บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา

2.1 ลักษณะการขนส่งสินค้าและลักษณะปัญหาการขนส่งสินค้า

การขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของการบรรทุกสินค้าได้ 2 ลักษณะ คือ การขนส่งสินค้าแบบเต็มคันรถ (Full Truckload or FTL Freight) เป็นการขนส่งที่ผู้ว่าจ้างจะจ้างให้รถบรรทุก บรรทุกสินค้าของตนเพียงผู้เดียว ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีสถานีในการรวบรวมสินค้า และการขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคันรถ (Less-Than-Truckload or LTL Freight) เป็นการขนส่งสินค้ามากชิ้น โดยแต่ละชิ้นมีน้ำหนักระหว่าง 100-10,000 ปอนด์ ในขณะที่รถบรรทุกสามารถบรรทุกได้ 30,000 - 50,000 ปอนด์ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของสินค้า ทำให้ต้องมีการสร้างสถานีเพื่อรวบรวมสินค้า

การขนส่งสินค้าเป็นกระบวนการในการเคลื่อนย้ายสินค้าซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องและต่อเนื่องกัน เป็นผลให้รูปแบบของปัญหาการขนส่งมีความหลากหลายและมีความสลับซับซ้อนที่ต่างกันซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ (Crainic และ Laporte ,1997)

1. ปัญหาระดับกลยุทธ์ (Strategic) เป็นการวางแผนและตัดสินใจในระดับนโยบายโดยที่เป็นไปในลักษณะการวางแผนระยะยาว

2. ปัญหาระดับยุทธวิธี (Tactical) เป็นการบริหารและวางแผนในการจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ ให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรสูงสุด

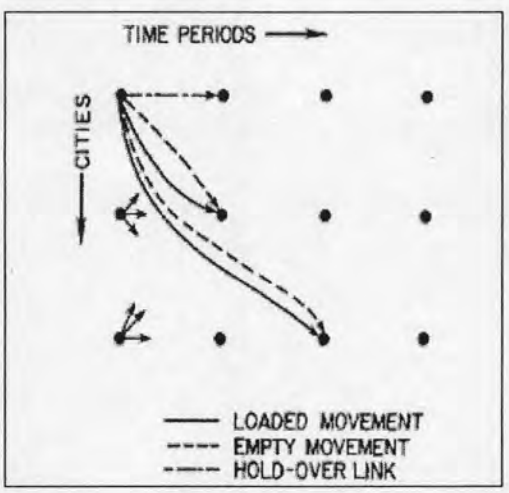
3. ปัญหาระดับปฏิบัติการ (Operational) เป็นการบริหารควบการดำเนินการในระดับวันต่อวัน

2.2 ปัญหาการจัดสรรรถบรรทุก (Vehicle Allocation Problem)

การบริหารจัดสรรรถบรรทุกเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการบริหารตำแหน่งของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาเพื่อรองรับปริมาณความต้องการเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ปัญหาสำคัญของการบริหารรถ คือ ผู้จัดสรรรถไม่ทราบปริมาณความต้องการใช้รถล่วงหน้าที่แน่นอนว่ามีความต้องการใช้รถจำนวนเท่าใดจึงจะเพียงพอต่อความต้องการขนส่งสินค้า

ปริมาณความต้องการใช้รถที่ไม่สมดุลกันระหว่างพื้นที่บริการ ก็เป็นปัญหาที่สำคัญอีกประการที่ก่อให้เกิดความยุ่งยากในการบริหารจัดสรรรถ เช่น ในกรณีที่มีความต้องการบรรทุกสินค้าจากพื้นที่บริการ i ส่งไปยังพื้นที่บริการ j ผู้จัดสรรรถทำการส่งรถที่บรรทุกสินค้าส่งไปยังพื้นที่บริการ j แต่ในทางกลับกันพื้นที่บริการ j ไม่มีความต้องการบรรทุกสินค้าส่งไปยังพื้นที่บริการ i ทำให้ในการจัดสรรรถต้องตัดสินใจว่าจะทำการส่งรถเปล่ากลับมายังพื้นที่บริการ i หรือจะจัดส่งรถไปยังพื้นที่บริการ i ก็ต่อเมื่อมีปริมาณความต้องการ จากลักษณะดังกล่าวอาจก่อให้เกิดปัญหาปริมาณรถในพื้นที่บริการ i ไม่เพียงพอต่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ดังนั้นทางเลือกในการตัดสินใจในการบริหารจัดสรรรถแสดงดังรูปที่ 2.1 ประกอบด้วย 3 ทางเลือก ดังนี้

1. ต้องส่งรถเปล่าจากพื้นที่บริการ i ไปยังพื้นที่บริการอื่น ๆ จำนวนเท่าไร
2. ต้องเก็บรถรถบรรทุกไว้ที่พื้นที่บริการ i เพื่อเก็บไว้สำหรับวันต่อไปจำนวนเท่าไร
3. ต้องส่งรถที่บรรทุกสินค้าจากพื้นที่บริการ i ไปยังพื้นที่บริการอื่น ๆ จำนวนเท่าไร



รูปที่ 2.1 ลักษณะทางเลือกในการจัดสรรรถบรรทุก

ในการจัดสรรรถจำเป็นต้องเปรียบเทียบระหว่างข้อได้เปรียบและเสียเปรียบของทางเลือกทั้ง 3 ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ไม่เพียงเฉพาะในช่วงเวลาที่จัดส่งเท่านั้น แต่ต้องพิจารณาถึงประโยชน์ที่สูงสุดตลอดช่วงเวลาวางแผน เพราะการตัดสินใจในวันนี้ มีผลต่อการตัดสินใจในช่วงเวลาวางแผนในวันต่อไปด้วย

การจัดบริหารจัดสรรรถบรรทุกนั้นมีแบบจำลองอยู่หลายรูปแบบ Powell (1988) ได้สรุปแบบจำลองต่าง ๆ ซึ่งจะได้นำเสนอในส่วนต่อไปประกอบไปด้วย

1. Deterministic model
2. Stochastic Network
3. Stochastic programming

2.3 แบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุกแบบ Deterministic

แบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุกแบบ Deterministic เป็นแบบจำลองที่มีบทบาทสำคัญมากในอดีต เนื่องจากแบบจำลอง Deterministic มีสมมุติฐานที่ไม่ซับซ้อนมากนักทำให้มักถูกใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนระดับกลยุทธ์ ซึ่งกำหนดให้ปริมาณความต้องการรถบรรทุกสินค้าสามารถทราบได้อย่างแน่นอน

กำหนดให้ R = {1, 2 ,...,R} เป็นเซตของพื้นที่บริการแบบจำลอง Deterministic เป็นดังนี้

$x_{i,j}(t)$ = จำนวนรถบรรทุกสินค้าจากพื้นที่บริการ i ไปพื้นที่บริการ j โดยออกจากพื้นที่บริการ i ในช่วงเวลา t

$y_{i,j}(t)$ = จำนวนรถบรรทุกเปล่าจากพื้นที่บริการ i ไปพื้นที่บริการ j โดยออกจากพื้นที่บริการ i ในช่วงเวลา t

t_{ij} = เวลาที่ใช้เดินทางระหว่างพื้นที่บริการ i ไปพื้นที่บริการ j

(เพื่อให้ง่ายในการกำหนดให้เวลาที่ใช้ ในการเดินทางของรถบรรทุกสินค้าและรถบรรทุกเปล่าเท่ากัน)

r_{ij} = ค่าเฉลี่ยกำไรในการเดินรถ (รายได้ลบต้นทุนดำเนินการโดยตรง) จากพื้นที่บริการ i ไปพื้นที่บริการ j

$F_{ij}(t)$ = ตัวแปรสุ่มของจำนวนความต้องการรถบรรทุกสินค้าที่เกิดขึ้นในพื้นที่บริการ i ไปยังพื้นที่บริการ j ในช่วงเวลา t

$f_{ij}(t)$ = ค่าคาดหมายของจำนวนความต้องการรถบรรทุกสินค้าจากพื้นที่บริการ i ไปยังพื้นที่บริการ j ในช่วงเวลา t

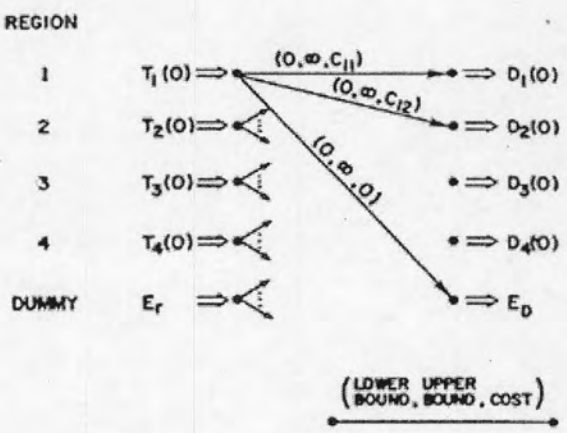
= $E[F_{ij}(t)]$

$L_{ij}(t)$ = จำนวนความต้องการรถบรรทุกสินค้าจากพื้นที่บริการ i ไปพื้นที่บริการ j ที่เวลา t

$T_i(t)$ = จำนวนรถบรรทุกที่พร้อมบรรทุกสินค้าในพื้นที่บริการ i ในช่วงเวลา t

P = คาบเวลาของแผนงาน

การบริหารจัดสรรรถบรรทุกตามแบบจำลอง Deterministic เป็นปัญหาการขนส่งที่ทราบข้อมูลในการขนส่งสินค้าครบถ้วนทั้งในส่วนจุดต้นทางและปลายทาง จำนวนและราคาแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การจัดสรรรถบรรทุกแบบ Deterministic

$D_i(t)$ = จำนวนความต้องการรถบรรทุกไปจากพื้นที่บริการ i ในเวลา t

$$= \sum_{j \in k} L_{ij}(t) \quad (1)$$

E_r = จำนวนรถบรรทุกสินค้าที่น้อยกว่าความต้องการ

$$= \max \left\{ \sum_{j \in k} [D_i(1) - T_i(1)], 0 \right\} \quad (2)$$

E_D = จำนวนรถบรรทุกสินค้าที่มากกว่าความต้องการ

$$= \max \left\{ \sum_{j \in k} [\, T_i(1) - D_i(1) \,], 0 \right\} \quad (3)$$

แบบจำลองดังกล่าวยังไม่สามารถทำการวางแผนได้ในอนาคต รถที่ถูกส่งไปยัง Dummy demand node ก็คือรถที่เก็บไว้ในพื้นที่บริการเพื่อใช้ในช่วงเวลาต่อไป

2.4 แบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุกแบบ Stochastic Network

แบบจำลอง Stochastic Network เป็นแบบจำลองที่มีการพิจาณาถึงความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการของรถบรรทุกสินค้ามาพิจารณาในการออกแบบ โดยพิจารณาปริมาณความต้องการรถบรรทุกสินค้าและจำนวนรถบรรทุกวิ่งเปล่าในรูปแบบของการกระจายตัวของความน่าจะเป็นที่ทราบค่าเฉลี่ยในอดีต โดยที่แบบจำลองการบริหารจัดสรรรถบรรทุกแบบ Stochastic Network มีรูปแบบดังนี้

$z_{ij}(t)$ = ปริมาณรถบรรทุกที่วิ่งทั้งหมดจากพื้นที่บริการ i ไปพื้นที่บริการ j ในช่วงเวลา t

$X_{ij}(t)$ = ตัวแปรสุ่มของปริมาณรถบรรทุกสินค้าที่วิ่งระหว่างพื้นที่บริการ i ไปยังพื้นที่บริการ j ในช่วงเวลา t

$Y_{ij}(t)$ = ตัวแปรสุ่มของปริมาณรถบรรทุกเปล่าที่วิ่งระหว่างพื้นที่บริการ i ไปยังพื้นที่บริการ j ในช่วงเวลา t

$T_i(t)$ = จำนวนรถบรรทุกที่พร้อมบรรทุกสินค้าในพื้นที่บริการ i ในช่วงเวลา t

จาก $z_{ij}(t)$, $X_{ij}(t)$ และ $Y_{ij}(t)$ ได้ว่า

$$X_{ij}(t) = \min [z_{ij}(t), F_{ij}(t)] \quad (4)$$

และ $$Y_{ij}(t) = z_{ij}(t) - X_{ij}(t) \quad (5)$$

เมื่อ $F_{ij}(t)$ คือตัวแปรสุ่มของปริมาณความต้องการรถบรรทุกสินค้าจากพื้นที่บริการ i ไปยังพื้นที่บริการ j ในเวลา t โดยสมมุติให้ทราบการกระจายความน่าจะเป็นของ $F_{ij}(t)$ เป็นผลให้สามารถทำการจัดสรรรถบรรทุกให้เกิดกำไรสูงสุดตลอดช่วงเวลาการวางแผนโดย

$$\max_{\{z\}} \sum_{t=0}^{P} \sum_{i \in R} \sum_{j \in R} [\, r_{ij} E[X_{ij}(t)] - c_{ij} E[Y_{ij}(t)] \,] \quad (6)$$

จากความคงที่ของจำนวนรถบรรทุกที่วิ่งทั้งหมด {z} ซึ่งค่า $E[X_{ij}(t)]$ และค่า $E[Y_{ij}(t)]$ ที่ได้จากการจำกัดความข้างต้น เป็นผลให้สมการที่ 6 สามารถเขียนสมการกำไรจากการวิ่งรถบรรทุก $g_{ijt}(z_{ij}(t))$ ของทุก ๆ ลิงค์ได้ดังนี้

$$g_{ijt}(z_{ij}(t)) = E [\, r_{ij} X_{ij}(t) - c_{ij} Y_{ij}(t) \,] \quad (7)$$

ดังนั้นสมการวัตถุประสงค์สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\max_{\{z\}} \sum_{t=0}^{P} \sum_{i \in R} \sum_{j \in R} g_{ijt}(z_{ijt}(t)) \quad (8)$$

จากข้อจำกัดของปริมาณรถบรรทุกที่วิ่งทั้งหมดที่ปริมาณคงที่ และปริมาณการวิ่งของรถบรรทุกต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ยังผลให้ สมการที่ (8) เป็นปัญหาในรูปแบบ Concave, Separable Nonlinear Network ซึ่ง Powell (1986) ได้ใช้วิธีการ Frank-Wolfe

Algorithm ซึ่งเป็นลำดับของกระบวนการที่ทำการเปลี่ยนรูปของปัญหาให้อยู่ในรูปของปัญหาแบบเชิงเส้นเพื่อแก้สมการดังกล่าว

โดยกำหนดให้

$S_i(t)$ = จำนวนรถที่มีอยู่ในพื้นที่บริการ i ในเวลา t

$\theta_{ij}(t)$ = สัดส่วนของรถที่มีอยู่ในพื้นที่บริการ i ในเวลา t ที่ส่งไปยังพื้นที่บริการ j

ดังนั้น

$$z_{ij}(t) = \theta_{ij}(t)\, S_i(t) \qquad (9)$$

จากเงื่อนไขของจำนวนรถบรรทุกที่วิ่งทั้งหมดที่คงที่จะได้ว่า

$$S_i(t) = T_i(0) \qquad (10)$$

$$S_i(t) = \sum_{k \in R} \theta_{ij}(t-1)\, S_k(t-1) \qquad (11)$$

$$\sum_{j \in R} \theta_{ij}(t) = 1 \qquad (12)$$

$$\theta_{ij}(t) \geq 0 \qquad (13)$$

ดังนั้นตัวแปรตัดสินใจคือ สัดส่วนของการจัดสรรรถบรรทุก $\{\theta\}$ และจากการรวมสมการที่ (10) และ (11) ทำให้จำนวนรถที่มีอยู่ในแต่ละพื้นที่บริการอยู่ในรูป $S_i(t, \theta)$ เมื่อเวคเตอร์ θ แสดงถึงสัดส่วนของรถบรรทุกที่พื้นที่บริการ i ในเวลา t ซึ่งขึ้นอยู่กับการตัดสินใจในสัดส่วนของรถบรรทุกในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ ดังนั้นสมการวัตถุประสงค์จึงสามารถเขียนได้ดังนี้

$$\max_{\{\theta\}} G(0) = \sum_{t=0}^{P} \sum_{i \in R} \sum_{j \in R} g_{ij}(\theta_{ij}(t)\, S_i(t, \theta)) \qquad (14)$$

จากสมการที่ (12) และ (13) ทำให้สมการที่ (14) อยู่ในรูป Concave, Non-Separable Function ซึ่งสามารถหาอนุพันธ์ของสมการที่ 14 ได้ดังนี้

$$\frac{\partial G}{\partial \theta_{ij}(t)} = \frac{\partial g_{ij}(\theta_{ij}(t)\, S_i(t,\theta))}{\partial \theta_{ij}(t)} + \frac{\partial G}{\partial S_j(t+1)} \text{ x } \frac{\partial S_j(t+1)}{\partial \theta_{ij}(t)} \qquad (15)$$

และ

$$\frac{\partial G}{\partial S_{ij}(t)} = \sum_{j \in R} \frac{\partial g_{ij}(\theta_{ij}(t)\, S_i(t,\theta))}{\partial S_{ij}(t)} + \frac{\partial G}{\partial S_j(t+1)} \text{ x } \frac{\partial S_j(t+1)}{\partial S_{ij}(t)} \qquad (16)$$

การหาค่า θ ที่ดีที่สุด ทำได้โดยการคำนวณสมการที่ 15 และ 16 ย้อนกลับโดยใช้ Frank-Wolfe Algorithm ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองนี้คือ สัดส่วนของรถบรรทุกสินค้า รถวิ่งเปล่า และรถที่เก็บไว้ในแต่ละพื้นที่บริการของแต่ละช่วงเวลาการวางแผน อย่างไรก็ตาม แบบจำลองนี้ก็มีข้อจำกัดในการใช้งาน ดังนี้

1. ความต้องการรถบรรทุกสินค้าที่แน่นอน (Deterministic Load) จะไม่มีความแตกต่างกับความต้องการรถบรรทุกสินค้าจากการประมาณ แบบจำลองนี้จะแนะนำให้จัดส่งรถตามที่ประมาณไว้ แต่ไม่ได้จัดส่งตามความต้องการที่แน่นอน

2. เมื่อคาบเวลาของแผนมีความยาวขึ้น จะทำให้เกิดทางเลือกจำนวนมากทำให้มีปัญหากับการคำนวณ

3. ผลลัพธ์ของแบบจำลองเป็นสัดส่วนไม่ได้เป็นจำนวนเต็ม ดังนั้นการปัดให้เป็นจำนวนเต็มอาจทำให้เกิดความคาดเคลื่อน

2.5 ทฤษฎีการจัดสรรรถบรรทุกแบบ Stochastic Programming

การจัดสรรรถบรรทุกแบบพลวัตโดยใช้แบบจำลอง Stochastic Programming ซึ่งเป็นการนำเอากระบวนการตัดสินใจแบบมาร์คอฟ (Makov Decision Process) มาช่วยในการจัดสรรรถบรรทุก ซึ่งจะทำการแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ส่วน คือ

- แบบจำลอง Stochastic Programming
- การจัดสรรรถบรรทุก 2 สถานะ ซึ่งเป็นหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในโครงข่ายจริง
- การจัดสรรรถบรรทุกหลายสถานะ ซึ่งเป็นการประมาณค่าโครงข่ายในหลายสถานะที่ใช้วิธีการหาผลลัพธ์ที่ดีสุดเช่นเดียวกับโครงข่ายจริง

2.5.1 แบบจำลอง Stochastic Programming

เมื่อกำหนดให้ x(t) และ y(t) เป็นเวคเตอร์ของรถบรรทุกสินค้าและรถบรรทุกเปล่าในช่วงเวลา t ที่มีสัมประสิทธิ์ r และ c และกำหนด F(t) เป็นเวคเตอร์สุ่มของความต้องการรถบรรทุกสินค้าระหว่างพื้นที่บริการ $U_{ij}(t)$ เป็นค่าคาดหวังของรถที่บรรทุกสินค้าทั้งหมดในช่วงเวลา t และ L(t) เป็นเวคเตอร์ของความต้องการรถบรรทุกที่แน่นอนระหว่างพื้นที่บริการ ดังนั้น $L(t) = 0, t \geq 0$ ซึ่งหมายความว่าความต้องการที่ทราบแน่นอนเป็นความต้องการในช่วงเวลาแรกเท่านั้น สำหรับความต้องการในวันถัดไปจะไม่สามารถทราบในวันที่ทำการจัดส่ง ปัญหาการจัดสรรรถบรรทุกแสดงดังนี้

$$\max\ r^T x(0) - c^T y(0) + Q(\bar{x}, \bar{y}) \qquad (17)$$

$$\sum_{j \in R} \left[x_{ij}(0) + y_{ij}(0) \right] = T_i(0) \qquad (18a)$$

$$\sum_{j \in R} \left[x_{ji}(t-1) + y_{ji}(t-1) \right] = \sum_{k \in R} \left[x_{ij}(t) + y_{ij}(t) \right] \quad t = 1,2,\ldots, \qquad (18b)$$

$$x_{ij}(t) \leq U_{ij}(t) \qquad (18c)$$

$$x_{ij}(t), y_{ij}(t) \geq 0 \qquad (18d)$$

กำหนด $Q(\bar{x}, \bar{y})$ เป็นค่าคาดหวังรวมของกำไรในช่วงเวลา t = 1,...,P ซึ่งได้จากการตัดสินใจในช่วงเวลาเริ่มต้น $Q(\bar{x}, \bar{y})$ จะขึ้นอยู่กับ F = { F(1),F(2),...,F(P) } ซึ่งเป็นเวคเตอร์สุ่มของความต้องการรถบรรทุกสินค้าในอนาคต ดังนั้นให้ $Q(\bar{x}, \bar{y} | F)$ จึงเป็นค่าคาดหวังของกำไรที่ขึ้นอยู่กับค่า F โดยสามารถเขียนได้ดังนี้

$$Q(\bar{x}, \bar{y} | F) = \max \sum_{t=1}^{P} \left[r^T x(t) - c^T y(t) \right] \qquad (19)$$

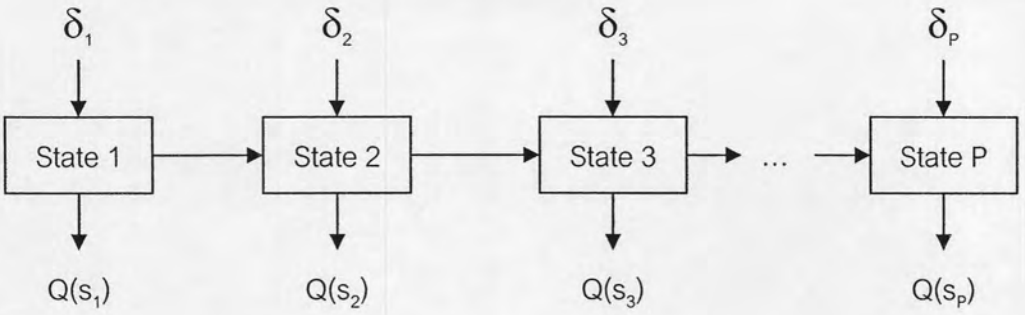
จากข้อจำกัดในสมการที่ 18(b) 18(c) และ 18(d) เมื่อ $U_{ij}(t) = F_{ij}(t)$ จะได้ค่าคาดหมายดังนี้

$$Q(\bar{x}, \bar{y}) = E_F \left\{ Q(\bar{x}, \bar{y} | F) \right\} \qquad (20)$$

2.5.2 การจัดสรรรถบรรทุก 2 สถานะ

สำหรับการจัดสรรรถบรรทุก n สถานะจำต้องเริ่มทำความเข้าใจกับการจัดสรรรถบรรทุก 2 สถานะ ซึ่งประกอบด้วยสถานะแรกในการวางแผน และสถานะถัดไปเสียก่อน การจัดสรรรถบรรทุก 2 สถานะจะเป็นการแสดงวิธีการใช้สมการที่ (17) ถึง (20) ที่มีค่า P เท่ากับ 1

เริ่มต้นจากการหาค่า $Q(\bar{x}, \bar{y})$ ซึ่งคำตอบในสมการที่ 20 ได้จากการใช้กระบวนการตัดสินใจแบบมาร์คอฟในการแก้ปัญหา โดยแบ่งการวางแผนออกเป็นช่วงเวลาโดยในแต่ละช่วงเวลาเรียกแทนเป็นสถานะ (State) ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรสถานะ ในที่นี้คือจำนวนรถบรรทุกที่แต่ละพื้นที่บริการมีอยู่ การตัดสินใจในแต่ละสถานะจะมีผลต่อตัวแปรในสถานะถัดไปด้วย เช่น เมื่อตัดสินใจส่งรถบรรทุกจากพื้นที่บริการ 1 ไปยังพื้นที่บริการ 2 ทำให้รถบรรทุกในพื้นที่บริการ 1 เปลี่ยนสถานะไป ซึ่งกระบวนการตัดสินใจสามารถแสดงดังรูปที่ 2.3 โดยผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้จากการกำหนดให้ผลรวมของผลตอบแทนจากการตัดสินใจในแต่ละสถานะมีค่าสูงสุด



รูปที่ 2.3 แสดงกระบวนการตัดสินใจแบบมาร์คอฟ

กำหนดให้

A_{ij} = การตัดสินใจส่งรถบรรทุกสินค้าจากพื้นที่บริการ i ไปพื้นที่บริการ j

E_{ij} = การตัดสินใจส่งรถบรรทุกเปล่าจากพื้นที่บริการ i ไปพื้นที่บริการ j

สำหรับรถบรรทุกในพื้นที่บริการ i นโยบายที่ดีที่สุดคือ

$$\delta_i(1) = [A_{ij}, E_{ij}, j \in =1,.., R]$$

จากโครงสร้างอย่างง่ายของสถานะที่ 2 เราต้องการหาค่า $Q(\bar{x}, \bar{y})$ ให้

s_i = รถบรรทุกที่มีอยู่ในพื้นที่บริการ i ในตอนเริ่มต้นของสถานะที่ 2

$$= \sum_{k \in R} [x_{ki}(0) + y_{ki}(0)]$$

$Q_i(s_i)$ = ค่าคาดหวังของกำไรในการเดินรถบรรทุกจากพื้นที่บริการ i ที่มีรถบรรทุกอยู่จำนวน s_i

ดังนั้น

$$Q(\bar{x}, \bar{y}) = \sum_{i \in R} Q_i(s_i) \qquad (21)$$

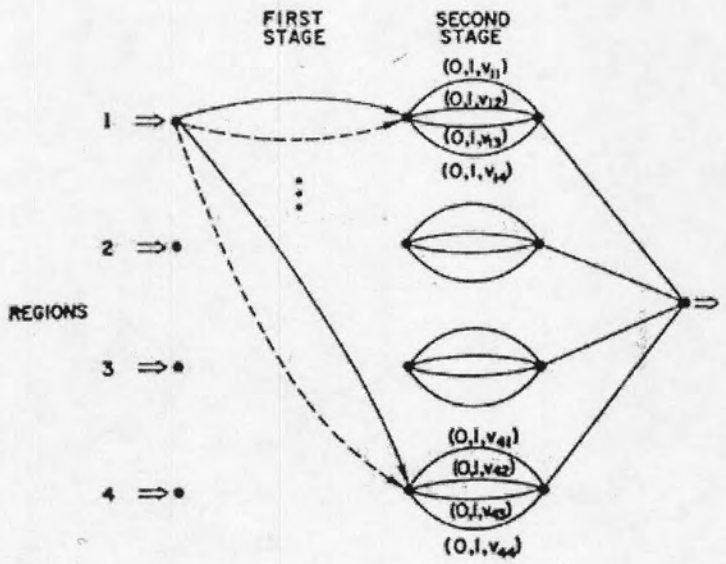
เราสามารถหาค่า $Q_i(s_i)$ เราจะต้องพิจารณาถึง $d_{ikn}(\delta_i(t))$ ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นที่รถคันที่ k ในพื้นที่บริการ i จะถูกจัดไปในทางเลือกที่ n และให้ $\gamma_{in}(\delta_i(t))$ เป็นผลตอบแทนที่ได้รับจากแต่ละทางเลือก ถ้าให้

$v_{in}(\delta_i(t))$ = มูลค่าของรถบรรทุกคันที่ k ในพื้นที่บริการ i ภายใต้นโยบาย $\delta_i(t)$

$$v_{ik}(\delta_i(t)) = \sum_{n=1}^{2R} d_{ikn}(\delta_i(t))\ \gamma_{in}(\delta_i(t)) \qquad (22)$$

$$Q_i(s_i) = \sum_{k=1}^{s_i} v_{ik}(\delta_i(t)) \qquad (23)$$

การจัดสรรรถบรรทุก 2 สถานะนั้นจะมีโครงข่ายที่ประกอบด้วย Deterministic Link ซึ่งทราบความต้องการที่แน่นอน และ Stochastic Link ที่เป็นตัวแทนของมูลค่าของรถบรรทุกในพื้นที่บริการนั้น ๆ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงโครงข่ายจริงที่ใช้ในการพิจารณาของการจัดสรรรถ 2 สถานะ

2.5.3 การประมาณค่าการจัดสรรรถสำหรับหลายสถานะ

แนวความคิดในการจัดสรรรถหลายสถานะได้พัฒนาต่อจากการจัดสรรรถ 2 สถานะ โดย Powell (1987) และได้นำไปประยุกต์ใช้กับ North Amarican Van Line โดยเป็นการนำเอาโครงข่ายพลวัต กระบวนการตัดสินใจมาร์คอฟ และ Stochastic Programming ไปพร้อมกัน สำหรับการจัดสรรรถ 2 สถานะจะมีตัวแปรตัดสินใจ 2 อย่างด้วยกัน คือ นโยบายในสถานะที่ 2 และค่า x(0),y(0) ในสถานะแรก สำหรับในหลายสถานะนั้นจะมีตัวบ่งบอกสถานะ S(t) = $\{S_1(t), S_2(t),\ldots,S_R\}$ ดังนั้นตัวแปรตัดสินใจจะประกอบด้วย x(0),y(0) ในสถานะแรก และนโยบายในแต่ละช่วงเวลา $\{\delta(1), \delta(2),\ldots \delta(P-1)\}$ ถ้าให้ $\psi(t \mid S(t))$ เป็นค่าคาดหวังของกำไรที่ดีสุดจากเวลา t จนถึงช่วงเวลาสุดท้ายของการวางแผน จะได้

$$\psi(t \mid S(t)) = \max_{\delta(t)} \left\{ \sum_{i \in R} \sum_{k=1}^{s_i(t)} \sum_{n=1}^{2R} d_{ikn}(\delta(t))\, \gamma_{in}(\delta(t)) + E_{s(t+1)}[\psi(t+1) \mid s(t),\ \delta(t)] \right\} \quad (24)$$

ค่า S(t+1) เป็นตัวแปรสุ่ม ที่ขึ้นอยู่กับค่าของ S(t) และนโยบาย $\delta(t)$ เราสามารถประมาณค่าของ $\psi(t+1 \mid S(t+1))$ ด้วยค่าประมาณอย่างง่าย ดังนี้

$$\hat{\psi}(t+1 \mid S(t+1)) \quad = \quad \sum_{i \in R} p_i(t+1) S_i(t+1) \quad (25)$$

เมื่อ $p_i(t+1)$ เป็นมูลค่าโดยประมาณของรถบรรทุกในเขตพื้นที่ i ในเวลา t +1 จนกระทั่งสิ้นสุดคาบเวลาของแผน เมื่อใช้ค่าประมาณในสมการที่ 25 แล้วจะได้ว่า

$$E[\hat{\psi}(t+1 \mid S(t+1)) \mid S(t),\ \delta(t)] = \sum_{i \in R} p_i(t+1)\, E[S_i(t+1)] \quad (26)$$

เมื่อ

$$E[S_i(t+1) \mid S(t)] \quad = \quad \sum_{i \in R} \sum_{k=1}^{S_i(t)} \sum_{n=1}^{2R} d_{ink}(\delta(t)) \quad (27)$$

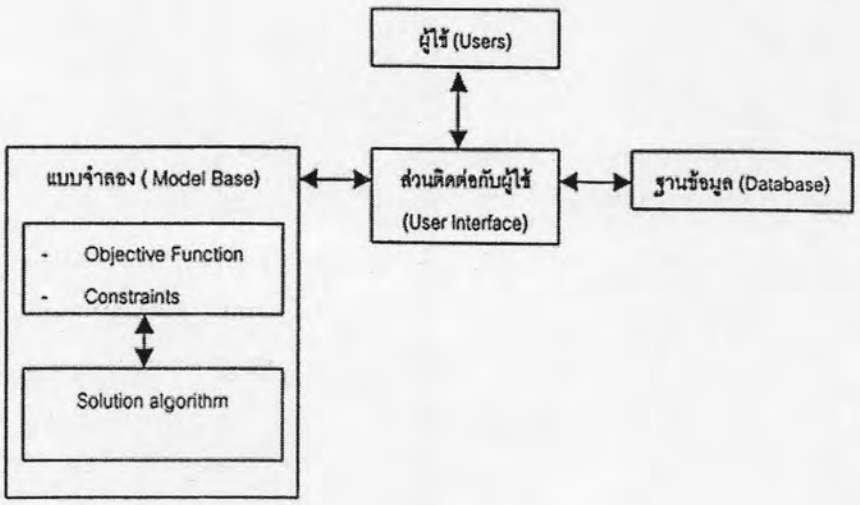
รวมสมการที่ 26 ถึง 28 จะได้ว่า

$$\psi(t\,1S(t)) = \sum_{i\in R}\sum_{k=1}^{S_i(t)}\sum_{n=1}^{2R} d_{ink}\,(\delta(t)\,[\gamma_{in}(\delta(t)) + p_{q_i(n)}(t+1)] \qquad (28)$$

2.6 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

Keen และ Morton (1978) ได้นิยามความหมายของ "ระบบสนับสนุกนากร ตัดสินใจ (Decision Support System: DSS) ว่าเป็นระบบที่เชื่อมโยงความสามารถของมนุษย์ให้ทำงานร่วมกับความสามารถของคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจ

ธเนศ ทักษิณวราจาร (2543) ได้นิยามระบบสนับสนุนการตัดสินใจว่า เป็นระบบข้อมูลที่ช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถตัดสินใจวางแผน จัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง และรวดเร็ว โดยระบบไม่ได้ทำหน้าที่ตัดสินใจแทนผู้ที่เกี่ยวข้อง แต่ผู้ที่เกี่ยวข้องจะเป็นผู้พิจารณาข้อมูลจากระบบแล้วทำการตัดสินใจ รูปที่ 2.5 แสดงระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ ได้แก่ ฐานข้อมูล (Database) แบบจำลอง (Model base) และส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) โดยระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดสรรรถ มีองค์ประกอบ ดังนี้



รูปที่ 2.5 ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ

2.7 การทบทวนผลงานที่ผ่านมา

จากศึกษาทบทวนวิธีในการจัดสรรรถบรรทุกสามารถสรุปแนวทางเพื่อใช้ประกอบการศึกษาได้ดังนี้

- Powell, W.B. (1986) นำเสนอแบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุกโดยใช้แบบจำลอง Stochastic Network เป็นแบบจำลองสำหรับรถบรรทุกที่มีลักษณะเหมือนกัน (Homogenous) มีฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ที่ต้องการกำไรสูงสุด โดยสมมุติให้ความน่าจะเป็นของความต้องการรถบรรทุกระหว่างพื้นที่บริการเป็นการกระจายตัวแบบ Erlang ที่ทราบ Parameter และใช้ Frank-Wolfe algorithm ในการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยตัวแปรตัดสินใจจะอยู่ในรูปสัดส่วนของการเดินรถบรรทุกสินค้า และรถเปล่าในแต่ละพื้นที่บริการ

- Powell, W.B. (1987) นำเสนอแบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุกโดยใช้แบบจำลอง Stochastic Programming ประกอบกับกระบวนการตัดสินใจมาร์คอฟ ซึ่งแบบจำลองนี้แบ่งปัญหาออกเป็นหลายสถานนะ โดยใช้ Stochastic Programming ในการประเมินค่าของการมีรถบรรทุกไว้ในพื้นที่บริการ และความน่าจะเป็นที่รถบรรทุกจะถูกจัดไปในทางเลือกต่าง ๆ แล้วใช้กระบวนการตัดสินใจมาร์คอฟ ในการหาจำนวนรถที่ใช้ในแต่ละทางเลือกในแต่ละพื้นที่บริการในแต่ละวัน ซึ่งได้ถูกพัฒนาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ LOADMAP ที่คำนึงถึงค่าสถิติในอดีตเพื่อทำการคาดการมูลค่าการใช้รถขนส่ง โดย LOADMAP Model ประกอบด้วย 4 ส่วนการคำนวณ คือ การคำนวณค่าผลกระทบพื้นที่ (End effect) การคำนวณมูลค่าคาดหวังทางเลือก (W_n) การคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการจัดสรรรถ และส่วนสุดท้ายซึ่งเป็นผลลัพธ์จากแบบจำลอง คือ การคำนวณมูลค่าคาดหวังของรถขนส่ง

ห้องสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Powell, W.B. ,Sheffi, Y. Nickerson, K.S. , Butterbaugh, K และ Atherton, S. (1987) แบบจำลองนี้แบ่งปัญหาออกเป็นหลายสถานะ โดยใช้ Stochastic programming ในการประเมินค่าของการมีรถบรรทุกไว้ในพื้นที่บริการ และความน่าจะเป็นที่รถบรรทุกจะถูกจัดไปในทางเลือกต่าง ๆ แล้วใช้กระบวนการตัดสินใจมาร์คอฟ ในการหาจำนวนรถที่ใช้ในแต่ละทางเลือกในแต่ละพื้นที่บริการในแต่ละวัน

- แบบจำลองที่เสนอโดย Powell, W.B. (1987) มาใช้กับ North American Van Line สร้างแบบจำลอง Load Map เพื่อใช้จัดสรรรถบรรทุก และนำมาใช้ทำให้เกิดความประหยัด เพิ่มกำไรได้ถึง 2.5 ล้านดอลล่าห์ต่อปี และเพิ่มระดับการให้บริการ

- Delome, L. และ Cranic, T.G. (1987) เสนอวิธีการบริหารการเดินรถเปล่าด้วยแบบจำลองต่าง ๆ ทำการแบ่งหมวดหมู่ของปัญหาการเดินรถเปล่า โดยแบ่งปัญหาออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับปฏิบัติการ ประกอบด้วย การบริหารตู้สินค้า การจัดสรรรถวิ่งเปล่า การจัดสรรรถบรรทุกสินค้าและรถวิ่งเปล่า และระดับนโยบาย ประกอบด้วย การออกแบบโครงข่ายการให้บริการ การประมาณความต้องการ การออกแบบระบบ Logistics

- Powell, W.B. , Cavalho, T.A. และ Simao, H.B. (1995a) นำเสนอแบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุกโดยใช้แบบจำลอง Logistics Queueing Networks นำเสนอวิธีการจัดสรรรถบรรทุกในแต่ละสถานี โดยสมมุติให้มีแถวคอยของรถบรรทุก และแถวคอยของสินค้าในสถานี แบบจำลองนี้จะบริหารการโยกรถบรรทุกให้ตอบเกิดประโยชน์ต่อทั้งสองแถวคอยให้มากที่สุด

จากการศึกษาทบทวนผลงานที่ผ่านมาพบว่าการจัดสรรรถขนส่งให้สอดคล้องกับพฤติกรรมความต้องการส่งสินค้าในสภาพความเป็นจริงที่มีความไม่แน่นอนดังนั้นแบบจำลองแบบ Stochastic จะถูกนำมาพิจารณาในการศึกษานี้ อย่างไรก็ตามเมื่อทำการพิจารณารูปแบบของปัญหาการจัดสรรรถขนส่งสินค้าพบว่าปัญหาดังกล่าวมีลักษณะแยกเป็นส่วนซึ่งมีความต่อเนื่องกัน เช่น จำนวนรถขนส่งสินค้าที่ถูกจัดสรรในวันนี้จะมีผลต่อการจัดสรรรถในวันพรุ่งนี้ ซึ่งลักษณะปัญหาที่สามารถแยกออกเป็นส่วนๆที่ต่อเนื่องกันเช่นนี้สามารถใช้กระบวนการตัดสินใจมาร์คอฟในการหาคำตอบได้ ดังนั้นในการศึกษานี้จะพิจารณาใช้แบบจำลอง LOADMAP ซึ่งเป็นแบบจำลอง Stochastic Programming ที่ใช้กระบวนการตัดสินใจมาร์คอฟ เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดสรรรถขนส่งสินค้า