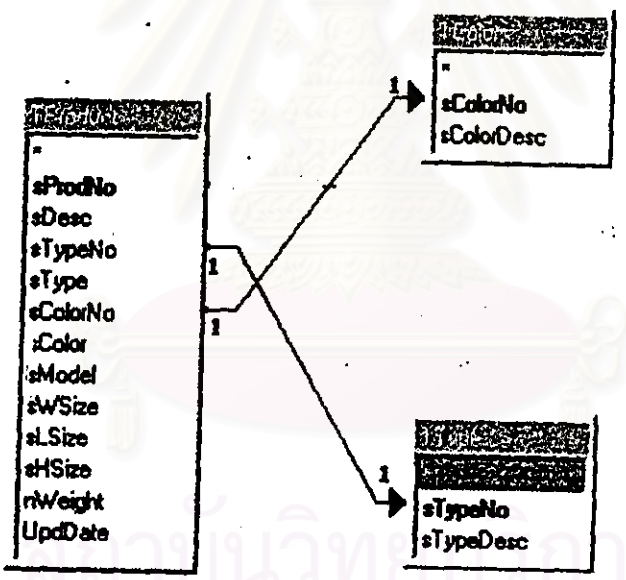
9) การนอร์มัลไลเซชั่น (Normalization) คือการจัดการโครงสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูปนอร์มัล แบ่งออกเป็น 3 ระดับดังนี้

9.1) รูปแบบนอร์มัลระดับที่ 1 คือการปรับจากรีเลชั่นที่ไม่นอร์มัล ซึ่งได้แก่ รีเลชั่นที่มีข้อมูลในบางช่องมากกว่า 1 ค่า การนอร์มัลไลซ์ให้อยู่ในรูปแบบระดับที่ 1 นั้น จะต้องมีการเพิ่ม Attribute ของคีย์เสมอ โดยสามารถกำหนดได้ว่า คีย์ตัวใหม่

จะประกอบด้วยคีย์เดิมผนวกกับ Attribute ที่ถือเป็นคีย์หลักของกลุ่มที่ซ้ำ

9.2) รูปแบบนอร์มัลระดับที่ 2 ถึงแม้ว่าได้จัดรูปแบบของรีเลชั่นให้เป็นระดับที่ 1 แล้วก็ตาม แต่ในบางครั้งก็ยังอาจมีปัญหาต่างๆ เกิดขึ้น ตัวการที่ทำให้เกิดปัญหาคือ การที่ Attribute บางตัวขึ้นอยู่กับเพียงบางส่วนของคีย์ ดังนั้นหลักการของการทำให้เป็นระดับที่ 2 คือการขจัดการขึ้นต่อกันเพียงบางส่วน

9.3) รูปแบบนอร์มัลระดับที่ 3 จะนอร์มัลระดับที่ 3 เมื่อมีปัญหา Transitive Dependency ซึ่งเกิดจากการมี Attribute ที่นอกจากขึ้นอยู่กับคีย์หลักแล้วยังขึ้นอยู่กับ Attribute อื่นที่ไม่ใช่คีย์หลักด้วย ซึ่งแก้ปัญหาด้วยการแตกรีเลชั่น ที่เป็นปัญหาให้เป็นนอร์มัลระดับที่ 3 ซึ่งไม่มี Transitive Dependency



รูปที่ 3.12 การนอร์มัลไลซ์ของรีเลชั่น Product

3.3.2 ระบบการจัดการฐานข้อมูล ประเภทของระบบการจัดการฐานข้อมูลแบ่งออกตามชนิดของโมเดล ซึ่งโมเดลทุกชนิดจะประกอบกันด้วยองค์ประกอบ 2 อย่าง คือ โครงสร้างและการใช้งานโครงสร้าง คือ โครงสร้างของฐานข้อมูล ซึ่งอาจไม่ใช่โครงสร้างที่จัดเก็บจริงๆ ก็ได้ แต่อย่างน้อยก็คือ โครงสร้างในแง่การมองของผู้ใช้ การใช้งาน คือ วิธีการที่จะให้ผู้ใช้สามารถเรียกดู และแก้ไขข้อมูลในระบบได้

1) โมเดลเชิงสัมพันธ์ คือการเก็บข้อมูลแบบเป็นตารางหรือรีเลชั่น (Relation) แต่ละ Entity ถูกจัดเก็บอยู่ในรูปของตาราง
2) โมเดลแบบเน็ตเวิร์ค ในแง่การมองจากผู้ใช้จะเป็นไปในรูปแบบของการรวบรวมเรคอร์ดต่างๆ และความสัมพันธ์ระหว่างเรคอร์ด การแสดงความสัมพันธ์เป็นไปอย่างโจ่งแจ้ง คือแสดงไว้ในโครงสร้างอย่างชัดเจน วิธีการค้นหาข้อมูลที่ต้องการ ก็โดยการใช้หัวลูกศรเป็นแนวทาง ซึ่งเราอาจจะวิ่งทวนหัวลูกศรก็ได้
3) โมเดลแบบแตกสาขา มีโครงสร้างดังเช่นต้นไม้ ที่จริงแล้วโมเดลนี้เหมือนกับโมเดลแบบเน็ตเวิร์ค แต่ต่างกันตรงที่ โมเดลแบบแตกสาขามีกฎเกณฑ์เพิ่มขึ้นมาอีก 1 ข้อคือ ในแต่ละกรอบจะมีหัวลูกศรวิ่งเข้าหาได้ไม่เกิน 1 หัว

3.3.3 หน้าที่ของระบบการจัดการฐานข้อมูล

1) ทำหน้าที่ติดต่อกับตัวจัดการระบบไฟล์ หน้าที่ในการค้นหาว่า ข้อมูลที่เราต้องการนั้นเก็บอยู่ในตำแหน่งใดในดิสก์ เป็นหน้าที่การทำงานส่วนหนึ่งของระบบดำเนินงาน
2) การควบคุมความคงสภาพ เป็นหน้าที่ที่จะต้องควบคุมค่าของข้อมูลในระบบให้อยู่ในกรอบที่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้
3) การควบคุมระบบความปลอดภัย ได้แก่ การป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้ามาเห็นหรือแก้ไขข้อมูลในส่วนที่ต้องการปกป้องเอาไว้
4) การสร้างระบบสำรองและการฟื้นสภาพ ได้แก่หน้าที่ในการจัดทำข้อมูลสำรองและเมื่อใดก็ตามที่มีปัญหาเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการขัดข้องของระบบไฟล์หรือเครื่องเกิดการเสียหาย จะต้องใช้ระบบข้อมูลสำรองในการฟื้นสภาพ ให้ระบบข้อมูลกลับเข้าสู่สภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์ได้
5) การควบคุมภาวะพร้อมกัน หน้าที่ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือการควบคุมการใช้ข้อมูลในสภาพที่มีผู้ใช้พร้อมๆ กันหลายคน

3.3.4 ส่วนประกอบของฐานข้อมูล

1) ผู้ใช้ (User Group) สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ
   1.1) ผู้ใช้ที่สามารถอ่านข้อมูลได้เพียงอย่างเดียว (Read Only)
   1.2) ผู้ใช้ที่สามารถเพิ่มเติมและลบข้อมูลบางอย่างได้ (Add/Delete)
   1.3) ผู้ใช้งานที่สามารถปรับปรุงฐานข้อมูลได้ (Modify)
2) ระบบจัดการฐานข้อมูล ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ
   2.1) Software ที่ใช้จัดการการรับข้อมูลและการให้ข้อมูล

2.2) ฐานข้อมูล เป็นส่วนที่เก็บข้อมูล

3) บรรณานุกรมข้อมูล เป็นส่วนที่กำหนดนิยามโครงสร้างของข้อมูล

4) ผู้เขียนโปรแกรมใช้งาน

5) ผู้จัดการฐานข้อมูล

3.3.5 ระดับของข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1) ระดับภายใน เป็นระดับที่ต่ำที่สุดอันได้แก่ระดับของการจัดเก็บข้อมูลจริงๆ

2) ระดับหลักการ เป็นระดับที่อยู่ถัดขึ้นมา อันได้แก่ระดับของการมอง Entity และความสัมพันธ์ระหว่าง Entity ทั้งหมดรวมทั้งกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับข้อมูลและผู้ที่มีสิทธิจะใช้

3) ระดับภายนอก เป็นระดับที่อยู่สูงที่สุดอันเป็นระดับของข้อมูลที่จะมองเห็นจากการใช้งานของผู้ใช้แต่ละคน

3.3.6 ผู้จัดการฐานข้อมูล คือผู้ที่ทำหน้าที่ควบคุมการบริหารงานของระบบฐานข้อมูลทั้งหมด ซึ่งมีหน้าที่ดังนี้

1) ตัดสินใจว่าจะรวบรวมข้อมูลใด เข้าไว้ในระบบบ้าง

2) วิเคราะห์และตัดสินใจว่าควรจะจัดเก็บข้อมูลด้วยวิธีใด และใช้เทคนิคใดในการเรียกใช้ข้อมูลประสานงานกับผู้ใช้

3) กำหนดระบบความปลอดภัย และความคงสภาพของข้อมูล

4) กำหนดแผนการในการสร้างระบบข้อมูลสำรองและฟื้นสภาพ

5) คอยสำรวจดูผลการทำงาน และตรวจสอบความต้องการของผู้ใช้

3.3.7 การวิเคราะห์ความต้องการข้อมูล เป็นพื้นฐานในการออกแบบฐานข้อมูล ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ 6 ขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดนโยบายและขอบเขตของฐานข้อมูล ขั้นตอนนี้มีเพื่อให้สอดคล้องกับธุรกิจและแผนธุรกิจ

2) กำหนดมาตรฐานวิธีการเก็บข้อมูล โดยการพิจารณาความต้องการข้อมูลของผู้ใช้ภายในขอบเขตที่กำหนด และเก็บข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลที่จะเก็บ

3) ระบุลักษณะการใช้ข้อมูลของผู้ใช้ (User View) เช่น รายงานในรูปแบบต่างๆ หรือรูปแบบของฐานข้อมูลที่ผู้ใช้มองเห็น

4) สร้างบรรณานุกรมของข้อมูล เพราะข้อมูลแต่ละชนิดที่ปรากฏใน User View จะต้องมีนิยามและการกำหนดคุณสมบัติโดยละเอียด

5) พิจารณาปริมาณและความถี่ของการใช้ข้อมูลแต่ละตัว

6) พิจารณาความต้องการพิเศษในการใช้งาน ซึ่งมีลักษณะดังนี้

6.1) ความปลอดภัย พิจารณาว่าใครมีอำนาจในการใช้งานหรือดัดแปลงข้อมูล

6.2) เอกภาพของข้อมูล มีกฎเกณฑ์ในการดัดแปลงหรือแก้ไขข้อมูลอย่างไร

6.3) เวลาตอบสนองการใช้ข้อมูล

6.4) การเก็บสำรองข้อมูล

6.5) การเก็บรักษาข้อมูลระยะยาว

6.6) การเติบโตของปริมาณข้อมูล

3.3.8 **การออกแบบฐานข้อมูล** หลักการของการออกแบบฐานข้อมูลมี 5 ขั้นตอนดังนี้

1) เปลี่ยนรูปแบบของความต้องการให้อยู่ในรูปลักษณะของรีเลชั่น

1.1) สร้างรีเลชั่นขึ้นมาสำหรับ Entity แต่ละตัว

1.2) พิจารณาว่ารีเลชั่นแต่ละตัวควรจะใช้ฟิลด์ใดเป็นคีย์หลัก

1.3) พิจารณาคุณสมบัติของ Entity แต่ละตัว

1.4) พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละ Entity

2) นอร์มัลไลซ์รีเลชั่น

3) กำหนดฟิลด์ที่จะเป็นคีย์ต่างๆ และคุณสมบัติของคีย์แต่ละตัว

4) พิจารณาข้อจำกัดและกฎเกณฑ์อื่นๆ

5) นำผลที่ได้จากการออกแบบในขั้นตอนแรกมาผนวกกัน

3.3.9 **ข้อดีของการใช้ระบบฐานข้อมูล**

1) ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ทำให้กำจัดหรือลดความขัดแย้งของข้อมูล และลดความสูญเสียของที่ที่เก็บรักษาข้อมูล

2) งานต่างๆ ที่ใช้ข้อมูลร่วมกันได้ ทำให้สามารถนำข้อมูลไปใช้กับงานใหม่ได้โดยไม่ต้องสร้างแฟ้มข้อมูลใหม่ สามารถรวมศูนย์การควบคุมได้ ทำให้ได้มาตรฐานของข้อมูล ความปลอดภัยของข้อมูล และข้อมูลเป็นหนึ่งเดียว นอกจากนี้ยังเป็นอิสระต่อการใช้ข้อมูลอีกด้วย

3.4 การสำรวจผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

G. Clarke and J.W. Wright (1964[1])

งานวิจัยนี้พิจารณาการจัดเส้นทาง (Routing) ที่มีความต้องการสินค้าหลายความต้องการ และมีรถบรรทุกที่มีหลายขนาด ส่งสินค้าออกจากคลังสินค้าเพียงแห่งเดียว งานวิจัยนี้ได้พัฒนากระบวนการ Iteration ให้สามารถเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด หรือใกล้เคียงได้อย่างทันที ผลที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้คือ ทำให้ทราบจำนวนรถบรรทุกที่ต้องใช้และปริมาณสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน

P. Yellow (1970[9])

งานวิจัยนี้เสนอการปรับปรุงการคำนวณการจัดเส้นทางด้วยวิธีการของ Saving Algorithm ด้วยการลดหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์และเวลาในการคำนวณเส้นทาง ซึ่งสามารถแก้ปัญหาที่มีลูกค้าได้มากถึง 1000 ราย บนเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM360/850 ภายใน เวลา 5 นาที

B. Golden, T. Magnanti and H. Nguyen (1977[10])

งานวิจัยนี้นำเสนอโครงสร้างของข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการทำงานจริงด้วยวิธีการของ Saving Algorithm การปรับปรุงและขยายการใช้งานของ Saving Algorithm ถูกนำมาใช้กับการแก้ปัญหาที่มีลูกค้าจำนวนตั้งแต่ 100 รายขึ้นไป ภายในเวลาไม่กี่นาที ตัวอย่างเช่น การแก้ปัญหาของลูกค้าจำนวน 600 ราย ใช้เวลาเพียง 20 วินาทีบนเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM370/168 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบวิธีการของ Saving Algorithm กับวิธีการของ Sweep และ Tyagi's Algorithm ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางแบบ Multiple-Depot โดยยกตัวอย่างของปัญหาที่มีลูกค้าจำนวน 600 ราย กับคลังสินค้าจำนวน 2 คลัง ซึ่งเป็นอิสระแก่กัน ก็สามารถแก้ปัญหาได้ภายในเวลา 55 วินาที บนเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นเดียวกัน

B. Gavish and E. Shlifer (1979[11])

งานวิจัยนี้ศึกษาและพัฒนา Algorithm สำหรับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางและวางแผนเส้นทางที่มีขอบเขตกว้างมากขึ้น โดยคลอบคลุมถึงปัญหาแบบ TSP และ School Bus โดยเสนอวิธีการของ Branch and Bound ในการแก้ปัญหา และให้ผลของการศึกษาว่าเป็นไปได้ที่ให้คำตอบที่เหมาะสม โดยไม่จำเป็นต้องใช้ Tree search นอกจากนี้ผลของการคำนวณสามารถใช้ได้กับบางปัญหาของ School Bus ที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น

L. Bodin (1983[2])

งานวิจัยนี้เสนอผลของการนำวิธีการของ Saving Algorithm ไปแก้ปัญหาการจัดเส้นทางที่มีประสิทธิภาพ การทดสอบครั้งได้ทดสอบกับปัญหาซึ่งมีลูกค้าประมาณ 300 ราย บนเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งมีหน่วยความจำ 64 kbytes และปัญหาซึ่งมีลูกค้า 900 ราย บนเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีหน่วยความจำ 128 kbytes และสามารถแก้ปัญหาได้ภายใน 9 วินาที บนเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM3033

H. Bookbinder and E. Reece (1988[12])

เป็นงานวิจัยที่กำหนด Model วางแผนการกระจายสินค้าหลายๆ ชนิด โดยใช้ Nonlinear Programming ผสมกับ Linear Programming โดยการกระจายสินค้าจากแหล่งผลิตสู่ลูกค้าโดยใช้ Two-Stages Via Depots ซึ่งต้องกำหนดจำนวนและที่ตั้งของ Depots เส้นทางขนส่งจาก Depots สู่ลูกค้าพิจารณาจาก Fleet Size และ Mix Problem ซึ่งต้องพิจารณาร่วมกับนโยบายในการเลือกใช้ชนิดและขนาดของรถขนส่งด้วย การแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้ ทำเหมือนกับวิธีการแก้ปัญหาทางด้านการจัดจำหน่ายและการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าทั่วไป แต่มีการนำเอาหลักการแบ่งแยกสินค้ามาใช้ด้วยเท่านั้น

B. Powell (1991[13])

เป็นบทความซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ แนะแนวการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน สำหรับการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการบริหารและกำหนดงาน ของบริษัทบริการด้านการขนส่งสินค้าขนาดใหญ่ เนื้อหาเริ่มจากการอธิบายปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการจัดการด้านการขนส่ง เช่นปัญหาด้านการจัดเส้นทางการขนส่งให้สั้นที่สุด หรือปัญหาทางด้านการกำหนดและจัดตารางการทำงานให้แก่พนักงานขับรถ คือต้องแจ้งให้พนักงานขับรถทราบว่าเมื่อขนส่งสินค้าของบริษัทแห่งหนึ่งเสร็จแล้ว พนักงานขับรถจะต้องไปรับสินค้าต่อที่บริษัทใด และต้องไปส่งให้แก่บริษัทใด เป็นต้น และอธิบายถึง Models และ Algorithm สำหรับการขนส่งสินค้าแบบต่างๆ ให้ทราบถึงจุดอ่อนและจุดแข็งของแต่ละวิธี และในแต่ละวิธีนั้นเหมาะที่จะใช้กับการแก้ปัญหาแบบต่างๆ อย่างไร นอกจากนี้ในบทความยังแนะนำระบบ MIDAS (Micro Dispatch and Simulation) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงให้ผู้ใช้เห็นถึงการทำงานของ Optimization Models แบบต่างๆ ในขณะทำงานเพื่อสามารถเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียแต่ละ Model

Martin Desrochers, Jacques Desrosiers, and Marius Solomom (1992[14])

เป็นงานวิจัยที่อธิบายถึงวิธีการ สำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถแบบ Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) ซึ่งเป็นปัญหาจัดเส้นทาง

เดินรถที่กำหนดช่วงการรับสินค้าอย่างเร็วและอย่างช้าที่ลูกค้าต้องการ Time Window ในงานวิจัยนี้เป็นลักษณะ Hard Time Window คือต้องส่งสินค้าในช่วงเวลาที่ลูกค้ากำหนดไว้เท่านั้น โดยการใช้ Linear Programming, Dynamic Programming และ Branch and Bound Algorithm แก้ปัญหาในแต่ละส่วน ผลจากการทดสอบชี้ให้เห็นว่าวิธีการที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้แก้ปัญหาแบบ VRPTW ที่มีลูกค้ากว่า 100 รายได้

Weintraub, Andres Epstein, Rafael Morales, Ramiro Seron, Jorge Traverso, Pier (1996[15])

งานวิจัยนี้เสนอการลดต้นทุนการดำเนินงานของการขนส่งไม้ในอุตสาหกรรมไม้ โดยต้นทุนของการขนส่งสำหรับอุตสาหกรรมประเภทนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและปริมาณที่ต้องจัดส่ง และได้เสนอการแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงวิธีการทำงานและนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย ซึ่งใช้วิธีการของการสร้างแบบจำลองเพื่อสนับสนุนการทำงานการจัดเส้นทางรายวัน และวิธีการดังกล่าวสามารถใช้งานได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว รุ่น 486 ภายในเวลาเพียง 3 นาที โดยโปรแกรมดังกล่าวนำไปทดลองใช้กับบริษัทต่างๆ ในอุตสาหกรรมประเภทนี้ถึง 8 แห่ง ในชิลี ผลของการทดลองสามารถช่วยลดต้นทุนและปรับปรุงวิธีการทำงาน นอกจากนี้ยังช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมาขึ้น

V. ReVelle (1998[16])

งานวิจัยนี้เสนอวิธีวิธีการแก้ปัญหาของแบบจำลองการขนส่งของรถบรรทุกวัตถุอันตรายและมีผลต่อสิ่งแวดล้อม โดยพยายามลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและความน่าจะเป็นที่จะเกิดอุบัติเหตุ และการคำนวณต่างๆ เป็นแบบ Linear สำหรับกรณีมีความเสี่ยงสูง ซึ่งการคำนวณใช้ลักษณะของ Polynomial Time

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย