การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการสำรองเกินในธุรกิจรถเช่า

นายศุภศิษฏ์ จงชีวีวัฒน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OVERBOOKING MODELS FOR CAR RENTAL BUSINESS

Mr. Suppasit Jongcheveevat

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการสำรองเงินในธุรกิจรถเช่า
โดย	นายศุภศิษฏ์ จงชีวีวัฒน์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี)

.... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.อมรศิริ วิลาสเดชานนท์)

.... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.สิรวิชญ์ สว่างนพ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ศุภศิษฏ์ จงชีวีวัฒน์ : การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการสำรองเกินในธุรกิจรถเช่า. (OVERBOOKING MODELS FOR CAR RENTAL BUSINESS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี

ธุรกิจรถเช่าเป็นธุรกิจที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง และด้วยการแข่งขันที่สูงผู้ประกอบการจึงต้องหาวิธีการให้ได้มาซึ่งส่วนแบ่งทางการตลาด โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการตัดสินใจสำหรับสินค้าที่มีอายุและมีจำนวนจำกัด หนึ่งในวิธีการที่ช่วยเหลือผู้ประกอบการคือการสำรองเกิน (overbooking) การสำรองเกินเป็นหนึ่งในวิธีการของการบริหารรายได้ (revenue management) โดยการเปิดให้จองเกินจำนวนรถเช่าที่มีเพื่อป้องกันการมีรถเช่าเหลือจากการที่ลูกค้ายกเลิกการจอง ซึ่งส่งผลให้ผู้ประกอบการสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้ไป แต่ถ้าผู้ประกอบการเปิดสำรองเกินมากเกินย่อมมีโอกาสที่ลูกค้ามาใช้บริการเกินจำนวนรถเช่าที่มี ซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนในการหารถจากบริษัทอื่นให้กับลูกค้า จำนวนการสำรองเกินหรือระดับสำรองเกิน (overbooking level) ที่ทำให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุดจึงเป็นเป้าหมายของการสำรองเกิน

งานวิจัยนี้นำเสนอตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหาจุดสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุด โดยนำแนวคิดเรื่องการปฏิเสธ (rejection) ให้เป็นตัวชี้วัดในการแบ่งต้นทุนเสียโอกาสที่เกิดจากการสำรองเกิน การปฏิเสธเกิดจากการที่ลูกค้าจองเกินระดับสำรองเกิน ทำให้ต้องปฏิเสธลูกค้าเหล่านั้นไป เมื่อถึงเวลาใช้บริการรถเช่า มีลูกค้ายกเลิกทำให้เกิดรถเช่าที่เหลือ การเสียโอกาสนี้จึงเกิดจากการปฏิเสธลูกค้าจากการตั้งระดับสำรองเกินที่ไม่เหมาะสม ตัวแบบสำรองเกินในงานวิจัยนี้มีตัวแปรสุ่มสองชนิดได้แก่จำนวนการจองของลูกค้า (booking request) และ จำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up) ทำให้ปัญหาการสำรองเกินมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้แบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการหาระดับสำรองเกินที่ให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุดและการพิสูจน์ ส่วนที่สองคือการวิเคราะห์ผลทางคอมพิวเตอร์ซึ่งประกอบไปด้วย การวิเคราะห์ความไว การประมาณค่าตัวแปรตัดสินใจ และการเปรียบเทียบผล

สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	ลายมือชื่อนิสิต	....
ปีการศึกษา	2561	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก	....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5970331421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORD: revenue management, overbooking, car rental business

Suppasit Jongcheveevat : OVERBOOKING MODELS FOR CAR RENTAL BUSINESS. Advisor: Asst. Prof. Naragain Phumchusri, Ph.D.

The car rental business has grown continuously in recent years. With the increasing competitions, the entrepreneurs have to find the ways to get more market share by improving the decision making. For perishable products with limited resources, overbooking is one of the techniques of revenue management to utilize demand by accepting bookings more than the capacity to reduce risk of losing opportunity to sell when customers cancels their bookings. However, allowing too much overbooking increases risk of having insufficient capacity when not many cancellations occur and this situation creates outsourcing costs. The objective of overbooking problem is to find the optimal overbooking level that will cause the lowest total cost.

This thesis presents optimal overbooking model that consider rejection to identify the opportunity cost. Rejection causes the left over booking requests from the improper overbooking level since if those are not rejected, there will not be left over capacity. The proposed model considers two random variables: booking request and show-up request. This thesis are divided into two parts. The first part presents the optimal overbooking model with mathematical proofs. The second part showsanalysis using computational experiments: sensitivity analysis, decision variable estimation methods and results comparison.

Field of Study: Industrial Engineering Student's Signature ....

Academic Year: 2018 Advisor's Signature ....

CHULALONGKORN UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าไม่ได้รับคำปรึกษาจากที่ปรึกษาของผม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี ที่คอยให้คำปรึกษาและคอยช่วยเหลือมาโดยตลอด อาจารย์เป็นทั้งแรงบันดาลใจในการเรียนและการใช้ชีวิต ขอบคุณอาจารย์จริงๆครับ ขอบคุณประธานและกรรมการทุกๆท่านที่แนะนำการปรับปรุง รวมทั้งปัญหาในงานวิจัยนี้ คำแนะนำต่างๆทำให้ข้อบกพร่องในงานวิจัยนี้ลดน้อยลง ขอบคุณสำหรับคำแนะนำครับขอบคุณความรู้จากอาจารย์ทุกท่านที่สอนผมมา ทำให้ผมสามารถนำมาใช้ในงานวิทยานิพนธ์ธีสิสชิ้นนี้ ขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจ และคอยสนับสนุน ช่วยเหลือกันมาโดยตลอด สุดท้ายนี้ขอบคุณคุณพ่อคุณแม่ที่เลี้ยงดูผม และคอยสั่งสอนจนเป็นผมทุกวันนี้ขอบคุณจริงๆครับ

ศุภศิษฏ์ จงชีวีวัฒน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... ง

กิตติกรรมประกาศ .... จ

สารบัญ .... ฉ

สารบัญตาราง .... ฌ

สารบัญรูป .... ญ

บทที่ 1 บทนำ 12

1.1 ที่มาและความสำคัญ 12

1.2 การบริหารรายได้ 14

1.3 ธุรกิจรถเช่า 16

1.4 การสำรองเกิน 17

1.5 วัตถุประสงค์ 20

1.6 ขอบเขตของงานวิจัย 20

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 22

1.8 ขั้นตอนการดำเนินงาน 22

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 27

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 42

3.1 ปัญหาการสำรองเกินและการปฏิเสธ 42

3.2 ตัวแปรและพารามิเตอร์ 45

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 สมมติฐาน 46
3.4 ต้นทุน47
3.4.1 ต้นทุนเสียโอกาส (opportunity cost) 48
3.4.2 ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น (outsource cost) 51
3.5 ระดับสำรองเกิน 56
3.5.1 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ 57
3.5.2 ระดับการสำรองเกินเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป 58
3.5.3 ระดับการสำรองเกินเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม 61
บทที่ 4 การวิเคราะห์ความไว 67
4.1 แนวคิดการวิเคราะห์ความไว 67
4.2 การวิเคราะห์ความไว 69
4.3 ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย (outsource cost per unit : o) 71
4.4 ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย (opportunity cost per unit : a) 72
4.4 จำนวนรถเช่าที่มี (capacity : C) 74
4.5 ผลกระทบ 76
4.6 เปรียบเทียบระดับสำรองเกินที่เหมาะสมในการกระจายที่แตกต่างกัน 76
บทที่ 5 การหาตัวแบบอย่างง่าย 79
5.1 การวิเคราะห์การถดถอย 79
5.2 ตัวแบบอย่างง่าย (naïve method) 94
5.3 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมจากแนวคิดต่างๆ 95
บทที่ 6 ผลการวิจัย 101
6.1 สรุปผลการวิจัย 101
6.1.1 ตัวแบบสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดสำหรับธุรกิจรถเช่า 101
6.1.2 ตัวแบบการถดถอยพหุคูณ 103

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1.3 ตัวแบบอย่างง่าย 104

6.2 ปัญหาและอุปสรรค 105

6.3 ข้อเสนอแนะ.. 105

บรรณานุกรม.. 2

ประวัติผู้เขียน.. 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ภาพรวมอุตสาหกรรมธุรกิจรถเช่าในประเทศไทยปี พ.ศ. 2556 – 2560 13

ตาราง 2 ตัวแปรสุ่ม พารามิเตอร์ และตัวแปรตัดสินใจ 56

ตาราง 3 การคำนวณหาต้นทุนรวม 68

ตาราง 4 ผลกระทบของพารามิเตอร์ที่มีผลต่อตัวแปรตัดสินใจ 76

ตาราง 5 การสร้างระดับสำรองเกินที่เป็นไปได้โดยใช้ 80

ตาราง 6 ต้นทุนรวมเมื่อระดับสำรองเกินเปลี่ยนแปลงเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป 82

ตาราง 7 ขอบเขตของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง 83

ตาราง 8 ชุดข้อมูลเมื่อการกระจายเป็นแบบเอกรูป 85

ตาราง 9 ต้นทุนรวมเมื่อระดับสำรองเกินเปลี่ยนแปลงเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม 89

ตาราง 10 ชุดข้อมูลเมื่อการกระจายเป็นแบบสามเหลี่ยม 90

ตาราง 11 ผลการคำนวณการถดถอยเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป 92

ตาราง 12 ผลการคำนวณการถดถอยเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม 92

ตาราง 13 ผลกระทบของพารามิเตอร์จากตัวแบบการถดถอยเมื่อมีการกระจายแบบเอกรูป 93

ตาราง 14 ผลกระทบของพารามิเตอร์จากตัวแบบการถดถอยเมื่อมีการกระจายแบบเอกรูป 94

ตาราง 15 ชุดข้อมูลจากการสุ่มพารามิเตอร์ 95

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยในปีพ.ศ. 2556 – 2560........... 13

รูปที่ 2 รายได้รวมอุตสาหกรรมธุรกิจรถเช่าในประเทศไทยปี พ.ศ. 2556-2560 14

รูปที่ 3 แนวคิดของ revenue management 15

รูปที่ 4 แผนภูมิการไหลขั้นตอนการดำเนินงาน 26

รูปที่ 5 ต้นทุนที่เกิดจากการสำรองเกิน 43

รูปที่ 6 การจองที่ไม่เกิดการปฏิเสธ (รูปซ้าย) และการจองที่เกิดการปฏิเสธ (รูปขวา)...................... 44

รูปที่ 7 ต้นทุนเสียโอกาสกรณีที่จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองมากกว่าระดับการสำรองเกิน (b > Q) และลูกค้าที่มาใช้บริการจริงน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (s < C) โดยที่จำนวนลูกค้าที่โดนปฏิเสธมีค่าน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่เหลือ (b - Q < C - s)... 49

รูปที่ 8 ต้นทุนเสียโอกาสกรณีที่จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองมากกว่าระดับการสำรองเกิน (b > Q) และลูกค้าที่มาใช้บริการจริงน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (s < C) โดยที่จำนวนลูกค้าที่โดนปฏิเสธมีค่ามากกว่าจำนวนรถเช่าที่เหลือ (b – Q > C - s).. 50

รูปที่ 9 ต้นทุนจากการที่ใช้บริการบริษัทอื่นกรณีที่จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองมากกว่าปริมาณรถเช่าที่มีแต่น้อยกว่าระดับสำรองเกิน (C < b < Q) และลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมากกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (s > C).. 52

รูปที่ 10 ต้นทุนจากการที่ใช้บริการบริษัทอื่นกรณีที่จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองมากกว่าระดับการสำรองเกิน (b > Q) และลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมากกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (s > C)............................. 53

รูปที่ 11 แผนภาพการแบ่งกรณีที่เกิดต้นทุนแต่ละชนิด... 55

รูปที่ 12 กราฟฟังก์ชัน $s \leq b$ 58

รูปที่ 13 กราฟการกระจายร่วมของ b และ s แบบเอกรูป... 58

รูปที่ 14 การกระจายแบบสามเหลี่ยม 61

รูปที่ 15 การกระจายแบบสามเหลี่ยมแบบพิเศษ กรณีฐานนิยมอยู่ที่ค่าต่ำสุด (รูปซ้าย) 62

รูปที่ 16 กราฟการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยม 62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงกับความน่าจะเป็น 64

รูปที่ 18 ต้นทุนรวมเมื่อระดับการสำรองเกินเพิ่มขึ้น 70

รูปที่ 19 ระดับการสำรองเกินเมื่อต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป 71

รูปที่ 20 ระดับการสำรองเกินเมื่อต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม 72

รูปที่ 21 ระดับการสำรองเกินเมื่อต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเมื่อมีการกระจายร่วมแบบเอกรูป 73

รูปที่ 22 ระดับการสำรองเกินเมื่อต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเมื่อมีการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยม 74

รูปที่ 23 ระดับการสำรองเกินเมื่อจำนวนรถเช่าที่มีเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป 75

รูปที่ 24 ระดับการสำรองเกินเมื่อจำนวนรถเช่าที่มีเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม 75

รูปที่ 25 ระดับการสำรองเกินเมื่อต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูปและสามเหลี่ยม 77

รูปที่ 26 ระดับการสำรองเกินเมื่อต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูปและสามเหลี่ยม 77

รูปที่ 27 ระดับการสำรองเกินเมื่อจำนวนรถเช่าที่มีเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูปและสามเหลี่ยม 78

รูปที่ 28 ขั้นตอนการสร้างชุดข้อมูล 84

รูปที่ 29 ผลที่ได้จากฟังก์ชัน Regression 87

รูปที่ 30 ผลที่ได้จากฟังก์ชัน Regression เมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม 91

รูปที่ 31 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป 96

รูปที่ 32 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม 97

รูปที่ 33 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป เพิ่มตัวแบบอย่างง่ายชนิดใหม่ 99

Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

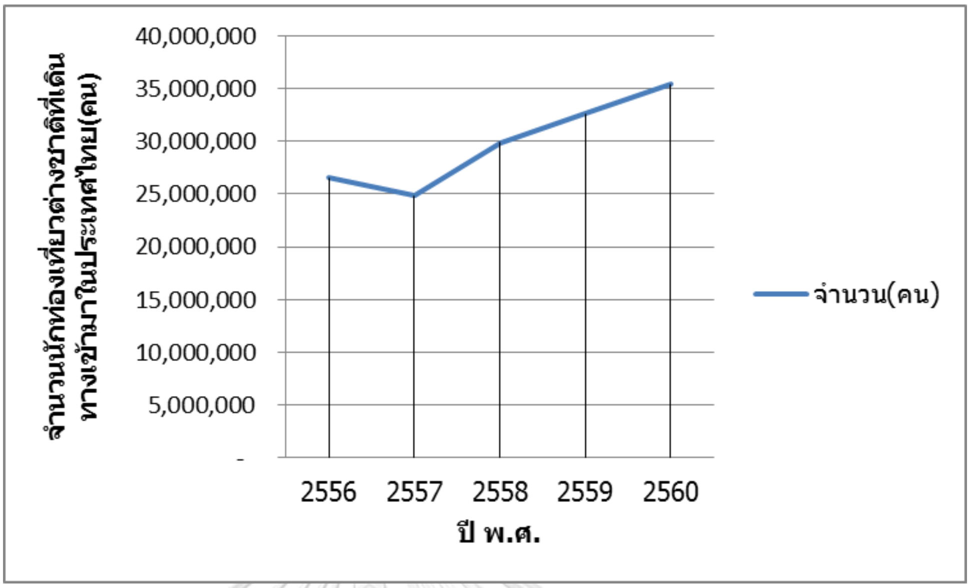
1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันประเทศไทยมีจำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเติบโตขึ้นเมื่อเทียบกับอดีต พร้อมทั้งสร้างรายได้ให้กับประเทศไทยได้มากขึ้น จากข้อมูลสถิตินักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย (กรมการท่องเที่ยว) แสดงให้เห็นว่าในระยะเวลา 4 ปีที่ผ่านมา จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นในทุกๆปี ซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 7.65% ต่อปี โดยในปีพ.ศ. 2560 มีนักท่องเที่ยวต่างชาติเดินทางเข้ามาในประเทศไทยอยู่ที่ 32,588,303 คน ดังแสดงในรูปที่ 1

นักท่องเที่ยวทั้งในประเทศและนอกประเทศนิยมเดินทางโดยเครื่องบินเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสายการบินราคาประหยัด (low cost airline) ได้เพิ่มเส้นทางการบินไปทั่วประเทศไทย ทำให้นักท่องเที่ยวสะดวกในการเดินทาง ประหยัดเวลา และมีค่าใช้จ่ายที่ถูก จากความนิยมของสายการบินราคาประหยัดที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักท่องเที่ยวนิยมเดินทางโดยรถส่วนตัวน้อยลง เมื่อถึงสนามบินจุดหมายปลายทาง นักท่องเที่ยวจึงเลือกที่จะเช่ารถเพื่อความสะดวกในการเดินทางและสะดวกในการควบคุมงบประมาณในการเดินทาง จากที่กล่าวมาธุรกิจบริการรถเช่าจึงมีคนมาใช้บริการเพิ่มมากขึ้นและมีการเติบโตตามธุรกิจสายการบินและการท่องเที่ยว

จากข้อมูลของกรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ พบว่าใน 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2555 – 2560) รายได้จากธุรกิจรถเช่ามีการเติบโตเพิ่มขึ้นในทุกๆปี และในปีล่าสุด (พ.ศ. 2560) ธุรกิจรถเช่ามีรายได้รวมอยู่ที่ 42,533 ล้านบาท ซึ่งเติบโตขึ้นจากปี พ.ศ. 2556 อยู่ที่ 55.44% แสดงถึงสภาพการแข่งขันทางการตลาดที่สูงขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 2 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



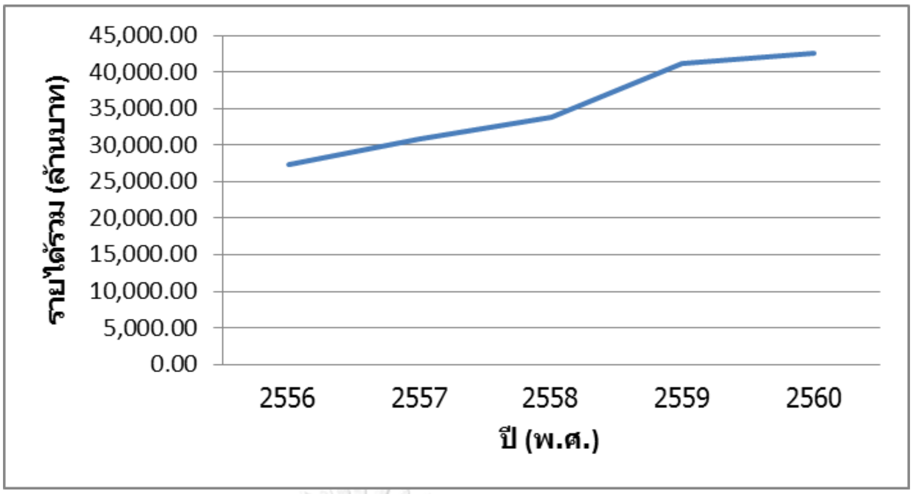
รูปที่ 1 จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยในปีพ.ศ. 2556 – 2560

(ที่มา : กรมการท่องเที่ยว)

ตาราง 1 ภาพรวมอุตสาหกรรมธุรกิจรถเช่าในประเทศไทยปี พ.ศ. 2556 – 2560

(ที่มา : กรมพัฒนาธุรกิจ)

ภาพรวมอุตสาหกรรม	รวมทุกกลุ่มธุรกิจ					
	2556	2557	2558	2559	2560	หน่วย
จำนวนนิติบุคคลที่ส่งงบการเงิน	950	1,090	1,145	1,180	1,170	ราย
สินทรัพย์รวม	80,349.45	94,680.49	168,007.12	193,530.90	202,653.74	ล้านบาท
หนี้สินรวม	63,977.39	66,314.19	86,601.43	91,320.06	94,461.74	ล้านบาท
รายได้รวม	27,363.05	30,780.59	33,833.02	41,222.89	42,532.94	ล้านบาท



รูปที่ 2 รายได้รวมอุตสาหกรรมธุรกิจรถเช่าในประเทศไทยปี พ.ศ. 2556-2560
(ที่มา : กรมพัฒนาธุรกิจ)

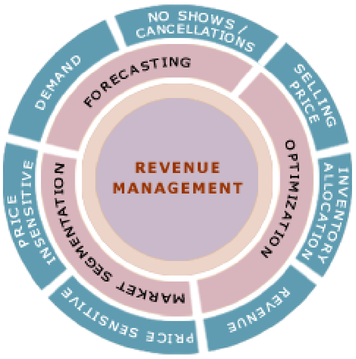
จากรูปที่ 2 พบว่าภาพรวมรายได้ของธุรกิจสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อภาพรวมของอุตสาหกรรมมีโอกาสในการเติบโตสูงขึ้น ผู้ประกอบการแต่ละรายย่อมหาวิธีการให้ได้มาซึ่งส่วนแบ่งทางการตลาดโดยการเพิ่มประสิทธิภาพของการตัดสินใจสำหรับสินค้าที่มีอายุและมีจำนวนที่จำกัด หนึ่งในวิธีการที่ช่วยเหลือผู้ประกอบการคือการบริหารรายได้ (revenue management)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 การบริหารรายได้

การบริหารรายได้เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อคาดการณ์ความต้องการของลูกค้าที่มีความไม่แน่นอน ภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด และจัดหาจำนวนสินค้าและบริการแก่ลูกค้าเพื่อให้ได้ผลกำไรสูงที่สุด (Haddad, Roper et al. 2008) เป้าหมายหลักของการบริหารรายได้คือการขายสินค้าหรือบริการให้แก่ลูกค้าที่เหมาะสม ในราคาที่ดี ถูกเวลา และผ่านช่องทางที่เหมาะสม การบริหารรายได้มีบทบาทสำคัญในการจัดการกับทรัพยากรที่มีคุณสมบัติเน่าเสียง่าย (perishable resources) หรือมีอายุจำกัด ยกตัวอย่างเช่น ร้านอาหาร โรงภาพยนตร์ สนามกอล์ฟ โรงแรม สายการบิน เรือ และธุรกิจรถเช่า อีกทั้งยังใช้ได้ดีในกรณีที่มีทรัพยากรจำกัด หรือความต้องการมีความผันผวน (Kimes and Wirtz 2003)

การบริหารรายได้เป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจสำหรับสินค้าที่มีอายุจำกัดเช่นที่นั่งบนเครื่องบิน ห้องพักในโรงแรมหรือรถเช่า ในกรณีห้องพักในโรงแรม ปัญหาที่สำคัญคือห้องพักที่มีอยู่อย่างจำกัด เมื่อเทียบกับความต้องการในการเข้าพักของลูกค้า อีกทั้งห้องพักภายในโรงแรมมีหลายชนิด โดยห้องแต่ละชนิดมีราคาที่แตกต่างกัน รายได้จากห้องพักเกิดขึ้นเมื่อลูกค้าจ่ายค่าบริการสำหรับห้องพักที่จอง นั่นคือห้องพักที่เหลือในแต่ละวันจะไม่สามารถสร้างรายได้ให้กับโรงแรมได้ อีกทั้งห้องพักที่มีลูกค้าจอง แต่ลูกค้ารายนั้นไม่มาใช้บริการ สามารถทำให้เกิดการสูญเสียรายได้ ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป เมื่อเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ทางโรงแรมจำเป็นต้องหาทางเพิ่มโอกาสในการขายห้องพัก หรือลดการสูญเสีย เมื่อมีห้องพักที่สูญเปล่า ยกตัวอย่างเช่น การลดราคาห้องพักสำหรับลูกค้าที่มีการจองล่วงหน้า การลดราคาให้กับลูกค้ากรณีที่ลูกค้ามาเข้าพักในเวลาที่ใกล้หมดวัน วิธีการเหล่านี้ส่งผลให้ทางโรงแรมสามารถเพิ่มกำไรจากการขายห้องพักได้ ถึงแม้ว่ารายได้ที่เพิ่มขึ้นจะน้อยกว่าราคาห้องพักที่ได้จากราคาเต็มจำนวน วิธีการเหล่านี้สามารถใช้ได้กับทั้งที่นั่งบนเครื่องบิน การเช่ารถเช่า และสินค้าที่มีลักษณะเน่าเสียได้ง่ายชนิดอื่นๆ นั่นคือที่นั่งบนเครื่องบินถ้าไม่มีผู้โดยสารหลังจากที่เครื่องบินออกจากท่าอากาศยานจะถือว่าที่นั่งสูญเปล่าและเสียโอกาสในการสร้างได้ไป เช่นเดียวกับรถเช่า หากมีรถเช่าเหลือจะทำให้ทางบริษัทรถเช่าสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้กับรถเช่าเหล่านั้นไป การบริหารรายได้จึงเป็นตัวช่วยลดโอกาสในการสูญเสียรายได้หรือเพิ่มรายได้ให้มากยิ่งขึ้น



รูปที่ 3 แนวคิดของ revenue management
(ที่มา : http://decisioncraft.com/dmdirect/revenue_management.htm)

1.3 ธุรกิจรถเช่า

ในงานวิจัยของ William J. Carroll และ Richard C. Grimes (Carroll and Grimes 1995) ได้อธิบายถึงวิวัฒนาการในการจัดการกับผลิตภัณฑ์ของธุรกิจรถเช่า ธุรกิจรถเช่าเริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1918 เป็นธุรกิจเล็กๆที่ปล่อยรถธรรมดาให้เช่า โดยคิดค่าเช่ารถบวกกับระยะทางที่ใช้ ช่วงปี ค.ศ. 1930 บริษัท Hertz (บริษัทรถเช่าในสหรัฐอเมริกา) มีแนวคิดให้เช่ารถที่สถานีรถเช่าแห่งหนึ่งและคืนรถที่สถานีรถเช่าอื่นได้ ช่วงปี ค.ศ. 1950 บริษัทรถเช่าเริ่มมีรถให้ลูกค้าเลือกเช่าหลายชนิด มีการปล่อยให้เช่าที่สนามบิน สถานีรถไฟ และโรงแรม ช่วงปี ค.ศ. 1970 บริษัทรถเช่าเริ่มใช้ระบบจองผ่านคอมพิวเตอร์ โดยให้ลูกค้าเลือกชนิดรถที่เช่า ประกันต่างๆ สถานที่รับรถ สถานที่ส่งรถ และระยะเวลาที่ใช้รถ ช่วงปี ค.ศ. 1990 การจัดการผลตอบแทน (yield management) ได้ถูกใช้ในบริษัทรถเช่าเพื่อช่วยในการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาด้าน ราคา และการจัดการกับรถเช่า

ปัญหาที่เกิดขึ้นในธุรกิจรถเช่ามีตั้งแต่การจัดการกับขบวนรถเช่า สถานที่ตั้งสำหรับจุดรับรถและจุดส่งรถ การจัดการกับระบบจอง การตั้งราคารถเช่าในแต่ละประเภท ทำให้การบริหารรายได้ถูกนำมาใช้ในธุรกิจรถเช่าเช่นเดียวกับธุรกิจโรงแรม และสายการบิน เนื่องจากตัวสินค้าหรือผลิตภัณฑ์จัดเป็นสินค้าที่เน่าเสียง่าย (perishable product) และทรัพยากรมีอยู่อย่างจำกัด ตัวอย่างเช่น หากมีรถเช่าเหลือจากการใช้บริการ รถเช่าที่เหลือภายในวันนี้จะสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้ในส่วนของวันนี้ไป เหมือนกับห้องพักโรงแรม หรือที่นั่งบนเครื่องบิน สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดรถเช่าที่สูญเปล่าหรือทำให้เกิดการสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้คือ ลูกค้ายกเลิกการจองกะทันหัน (cancellation) หรือลูกค้าจองแล้วไม่มาใช้บริการ (no-show)

ในปัจจุบันลูกค้าสามารถจองผ่านทางออนไลน์และสามารถยกเลิกการจองได้ง่ายขึ้น ทำให้ลูกค้าสามารถยกเลิกการจองก่อนกำหนดได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายหากอยู่ในระยะเวลาที่กำหนดในสัญญา ดังนั้นลูกค้ามีสิทธิ์ที่จะจองไว้หลายๆที่ จนใกล้ครบกำหนดสัญญาหรือใกล้วันที่เดินทาง ลูกค้าจะยกเลิกทั้งหมดจนเหลือไว้เพียงที่เดียวเท่านั้น ห้องพัก ที่นั่ง หรือรถยนต์ที่เหลืออยู่ ทางบริษัทจะสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้ไป จากที่กล่าวมาเมื่อคำขอจองของลูกค้าถูกยอมรับผ่านผู้จัดการหรือพนักงานที่ดูแล ย่อมมีโอกาสที่ลูกค้าจะยกเลิกถ้ายังอยู่ในเงื่อนไขการยกเลิกการจอง การยกเลิกการ

จองจึงมีความไม่แน่นอน ในกรณีที่ลูกค้าจองรถเช่าเท่ากับจำนวนรถเช่าที่มี จึงมีโอกาสที่จะสูญเสียรายได้จากการยกเลิกของลูกค้า หรืออีกกรณีเมื่อพนักงานเปิดรับการจองของลูกค้ามากกว่าจำนวนรถเช่าที่มี ก็มีโอกาสที่จำนวนรถเช่าไม่พอต่อปริมาณลูกค้าที่จอง วิธีแก้ปัญหานี้นักวางแผนจะใช้เทคนิคในการบริหารรายได้ที่มีชื่อว่า การสำรองเกิน (overbooking)

1.4 การสำรองเกิน

การสำรองเกิน (overbooking) เป็นเทคนิคหนึ่งในการบริหารรายได้ มีหลักการคือจะเปิดให้จองหรือเช่าเกินจำนวนสินค้าหรือบริการที่มี เพื่อลดการเสียโอกาสในการสร้างรายได้จากการที่มีห้องพักโรงแรมเหลือ มีที่นั่งบนเครื่องบินที่ว่าง หรือมีรถเช่าที่ไม่มีลูกค้าใช้บริการ จากการศึกษาพบว่าเมื่อนำการบริหารรายได้ มาใช้ในอุตสาหกรรมการขนส่งทางเครื่องบิน กำไรประมาณ 40% จากทั้งหมดมาจากการใช้เทคนิคการสำรองเกิน (Wang and Kao 2008) ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรองเกินในปัจจุบันเน้นไปทางสายการบินและโรงแรมเป็นส่วนใหญ่

ปัญหาการสำรองเกิน มีตั้งแต่สินค้าระดับเดียว ตัวอย่างเช่นห้องพักโรงแรมราคาเดียว รถให้เช่าราคาเดียว จนถึงหลายระดับขึ้นไป การสำรองเกินระดับเดียวนั้น ในกรณีที่ทราบแน่นอนว่ารถเช่าในวันพรุ่งนี้จะมีลูกค้ายกเลิก 5 คัน ดังนั้นถ้าเปิดจองเกินไป 5 คัน ก็จะไม่มีรถเช่าเหลือ ทำให้ไม่เกิดการสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้จากรถทั้ง 5 คันที่โดนยกเลิกไป แต่ในความเป็นจริงไม่อาจทราบได้ว่าลูกค้าจะยกเลิกการจองเป็นจำนวนเท่าไหร่ในอนาคต ดังนั้นจำเป็นต้องใช้ข้อมูลในอดีตเพื่อหาการกระจายของความน่าจะเป็นในการยกเลิกการจองของลูกค้า ว่ามีการกระจายลักษณะไหน แน่นอนว่าเมื่อมีโอกาสที่รถเช่าจะเหลือจากการที่ลูกค้ายกเลิกไป ย่อมมีโอกาสที่ลูกค้าจะจองเกินจากการสำรองเกิน เมื่อมีลูกค้าจองเกินจำนวนรถเช่า บริษัทจำเป็นต้องใช้รถเช่าจากบริษัทอื่นเพื่อให้บริการลูกค้าที่จองเกินมา โดยรถเช่าจากบริษัทอื่นที่ใช้จะมีลักษณะใกล้เคียงกับชนิดรถที่ลูกค้าต้องการกับทางบริษัท เพื่อไม่ทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พอใจ กล่าวคือลูกค้าจะไม่รู้สึกถึงความแตกต่างในการให้บริการ เมื่อใช้รถเช่าจากบริษัทอื่นทางบริษัทต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเช่า ดังนั้นต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นในปัญหาการสำรองเกินจึงเกิดจากต้นทุนสองชนิด ได้แก่ต้นทุนจากค่าเสียโอกาสเมื่อรถเช่าเหลือและต้นทุนจากการที่ต้องใช้บริการจากบริษัทอื่นเมื่อมีลูกค้ามาเกินจำนวนรถเช่า โดยเป้าหมาย

ของการสำรองเกินคือทำให้ต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยการหาจำนวนรถเช่าที่ทางบริษัทต้องปล่อยให้จองเกินจำนวนหรือระดับสำรองเกิน (overbooking level) ที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารรายได้สำหรับธุรกิจรถเช่าส่วนใหญ่จะเน้นไปที่การจัดการขบวนรถ (fleet management) โดยการหาจำนวนรถเช่าที่เหมาะสมในการปล่อยให้เช่าเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด รวมทั้งการเคลื่อนย้ายรถเช่าอย่างไร เพื่อให้เกิดการเคลื่อนย้ายเปล่าน้อยที่สุด เนื่องจากบางบริษัทมีนโยบายในการคืนรถเช่าที่สถานีรถเช่าอื่นๆได้ ทำให้การนำรถเช่ากลับมาเป็นการเคลื่อนย้ายเปล่า อีกทั้งงานวิจัยเกี่ยวกับการบริหารรายได้สำหรับธุรกิจรถเช่ายังมิได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการสำรองเกิน ทั้งที่การสำรองเกินมีความเหมาะสมกับธุรกิจรถเช่า

การสำรองเกินก่อให้เกิดต้นทุนในกรณีที่มีสินค้าขาดและสินค้าเหลือ ในแง่ของสินค้าขาดนั้นยกตัวอย่างเช่น ลูกค้ามาใช้บริการห้องพักในโรงแรมมากกว่าจำนวนห้องพักที่มี หากลูกค้าที่จองห้องพักไว้ไม่ได้ใช้บริการ ย่อมทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พอใจ โรงแรมจำเป็นต้องชดเชยกับลูกค้าเหล่านี้โดยการใช้บริการโรงแรมอื่น (outsource) ซึ่งทำได้ยากในความเป็นจริง แต่สำหรับธุรกิจรถเช่านั้น ในกรณีที่ลูกค้ามาใช้บริการมากกว่าจำนวนรถเช่าที่มี ทางบริษัทสามารถติดต่อกับบริษัทอื่นเพื่อใช้บริการรถเช่า แล้วนำรถเช่าจากบริษัทอื่นมาให้บริการแก่ลูกค้า ลูกค้าจะไม่รู้สึกถึงความแตกต่างทางด้านบริการ เทียบกับธุรกิจโรงแรม การที่ลูกค้าต้องไปใช้บริการโรงแรมใกล้เคียงแทนย่อมกระทบกับความพึงพอใจของลูกค้า ทำให้ธุรกิจโรงแรมไม่นิยมให้ลูกค้าไปใช้บริการโรงแรมอื่น นอกจากทางโรงแรมจะมีโรงแรมในเครือที่อยู่ใกล้เคียงถึงยอมให้ลูกค้าไปใช้บริการโรงแรมภายในเครือแทน

ต้นทุนอีกชนิดคือต้นทุนเมื่อสินค้าเหลือหรือต้นทุนเสียโอกาส การรถเช่าเหลือหรือไม่มีลูกค้ามาใช้บริการ รถเช่าเหล่านี้จะสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้ไป ถ้าพิจารณาถึงการเสียโอกาสที่เกิดขึ้นจากการสำรองเกินจริงๆนั้น การปฏิเสธ (rejection) เป็นแนวคิดที่ควรนำมาประยุกต์ใช้ในตัวแบบการสำรองเกิน เนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้จริง ตัวแบบ Newsvendor (ตัวแบบที่ใช้ในการหาระดับสำรองเกิน) ทั่วไปมองในมุมของลูกค้าที่มาใช้บริการ หรือจำนวนลูกค้าที่มีการยกเลิกโดย

ไม่ได้มองในมุมของการจอง ดังนั้นเมื่อมองในมุมการจอง ตัวแบบทางคณิตศาสตร์จึงต้องเพิ่มแนวคิดเรื่องการปฏิเสธเข้าไป การปฏิเสธเกิดขึ้นในกรณีที่ลูกค้าจองมากกว่าระดับสูงสุดที่บริษัทเปิดให้จองหรือระดับการสำรองเกิน (overbooking level) ลูกค้าที่จองเกินระดับการสำรองเกิน บริษัทจำเป็นต้องปฏิเสธลูกค้าไป ในกรณีที่ลูกค้ามาใช้บริการน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มี รถเช่าที่เหลือจะสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้ไปเนื่องจากทางบริษัทได้ปฏิเสธลูกค้าที่มากกว่าการสำรองเกินไป ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่ได้พิจารณาประเด็นนี้โดยละเอียด

การพิจารณาการจองของลูกค้ากับการมาใช้บริการจริงๆของลูกค้าทำให้ตัวแปรสุ่มของปัญหานี้มีสองชนิด อีกทั้งยังเป็นตัวแปรสุ่มที่เกิดร่วมกัน งานวิจัยที่ผ่านมานิยมใช้ตัวแปรสุ่มเพียงชนิดเดียว ตัวอย่างเช่น Phumchusri และ Maneesophon (Naragain Phumchusri and Panaratch Maneesophon 2014) ศึกษาตัวแบบสำรองเกินสำหรับธุรกิจโรงแรม ตัวแปรสุ่มที่ใช้คือจำนวนลูกค้าที่ทำการยกเลิกการจองห้องพักโรงแรม หรือ Amaruchkul และ Sae- Lim (Kannapha Amaruchkul and Patipan Sae-Lim 2011) ศึกษาการสำรองเกินสำหรับสายการบินโดยมีตัวแปรสุ่มคือจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงๆ จากการนำเรื่องการปฏิเสธเข้ามาใช้ในการพิจารณาต้นทุนเสียโอกาส ในสถานการณ์จริงต้องพิจารณาทั้งความไม่แน่นอนของจำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงทำให้มีตัวแปรสุ่มสองชนิดและเกิดขึ้นร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อใช้แนวคิดเรื่องการปฏิเสธในการคิดต้นทุนเสียโอกาส ตัวแปรสุ่มสองชนิดที่เกิดร่วมกันทำให้ความซับซ้อนของปัญหาเพิ่มมากขึ้น เพื่อทำให้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในปัญหาการสำรองเกินมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากขึ้น เป้าหมายของงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาและพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการสำรองในธุรกิจรถเช่า เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด

1.5 วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการหาระดับการสำรองรถเช่าเกิน (overbooking level) ที่เหมาะสมเมื่อมีความไม่แน่นอนของจำนวนลูกค้าที่จอง (booking request) และจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up) ภายใต้จำนวนรถที่มีอย่างจำกัด เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุด

1.6 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ต้นทุนรวม (total cost) ในงานวิจัยนี้ หมายถึง ค่าคาดหมาย (expected value) ของค่าใช้จ่ายในธุรกิจรถเช่าที่เกิดจากการสำรองรถเช่าเกิน โดยประกอบไปด้วยค่าใช้จ่าย 2 ชนิด ได้แก่

   1.1. ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้หรือต้นทุนเสียโอกาส (opportunity cost) ที่เกิดจากการปฏิเสธ (rejection) ในกรณีที่ลูกค้ามาเช่ารถเกินระดับการสำรองรถเช่าเกิน ซึ่งลูกค้าที่มาจริง (show-up) มาเช่ารถน้อยกว่าปริมาณรถเช่าที่มีอยู่

   1.2. ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้บริการจากบริษัทอื่นหรือต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น (outsource cost) ที่เกิดจากการที่ลูกค้ามาใช้รถเกินปริมาณรถเช่าที่มีอยู่ ทำให้บริษัทต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนำรถเช่าจากบริษัทอื่นมาให้ลูกค้าที่มาใช้บริการมากกว่าจำนวนรถเช่าที่มี

2. งานวิจัยนี้แบ่งงานออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

   2.1. การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการหาระดับการสำรองรถเช่าเกินที่ทำให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุด

   2.2. การวิเคราะห์ผลโดยการทดลองทางคอมพิวเตอร์

2.2.1 นำเสนอการวิเคราะห์ความไว (sensitivity analysis) เพื่อทดสอบผลของการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ต่างๆในตัวแบบว่ามีผลกระทบกับคำตอบอย่างไร

2.2.2 นำเสนอวิธีประมาณค่าคำตอบโดยทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการจองเกินที่เหมาะสมที่สุดกับพารามิเตอร์ต่างๆในตัวแบบ และนำเสนอสมการที่สามารถประมาณค่าได้เหมาะสม

2.2.3 เปรียบเทียบผลของคำตอบที่ได้จากการประมาณกับการหาคำตอบที่ดีที่สุด

3. งานวิจัยนี้มีสมมติฐานได้แก่

3.1. จำนวนลูกค้าที่จอง (booking request) และจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up) มีความไม่แน่นอน โดยทราบฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (probability density function) และฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม (cumulative distribution function) ของลูกค้าที่จองกับลูกค้าที่มาใช้บริการจริง

3.2. บริษัทรับจำนวนการจองของลูกค้า (booking request) ได้สูงสุดที่ระดับการจองเกิน (overbooking level) ลูกค้าที่จองเกินมาบริษัทจะทำการปฏิเสธ (rejection) ลูกค้าเหล่านั้นไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3. ในกรณีที่บริษัทจำเป็นต้องใช้บริการรถเช่าจากบริษัทอื่น (จำนวนลูกค้ามาใช้บริการมากกว่าจำนวนรถที่มี) จำนวนรถเช่าที่บริษัทสามารถใช้บริการจากบริษัทอื่นมีอยู่อย่างจำกัด โดยจำนวนรถเช่าที่สามารถใช้บริการจากบริษัทอื่นได้เป็นข้อตกลงกับบริษัทนั้นๆ อีกทั้งรถเช่าจากบริษัทอื่นจะมีรูปแบบรถที่เหมือนหรือใกล้เคียงกับรถเช่าที่ลูกค้าต้องการใช้บริการ แต่มีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่า

3.4. ในกรณีที่เกิดการปฏิเสธและมีรถเช่าเหลือจะถือว่าเป็นการสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้ แต่หากมีรถเช่าเหลือเนื่องจากความต้องการน้อยและไม่เกิดการปฏิเสธจะไม่ถือเป็นการสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้

3.5. ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการสูญเสียรายได้ต่อหน่วย (opportunity cost per unit) มีค่าไม่เกินค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้บริการจากบริษัทอื่น (outsource cost per unit)

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การสูญเสียรายได้ที่เกิดจากการปฏิเสธลูกค้าเมื่อลูกค้าจองเกินจำนวนสำรองเกินลดลง

2. เป็นทางเลือกที่ช่วยในการหาระดับสำรองรถเช่าเกิน เพื่อช่วยให้ต้นทุนรวมต่ำ

3. แนวคิดของงานวิจัยนี้สามารถนำไปปรับใช้กับงานวิจัยที่สอดคล้องกันได้

4. กระบวนการแก้ปัญหาของงานวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในงานหรืองานวิจัยที่มีปัญหาใกล้เคียงกันได้

1.8 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจรถเช่า

ขั้นตอนแรกในการทำความเข้าใจถึงภาพรวมในธุรกิจรถเช่า ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ทราบถึงข้อมูลรวมทั้งงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับธุรกิจรถเช่า ว่าในอดีตมีการศึกษาเรื่องอะไรและยังไม่ได้ศึกษาเรื่องอะไร รวมทั้งเป็นการเพิ่มความรู้และเป็นส่วนที่ทำให้สามารถระบุวัตถุประสงค์และขอบเขตในงานวิจัยได้

2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารรายได้และการสำรองเกิน

ในส่วนนี้เป็นส่วนที่เพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับการบริหารรายได้และการสำรองเกินสำหรับธุรกิจรถเช่าและธุรกิจอื่นๆ ส่วนนี้จะทำให้เห็นวิวัฒนาการของการบริหารรายได้ การ

พัฒนาตัวแบบสำรองเงินในธุรกิจต่างๆ การประยุกต์ตัวแบบเพื่อใช้ในธุรกิจรถเช่า และเป็นส่วนที่ช่วยระบุวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย

3. ระบุวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย

การระบุวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัยเป็นส่วนสำคัญในงานวิจัย วัตถุประสงค์เป็นตัวบอกถึงสิ่งที่ทำหรือเป้าหมายหลักในงานวิจัยนี้ และขอบเขตเป็นตัวบอกสิ่งที่ครอบคลุมภายในงานวิจัย ถ้าไม่ระบุวัตถุประสงค์และขอบเขตจะทำให้ผลการศึกษามีความคลาดเคลื่อนจากเป้าหมายหลัก

4. นำตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ศึกษามาประยุกต์ใช้กับปัญหาในงานวิจัย

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจตัวแบบที่ศึกษาเพื่อหาข้อดีและข้อเสียของตัวแบบแต่ละชนิด รวมทั้งตัวแบบที่ศึกษาสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้หรือไม่ ถ้าสามารถนำมาใช้ได้จะสามารถใช้ได้อย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5. ตั้งสมมติฐานสำหรับตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัย

สมมติฐานของงานวิจัยเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยอธิบายตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ว่าตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้ทำการศึกษานั้น มีพฤติกรรมอย่างไร ซึ่งสมมติฐานที่ได้จะมาจากการศึกษาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของงานวิจัย

6. สร้างหลักการและแนวคิดสำหรับตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัย

ในส่วนนี้เป็นส่วนที่พัฒนาจากการศึกษาและประยุกต์ใช้ เป็นส่วนที่ยากที่สุดในงานวิจัยนี้ คือการสร้างหลักการใหม่และแนวคิดที่ไม่ซ้ำกับการวิจัยที่ผ่านมา ในส่วนนี้จะ

อธิบายถึงหลักการและแนวคิดใหม่ที่ได้จากการศึกษางานวิจัย และเป็นส่วนที่อธิบายถึงตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากงานวิจัยนี้

7. กำหนดตัวแปรและพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัย

การกำหนดตัวแปรและพารามิเตอร์เป็นส่วนสำคัญสำหรับการออกแบบตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการจองรถเช่า ถ้าตัวแปรที่กำหนดไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมของระบบ ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้จะไม่สมเหตุสมผลกับความเป็นจริงและไม่สามารถนำมาใช้งานหรือศึกษาต่อไปได้

8. ออกแบบตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ให้คำตอบที่ดีที่สุด

งานวิจัยนี้นำการปฏิเสธมาพิจารณาในตัวแบบสำรองเกิน ทำให้ตัวแบบมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น การคำนวณต้นทุนจะต่างไปจากตัวแบบสำรองเกินปกติ ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้จำเป็นต้องตรวจสอบว่าตัวแบบที่ได้ให้ค่าที่ดีที่สุดจริงหรือไม่ การตรวจสอบทำด้วยการคำนวณทางทฤษฎี รวมไปถึงการคำนวณทางคอมพิวเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9. หาวิธีประมาณค่าคำตอบที่ทำได้รวดเร็ว

เพื่อให้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์มีความสะดวกที่จะนำไปใช้งานจึงหาวิธีประมาณค่าคำตอบให้รวดเร็วและง่ายมากขึ้นจากตัวแบบที่ดีที่สุด โดยผลที่ได้สามารถยอมรับได้และไม่แตกต่างจากค่าที่ดีที่สุดมากจนเกินไป วิธีที่ใช้คือสมการถดถอยและตัวแบบอย่างง่ายที่คิดขึ้นเพื่อประมาณค่าระดับสำรองเกิน

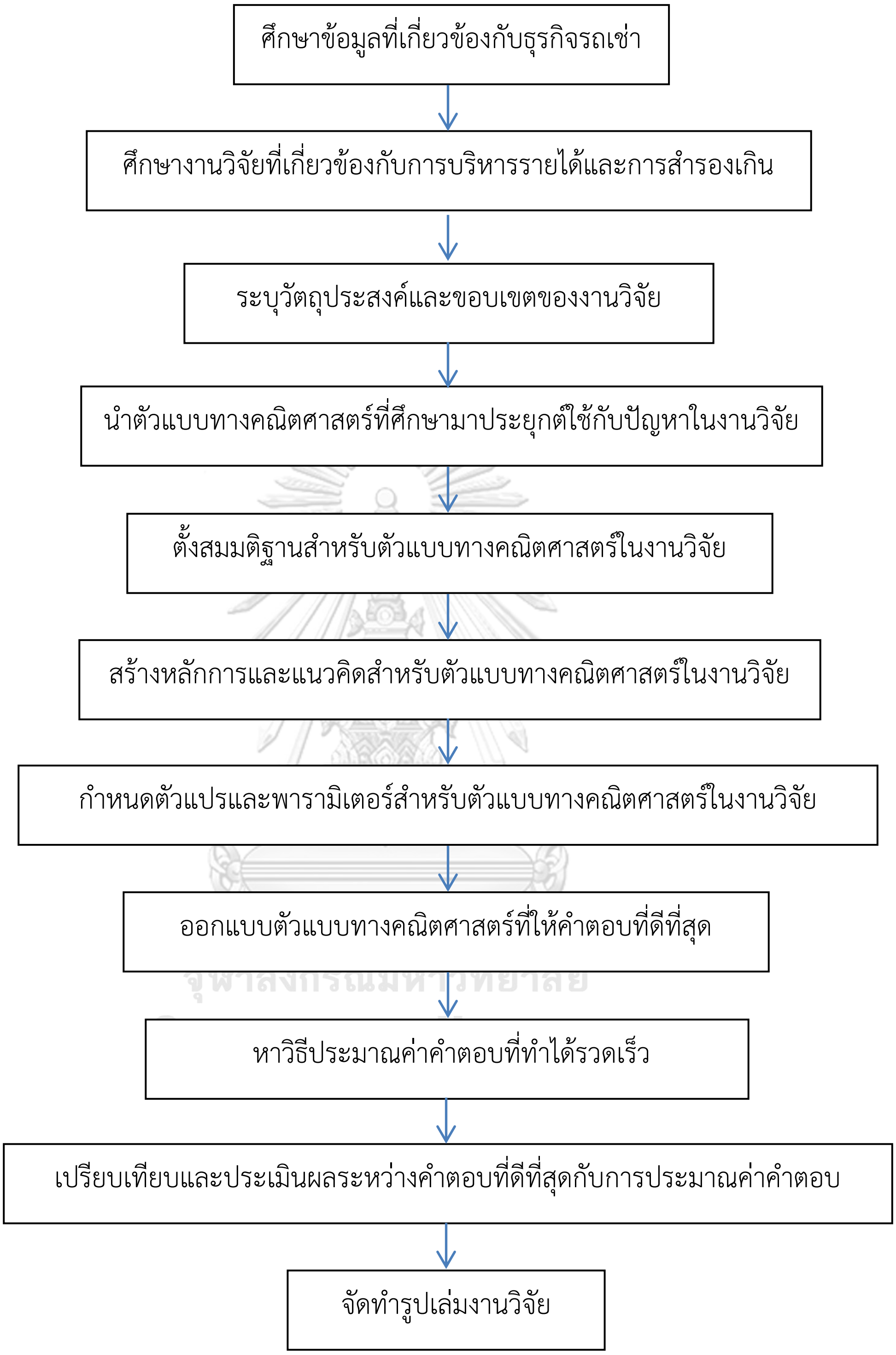
10. เปรียบเทียบและประเมินผลระหว่างคำตอบที่ดีที่สุดกับการประมาณค่าคำตอบ

การจะตอบว่าตัวแบบที่ใช้ประมาณมีค่าที่ใกล้เคียงกับตัวแบบที่ดีที่สุดหรือไม่ จำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบ การเปรียบเทียบนี้จะบอกปริมาณความแตกต่างระหว่างตัวแบบที่ดีที่สุดกับตัวแบบที่ได้จากสมการถดถอยรวมทั้งตัวแบบอย่างง่าย

11. จัดทำรูปเล่มงานวิจัย

ขั้นตอนสุดท้ายคือการนำการศึกษาทั้งหมดในงานวิจัยนี้ เรียบเรียง และจัดทำเป็นรูปเล่ม เป็นการรวบรวมตั้งแต่ที่มาและความสำคัญ งานวิจัยและทฤษฎี การดำเนินงาน การทดลอง รวมทั้งผลที่ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4 แผนภูมิการไหลขั้นตอนการดำเนินงาน

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ตัวแบบ Newsvendor (Newsvendor model)

อ้างอิงจากหนังสือ Matching Supply with demand โดย Cachon และ Terwiesch ตัวแบบ Newsvendor หรือ ตัวแบบ Newsboy เป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยในการหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด โดยทั่วไปจะใช้กับปัญหาที่มีราคาสินค้าคงที่ และความต้องการสำหรับผลิตภัณฑ์เน่าเสียง่าย (perishable product) มีความไม่แน่นอน ตัวแบบนี้เรียกอีกอย่างว่า Newsvendor Problem หรือ Newsboy Problem เป็นตัวแบบที่ถูกคิดค้นมาจากสถานการณ์ที่ผู้ขายหนังสือพิมพ์ต้องพบกับความต้องการที่ไม่แน่นอน ทำให้ทางผู้ขายต้องหาจำนวนหนังสือพิมพ์ที่จะผลิตในแต่ละวัน เพื่อให้ได้กำไรสูงที่สุด เนื่องจากหนังสือพิมพ์เป็นผลิตภัณฑ์ที่เน่าเสียง่าย และมีช่วงเวลาการขายเพียง 1 วัน เนื่องจากในเหตุการณ์ปกติลูกค้าจะไม่ซื้อหนังสือพิมพ์ฉบับของเมื่อวาน การที่ผลิตเกินความต้องการของลูกค้า หนังสือพิมพ์ที่เกินมาไม่สามารถสร้างกำไรได้ ทำให้โรงพิมพ์ต้องเสียต้นทุนการผลิตรวมทั้งต้นทุนในการกำจัดหนังสือพิมพ์ที่เหลือ

สมมติฐานสำหรับตัวแบบ Newsvendor คือ

1. สินค้าต้องขายได้ในคาบเวลาเดียว โดยในแต่ละคาบเวลาสินค้าที่สั่งซื้อจะมาส่งเพียงครั้งเดียว
2. เมื่อจบคาบเวลาสินค้าจะมีมูลค่าซากหรือไม่มีแล้วแต่ชนิดสินค้า โดยมูลค่าซากต้องมีราคาต่ำกว่าราคาขาย
3. ความต้องการของลูกค้ามีความไม่แน่นอนซึ่งสามารถหาการกระจายของความต้องการของลูกค้าได้

ปัญหาของ Newsvendor คือปริมาณที่ต้องสั่งซื้อหรือผลิตสินค้าเป็นเท่าใด เพื่อให้เกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยต้นทุนในปัญหาหรือตัวแบบ Newsvendor นี้เกิดจากต้นทุน 2 ชนิด ได้แก่ ต้นทุนที่เกิดจากสินค้าคงคลังเกิน (overage cost) เกิดจากการที่เราสั่งซื้อหรือผลิตสินค้ามากกว่าความต้องการลูกค้าในแต่ละคาบเวลา ตัวอย่างเช่น ต้นทุนการผลิตสินค้า ต้นทุนการสั่งซื้อสินค้า แทนด้วย C_o (ราคาต่อหน่วยสินค้า) ต้นทุนอีกชนิดคือ ต้นทุนที่เกิดจากสินค้าคงคลังขาด (underage cost) เกิดจากการที่เราสั่งซื้อหรือผลิตสินค้าน้อยกว่าความต้องการลูกค้าในแต่ละคาบเวลา ตัวอย่างเช่น ต้นทุนจากการเสียโอกาสในการขาย แทนด้วย C_u(ราคาต่อหน่อยสินค้า) กำหนดให้ Q คือระดับสินค้าคงคลัง, x คือความต้องการของลูกค้า และ f(x) คือการกระจายของความต้องการของลูกค้า จะได้สมการค่าคาดหมายต้นทุนรวม (expected total cost) ดังนี้

$$Expected\ Total\ Cost = \int_{x=0}^{Q} C_o(Q-x)f(x)dx + \int_{x=Q}^{\infty} C_u(x-Q)f(x)dx$$

จากสมการค่าคาดหมายต้นทุนรวม สามารถหาต้นทุนรวมต่ำที่สุดโดยการหาอนุพันธ์ของสมการค่าคาดหมายต้นทุนรวม และกำหนดให้อนุพันธ์ของสมการค่าคาดหมายต้นทุนรวมให้เท่ากับ 0

$$\frac{dExpected\ Total\ Cost}{dQ} = \frac{d}{dQ}\int_{x=0}^{Q} C_o(Q-x)f(x)dx + \frac{d}{dQ}\int_{x=Q}^{\infty} C_u(x-Q)f(x)dx = 0$$

ใช้ Leibniz Integral Rule จะได้ว่า

$$\frac{d}{dQ}\int_{x=0}^{Q} C_o(Q-x)f(x)dx + \frac{d}{dQ}\int_{x=Q}^{\infty} C_u(x-Q)f(x)dx = C_oF(Q) - C_u[1-F(Q)] = 0$$

เพราะฉะนั้นจะได้ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสมที่สุดอยู่ในรูปดังนี้

$$F(Q^*) = \frac{C_u}{C_u+C_o}$$

2. กฎอินทิกรัล Leibniz (Leibniz Integral Rule)

อ้างอิงจากหนังสือ Advanced Calculus โดย Wilfred Kaplan กฎอินทิกรัล Leibniz หรือกฎของ Leibniz (Leibniz’s Rule) ใช้ในการหาอนุพันธ์ภายใต้อินทิกรัล เมื่ออินทิกรัลอยู่ในรูป

$$\int_{a(x)}^{b(x)} f(x,t)dt, \quad -\infty < a(x),\ b(x) < \infty$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อนุพันธ์ภายใต้อินทิกรัลตามกฎของ Leibniz มีสูตรดังนี้

$$\frac{d}{dx}\left(\int_{a(x)}^{b(x)} f(x,t)dt\right) = f(x,b(x)) \cdot \frac{d}{dx}b(x) - f(x,a(x)) \cdot \frac{d}{dx}a(x) + \int_{a(x)}^{b(x)} \frac{d}{dx} f(x,t)dt$$

ในกรณีที่ *a(x)* และ *b(x)* เป็นค่าคงที่ จะมีสูตรที่เป็นกรณีพิเศษของกฎของ *Leibniz* ดังนี้

$$\frac{d}{dx}\left(\int_{a(x)}^{b(x)} f(x,t)dt\right) = \int_{a(x)}^{b(x)} \frac{d}{dx} f(x,t)dt$$

จากสมการค่าคาดหมายต้นทุนรวม ในส่วนค่าคาดหมายต้นทุนที่เกิดจากสินค้าคงคลังเกิน (expected overage cost)

$$\text{Expected Overage Cost} = \int_{x=0}^{Q} C_o(Q-x)f(x)dx$$

ต้องการหาอนุพันธ์ของค่าคาดหมายต้นทุนที่เกิดจากสินค้าคงคลังเกิน

$$\frac{d}{dQ}\int_{x=0}^{Q} C_o(Q-x)f(x)dx = C_o(Q-Q)\frac{d}{dQ}Q - C_o(Q-0)\frac{d}{dQ}0 + \int_{x=0}^{Q} \frac{d}{dQ}C_o(Q-x)f(x)dx$$

$$= 0 - 0 + C_oF(Q) = C_oF(Q)$$

จากสมการค่าคาดหมายต้นทุนรวม ในส่วนค่าคาดหมายต้นทุนที่เกิดจากสินค้าคงคลังขาด (expected underage cost)

$$\text{Expected Underage Cost} = \int_{x=Q}^{\infty} C_u(x-Q)f(x)dx$$

ต้องการหาอนุพันธ์ของค่าคาดหมายต้นทุนที่เกิดจากสินค้าคงคลังขาด

$$\frac{d}{dQ}\int_{x=Q}^{\infty} C_u(x-Q)f(x)dx = C_u(\infty-Q)\frac{d}{dQ}\infty - C_u(Q-Q)\frac{d}{dQ}Q + \int_{x=Q}^{\infty} \frac{d}{dQ}C_u(x-Q)f(x)dx$$

$$= 0 - 0 + C_u[1-F(Q)] = C_u[1-F(Q)]$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ฟังก์ชัน Convex (Convex Function)

ฟังก์ชัน Convex คือฟังก์ชันที่เป็นไปตามสมการดังนี้

$$f(\theta x_1 + (1-\theta)x_2) \leq \theta f(x_1) + (1-\theta) f(x_2)\ ;\ x_1, x_2 \in R \text{ และ } 0 \leq \theta \leq 1$$

เมื่อฟังก์ชันใดๆเป็นฟังก์ชัน Convex แสดงว่าฟังก์ชันนั้นสามารถหาจุดต่ำสุดได้ การพิสูจน์ว่าฟังก์ชันใดๆเป็นฟังก์ชัน Convex ทำได้โดยการหาอนุพันธ์ลำดับที่สองของฟังก์ชันนั้น ถ้าอนุพันธ์ลำดับที่สองมีค่ามากกว่า 0 แสดงว่าเป็นฟังก์ชัน Convex

จากสมการต้นทุนรวม

$$Expected\ Total\ Cost = \int_{x=0}^{Q} C_o(Q-x)f(x)dx + \int_{x=Q}^{\infty} C_u(x-Q)f(x)dx$$

อนุพันธ์ลำดับที่หนึ่งคือ

$$\frac{d}{dQ}\int_{x=0}^{Q} C_o(Q-x)f(x)dx + \frac{d}{dQ}\int_{x=Q}^{\infty} C_u(x-Q)f(x)dx = C_oF(Q) - C_u[1-F(Q)]$$

อนุพันธ์ลำดับที่สองคือ

$$\frac{d}{dQ} C_oF(Q) - C_u[1-F(Q)] = C_of(Q) + C_uf(Q) > 0$$

ดังนั้นสมการต้นทุนรวม เป็นฟังก์ชันConvex นั่นคือสามารถหาจุดต่ำสุดได้

สมการต้นทุนรวมเป็นสมการที่มีตัวแปร 1 ตัวคือ Q แต่ในกรณีมีตัวแปรมากกว่า 1 ตัวขึ้นไป การพิสูจน์ว่าเป็นฟังก์ชัน Convex หรือไม่นั้น จะใช้เมทริกซ์ Hessian (Hassian matrix) ในการพิสูจน์

เมทริกซ์ Hessian คือเมทริกซ์รูปจัตุรัสที่มีสมาชิกในเมทริกซ์เป็นอนุพันธ์ลำดับที่ 2 ดังนี้

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1\,\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1\,\partial x_n} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2\,\partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2\,\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_n\,\partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n\,\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n^2} \end{bmatrix}.$$

หรือ $H_{i,j} = \frac{d^2 f}{dx_i dx_j}$ โดยที่ i คือเลขแถว , j คือเลขคอลัมน์

ฟังก์ชันใดๆจะเป็นฟังก์ชัน Convex เมื่อ สมาชิกทุกตัวในเมทริกซ์ Hassian มีค่ามากกว่า 0 และดีเทอร์มิแนนต์ (determinant) ของเมทริกซ์ Hessian มีค่ามากกว่า 0

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการบริหารรายได้ (revenue management)

Gurel Cetin (2016) อธิบายเกี่ยวกับความท้าทายในการบริหารรายได้ (revenue management) ธุรกิจโรงแรมให้ความสำคัญกับการนำการบริหารรายได้ไปประยุกต์ในกระบวนการต่างๆเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งอบรมให้พนักงานใช้หลักการของการจัดการายได้ในการทำงาน พนักงานที่เกี่ยวข้องต้องเผชิญกับความท้าทายจากปัจจัยทั้งภายในและภายนอก จากปัญหาที่เกิดขึ้นพนักงานจำเป็นต้องมี ความรู้ (knowledge) ทักษะ (skills) และ ความสามารถ (abilities) หรือเรียกว่า KSAs ซึ่งต้องใช้ในการจัดการวัสดุคงคลังและกำหนดราคาสินค้า (Cetin, Demirciftci et al. 2016)

การบริหารรายได้เป็นกลยุทธ์ที่ถูกใช้ในบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับการให้บริการ เป็นกลยุทธ์ที่ใช้เพื่อให้ได้รับรายได้สูงที่สุด โดยมีสินค้าคงคลังเป็นแบบเน่าเสียได้ง่าย (perishable inventories) การบริหารรายได้เป็นชื่อโดยรวมสำหรับกุลยุทธ์หลายๆชนิดถูกใช้ในการจัดการสินค้าคงคลังที่มีอยู่อย่างจำกัด เช่น ห้องพักในโรงแรม โดยจัดการให้กับกลุ่มลูกค้าที่แตกต่างกัน การบริหารรายได้ใช้ในธุรกิจบริการต่างๆได้แก่ สายการบิน โรงแรม บริษัทรถเช่า ร้านอาหาร สปา คาสิโน รีสอร์ท บาร์ โรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพยนตร์ และงานเกี่ยวกับสายบันเทิง การจัดการายได้เป็นแนวคิดที่ทำให้เกิดรายได้สูงที่สุดโดยการตั้งราคาขายจากความต้องการที่ถูกพยากรณ์ หรืออาจจะเรียกได้ว่าการบริหารรายได้คือการขายสินค้าหรือบริการให้ลูกค้าที่ต้องการ ในราคาที่เหมาะสม ถูกเวลา ผ่านช่องทางที่เหมาะสม การบริหารรายได้ไม่สามารถทำงานผ่านระบบแบบอัตโนมัติได้ จำเป็นต้องมีพนักงานที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์ บริการ ลูกค้า คู่แข่ง ผู้ผลิต และสภาพแวดล้อมโดยรวมของตัวธุรกิจ

2. งานวิจัยเกี่ยวกับการบริหารรายได้ในธุรกิจรถเช่า

William J. Carroll และ Richard C. Grimes (1995) ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการในการจัดการกับผลิตภัณฑ์ของธุรกิจรถเช่า ธุรกิจรถเช่าเริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1918 เป็นธุรกิจเล็กๆที่ปล่อยรถธรรมดาให้เช่า โดยคิดค่าเช่ารถบวกกับระยะทางที่ใช้ ช่วงปี ค.ศ. 1930 บริษัท Hertz (บริษัทรถเช่าในสหรัฐอเมริกา) มีแนวคิดให้เช่ารถที่สถานีรถเช่าแห่งหนึ่งและคืนรถที่สถานีรถเช่าอื่นได้ ช่วงปี ค.ศ. 1950 บริษัทรถเช่าเริ่มมีรถให้ลูกค้าเลือกเช่าหลายชนิด มีการปล่อยให้เช่าที่สนามบิน สถานีรถไฟและโรงแรม ช่วงปี ค.ศ. 1970 บริษัทรถเช่าเริ่มใช้ระบบจองผ่านคอมพิวเตอร์ โดยให้ลูกค้าเลือกชนิดรถที่เช่า ประกันต่างๆ สถานที่รับรถ สถานที่ส่งรถ และระยะเวลาที่ใช้รถ ช่วงปี ค.ศ. 1990 การจัดการผลตอบแทน (yield management) ได้ถูกใช้ในบริษัทรถเช่า เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาด้าน ราคา และการจัดการกับรถเช่า (Carroll and Grimes 1995)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dong Li และ Zhan Pang (2017) งานวิจัยนี้ศึกษาระบบควบคุมการจองแบบพลวัต (ระบบมีความเกี่ยวข้องกับเวลา) ภายใต้แนวคิดการบริหารรายได้ งานวิจัยนี้อธิบายว่า คุณสมบัติพื้นฐานของการบริหารรายได้ในอุตสาหกรรมหลายๆชนิดคือ สินค้าคงคลังที่เน่าเสียได้ง่าย (perishable inventory) ลูกค้าสามารถจองก่อนได้ และมีการแบ่งกลุ่มของลูกค้า งานวิจัยนี้ใช้ระบบแบบพลวัตเนื่องจากการตัดสินใจเรื่องปริมาณรถเช่า ไม่ได้คำนวณเพียงปริมาณรถที่ปล่อยให้เช่าได้ในแต่ละวันแต่ต้องคำนวณถึงระยะเวลาที่ปล่อยให้เช่า สถานที่รับรถ และเวลาในการคืนรถเช่า ปัญหาที่มีความซับซ้อนลักษณะนี้จำเป็นต้องใช้ระบบการติดสินใจแบบพลวัต (Li and Pang 2017)

นอกจากนั้น Dong Li และ Zhan Pang ได้อธิบายถึงคุณสมบัติเด่นของธุรกิจรถเช่า คุณสมบัติเด่นของธุรกิจรถเช่าที่แตกต่างจากสายการบินและโรงแรมคือปริมาณรถเช่าที่มีความยืดหยุ่น สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ไม่เหมือนกับสายการบินและโรงแรมที่ปริมาณห้องหรือที่นั่งที่ปล่อยเช่ามีค่าคงที่ รถเช่าสามารถย้ายจากสถานีรถเช่าแห่งหนึ่งไปอีกแห่งหนึ่งได้เพื่อปรับปริมาณรถเช่าในสถานีเช่านั้นๆ การที่ธุรกิจรถเช่ามีปริมาณรถเช่าที่มีความยืดหยุ่น ส่งผลให้ธุรกิจสามารถตอบรับกับความต้องการของลูกค้าและเพิ่มรายได้ให้มากขึ้น

Julian Pachon, Eleftherios Iakovou และ Chi Ip (2006) ศึกษาเกี่ยวกับการวางแผนขบวนรถ (fleet planning) ในธุรกิจรถเช่า การจัดการขบวนรถในบริษัทรถเช่ามีเป้าหมายในการทำให้ประสิทธิภาพในการใช้รถเช่าสูงที่สุด โดยการจัดการกับจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า การวางแผนขบวนรถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือการจัดตำแหน่งของสถานีรถเช่าให้เป็นกลุ่ม (pools) โดยสถานีรถเช่าในกลุ่มเดียวกันสามารถแบ่งรถเช่าให้ใช้งานร่วมกันภายในกลุ่มได้ ขั้นตอนที่สองคือการกำหนดชนิดและปริมาณรถเช่าที่ต้องการเพิ่มหรือลด แล้วส่งข้อมูลให้กับโรงงานผลิต รวมทั้งข้อมูลการเคลื่อนย้ายรถเช่าระหว่างกลุ่มสถานี เป็นขั้นตอนการวางแผนในระยะยาว ขั้นสุดท้ายคือขั้นตอนการทำงานในแต่ละวัน โดยการวางแผนการกำหนดตำแหน่งในการปล่อยรถเช่าภายในกลุ่มสถานี (Pachon, Iakovou et al. 2006)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Zhaolin Li และ Feng Tao (2010) งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับนโยบายในการหาขนาดของขบวนรถและการเคลื่อนย้ายรถเช่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับบริษัทรถเช่าที่ให้บริการเช่ารถระหว่างเมืองสองเมือง ในแต่ละเมืองจะมีการเช่าแบบเที่ยวเดียว (single-trip) คือการที่ลูกค้ามารับรถที่เมืองแรกและคืนรถที่เมืองอีกเมือง แบบที่สองคือ ไป-กลับ (round-trip) คือการที่ลูกค้ามารับและคืนรถที่เมืองเดิม งานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับการเช่าแบบเที่ยวเดียวมากกว่า เนื่องจากราคาในการเช่าแบบเที่ยวเดียว มีราคาสูงกว่าแบบ ไป-กลับ และการเช่าแบบเที่ยวเดียวทำให้เกิดความไม่สมดุลในปริมาณรถของทั้งสองเมือง ดังนั้นนักวางแผนจำเป็นต้องตัดสินใจว่าการย้ายรถจากเมืองหนึ่งไปอีกเมืองหนึ่งมีปริมาณเท่าไหร่ในแต่ละวัน งานวิจัยนี้ได้พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบพลวัต โดยแบ่งเป็น 2

ขั้นตอน ขั้นตอนแรกจะพิจารณาขนาดของขบวนรถ และการเคลื่อนย้ายรถเช่าในขั้นตอนที่สอง (Li and FengTao 2010)

Igor Lazov (2017) นำเสนอตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการหากำไรของบริษัทรถเช่า โดยใช้กระบวนการเกิดและตาย (birth-death process) คือการที่ลูกค้าเข้ามาในระบบแถวคอย ใช้บริการจนเสร็จและออกไปจากแถวคอย เป้าหมายคือการหาขนาดของขบวนรถเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด Igor Lazov ให้ความสำคัญกับขนาดของขบวนรถเนื่องจาก ปัจจัยสำคัญที่ทำให้บริษัทคือการบริหารทรัพย์สินอย่างมีประสิทธิภาพ ทรัพย์สินส่วนใหญ่ภายในบริษัทรถเช่าคือรถเช่า ดังนั้นปริมาณรถเช่าที่ควรมีหรือขนาดของขบวนรถเช่าจึงส่งผลต่อประภาพในการบริหารสินทรัพย์และส่งผลต่อกำไรของบริษัท (Lazov 2017)

Beatriz Brito Oliviera และคณะ (2017) อธิบายว่าการเคลื่อนย้ายรถเช่าโดยไม่มีผู้ใช้งานถือเป็นปัญหาที่สำคัญในบริษัทรถเช่า กำหนดให้ชนิดรถเช่าที่ศึกษาเป็นรถเช่าชนิดพิเศษที่มีปริมาณให้เช่าน้อย บริษัทรถเช่าในงานวิจัยนี้ได้แบ่งชนิดรถเช่าออกเป็นสองชนิดคือ ชนิดธรรมดาและชนิดพิเศษ ปัญหานี้เจาะจงสำหรับรถเช่าชนิดพิเศษ รถเช่าชนิดพิเศษคือรถเช่าที่มีราคาสูงหรือมีลักษณะพิเศษ เช่น มินิแวน (minivans) และ ออฟโรด (off-road) ซึ่งทางบริษัทมีรถชนิดนี้น้อย ธุรกิจรถเช่ามีบทบาทมากขึ้นจากการที่ผู้โดยสารนิยมเดินทางโดยเครื่องบินเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ตัวช่วยในการตัดสินใจสำหรับปัญหาในเรื่องการจัดการขบวนรถเช่าก็เพิ่มขึ้นตาม การทำงานอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้กับบริษัทรถเช่าได้ งานวิจัยนี้เสนอว่าการจัดตารางและวางแผนรถเช่าชนิดพิเศษโดยการลดการเคลื่อนย้ายรถเช่าระหว่างสถานีรถเช่า โดยคำนึงถึงระยะเวลาและตำแหน่งที่ตั้งจะช่วยเพิ่มกำไรให้กับบริษัทรถเช่าได้ ในความเป็นจริงการเคลื่อนย้ายเปล่าหรือการเคลื่อนย้ายรถเช่าส่งผลต่อสภาพแวดล้อมเนื่องจากการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นการลดจำนวนการเคลื่อนย้ายเปล่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดปัญหาด้านสภาพแวดล้อม (Oliveira, Carravilla et al. 2017)

Peng-Sheng You และ Yi-Chih Hsieh (2014) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัญหาเกี่ยวกับขนาดของขบวนรถเช่า และการวางแผนการเคลื่อนย้ายรถ (vehicle-transfer planning) สำหรับบริษัทรถเช่าที่มีหลายสาขาหรือมีหลายสถานีเช่ารถ ในระยะยาวบริษัทจำเป็นต้องพิจารณาถึงขนาดของขบวนรถเช่าสำหรับรถเช่าแต่ละชนิด ในการทำงานแต่ละวัน บริษัทต้องจัดการรถเช่าให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ในทางปฏิบัติรถเช่ามักจะถูกส่งคืนที่สาขาหรือสถานีเช่ารถที่ลูกค้าไปรับรถเช่ามา เพื่อเสนอบริการที่ดีขึ้นให้กับลูกค้า หลายๆบริษัทอนุญาตให้ส่งคืนรถเช่าที่สาขาหรือสถานีรถเช่าอื่นๆได้โดยเสียค่าธรรมเนียมเพิ่มขึ้น บริษัทรถเช่าสามารถเพิ่มความสามารถในการแข่งขันโดยการเพิ่มบริการนี้เข้าไป แต่เนื่องจากการที่ลูกค้าส่งคืนรถเช่าในตำแหน่งที่ตั้งที่ต่างจากเดิม สถานการณ์นี้ส่งผลต่อการเก็บ (stock) รถเช่าเป็นอย่างมาก ทำให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทานในหลายๆสาขา การวางแผนการเคลื่อนย้ายรถเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการแก้ปัญหานี้ สิ่งที่พิจารณาได้แก่(ปริมาณรถเช่าในแต่ละสถานี (fleet deployment) และ ความต้องในการเคลื่อนย้ายรถในแต่ละสาขา (transportation operations) (You and Hsieh 2014)

Beatriz Brito Oliviera และคณะ (2017) อธิบายถึงปัญหาในการจัดการกับขบวนรถเช่า ธุรกิจรถเช่ามีลักษณะเด่นอยู่ที่ขบวนรถและการตัดสินใจที่มีความยืดหยุ่น ขบวนรถที่มีความยืดหยุ่นในธุรกิจรถเช่าหมายถึง ขบวนรถสามารถเคลื่อนย้ายและการเปลี่ยนตำแหน่งรถที่ง่าย ในด้านการตัดสินใจ การตัดสินใจครอบคลุมตั้งแต่การออกแบบเครือข่ายสถานีรถเช่าไปจนถึงการซ่อมบำรุงรถแต่ละคัน ความยืดหยุ่นในที่นี้ยกตัวอย่างเช่น การที่เราสามารถเพิ่มหรือลดจำนวนรถได้ง่าย การเพิ่มหรือรถจำนวนรถเช่าโดยการซื้อและขายก็เป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มกำไรให้กับบริษัท ดังนั้นการจัดการกับปริมาณรถจึงเป็นหนึ่งในปัญหาที่ต้องพิจารณาในการจัดการกับขบวนรถเช่า อีกปัญหาสำคัญในการจัดการกับขวนรถเช่านั้นคือ ประสิทธิภาพของขบวนรถ หากบริษัทใช้ขบวนรถได้ไม่เต็มประสิทธิภาพหรือมีรถว่าง จะเกิดเป็นต้นทุนสูญเสียโอกาสขึ้น (Oliveira, Carravilla et al. 2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การจัดการขบวนรถนั้นรวมไปถึงการจองและการจัดตารางเช่ารถ รายละเอียดในการจองรถเช่าได้แก่ ชนิดของรถ สถานที่รับรถ วันเวลาที่รับรถ สถานที่ส่งรถ วันเวลาที่ส่งรถ ถ้าหากไม่มีรถให้

เช่าตามที่ลูกค้าต้องการ จะเกิดกรณีอัพเกรดหรือการเสนอรถเช่าที่มีคุณภาพดีกว่าให้กับลูกค้า และทางเลือกสุดท้ายเพื่อป้องกันการสูญเสียรายได้ บางบริษัทจะทำการ ดาวน์เกรด หรือเสนอรถที่มีคุณภาพต่ำกว่ารถที่ลูกค้าต้องการพร้อมทั้งลดราคาค่าเช่า

3. งานวิจัยเกี่ยวกับการสำรองเกิน (overbooking)

Yoshinori Suzuki (2006) ศึกษาเกี่ยวกับกำไรสุทธิที่ได้จากการสำรองเกินในสายการบิน กำไรจากการสำรองเกินมักคำนวณจากกรณีที่เที่ยวบินที่มีผู้โดยสารจำนวนมากเกินกว่าจำนวนที่นั่ง โดยไม่สนใจรายได้ที่สูญเสียไปจากกรณีเที่ยวบินที่มีผู้โดยสารจำนวนน้อยกว่าที่นั่ง งานวิจัยนี้ได้ศึกษากำไรสุทธิที่เกิดจากรายได้ทั้งในเที่ยวบินที่มีผู้โดยสารจำนวนมากเกินกว่าจำนวนที่นั่งและจำนวนน้อยกว่าจำนวนที่นั่ง เที่ยวบินส่วนใหญ่ศึกษาการสำรองเกินแล้วนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับสายการบิน 10-15% ของผู้โดยสารที่ยืนยันการจองกับสายการบินมักไม่มาหรือไม่แสดงตัว (no-show) โดยไม่แจ้งสายการบินล่วงหน้า ทำให้เกิดที่ว่าง ที่ว่างนี้เกิดเป็นการสูญเสียรายได้ สายการบินสามารถลดที่ว่างนี้โดยการใช้การสำรองเกิน การคำนวณผลกำไรโดยไม่คำนึงถึงการสูญเสียรายได้ทำให้การคำนวณกำไรสุทธิของสายการบินพลาดอยู่ งานวิจัยนี้จึงเสนอตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณกำไรสุทธิที่ได้จากการสำรองเกิน (Suzuki 2006)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Wannakrairot (2014) ได้เสนอตัวแบบทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการสำรองเกินในธุรกิจการขนส่งสินค้าทางเครื่องบิน ตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ได้เป็น 2 มิติ เนื่องจากการขนส่งสินค้าต้องคำนึงถึงน้ำหนักและปริมาตร ทำให้มีปัจจัยทั้งสองเข้ามาเกี่ยวข้อง ตัวแบบทางคณิตศาสตร์จึงมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเสนอ ต้นทุนที่เกิดจากการเสียโอกาสในการสร้างรายได้ (spoilage cost) ในมุมมองของการปฏิเสธ (rejection) โดยทั่วไปตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในเรื่องการสำรองเกิน ในส่วนต้นทุนที่เกิดจากการเสียโอกาสในการสร้างรายได้คิดจากผลต่างระหว่างปริมาณสินค้าที่มี (capacity) กับ จำนวนที่ลูกค้ามาจอง แต่งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเรื่องการปฏิเสธ จะเกิดขึ้นต่อเมื่อจำนวนการจองมีมากกว่าระดับการสำรองเกิน (overbooking level) ทำให้ทางบริษัทต้องปฏิเสธการจองของลูกค้าที่

เกินมาไป การที่ทางบริษัทต้องปฏิเสธลูกค้าทำให้เกิดการสูญเสียรายได้ ดังนั้นหากไม่เกิดการปฏิเสธจะไม่เกิดต้นทุนเสียโอกาสขึ้น

Takeshi และ Hiroaki (2005) ศึกษาตัวแบบการสำรองเกินโดยเป้าหมายคือรายได้สูงสุดสำหรับโรงแรมที่มีห้องพักราคาเดียว มีการขยายความในส่วนช่วงเวลาในการจอง ราคาในช่วงการจองแบ่งได้เป็น 2 ราคาคือราคาถูกและราคาธรรมดา และแบ่งช่วงเวลาการจองเป็น 3 ช่วง ช่วงแรกคือช่วงที่เปิดให้ลูกค้าจองก่อนในราคาถูก ลูกค้าที่จองห้องพักในราคาถูกจะไม่อนุญาตให้ยกเลิกห้องพัก ในกรณีที่จำนวนห้องพักที่เปิดให้จองก่อนในราคาถูกเต็มจำนวน จำนวนคนจองที่เหลือจะต้องจ่ายราคาปกติ หรือถ้าหมดช่วงแรกแล้วห้องพักที่เปิดให้จองในราคาถูกไม่เต็มจำนวน จำนวนห้องที่เหลือถูกจะถูกย้ายไปรวมกับจำนวนห้องราคาปกติโดยขายในราคาปกติในช่วงที่สอง สำหรับลูกค้าที่จองราคาปกติสามารถยกเลิกห้องได้โดยไม่เสียค่าชดเชยก่อนหมดช่วงที่สอง และช่วงสุดท้ายถ้าลูกค้าที่จองห้องพักราคาธรรมดายกเลิกการจอง ลูกค้าจำเป็นต้องเสียค่าชดเชย (Koide and Ishii 2005)

Amaruchkul และ Sae- Lim (2011) งานวิจัยนี้อธิบายถึงตัวแบบการสำรองเกิน เป้าหมายคือการหาต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยมีตัวแปรสุ่ม (random variable) คือ จำนวนลูกค้าที่แสดงตัว (show demand) งานวิจัยนี้อธิบายว่าจำนวนลูกค้าที่แสดงตัวเป็นผลคูณระหว่างระดับการสำรองเกิน กับอัตราการแสดงตัวของลูกค้า (show-up rate) ฟังก์ชันในการแสดงตัวของลูกค้ามีผลกระทบต่อระดับการสำรองเกิน โดยตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่มีฟังก์ชันในการแสดงตัวของลูกค้าที่ต่างกันจะส่งผลให้ต้นทุนและระดับการสำรองเกินแตกต่างกันด้วย (Kannapha Amaruchkul and Patipan Sae-Lim 2011)

B. Vipin และ R.K. Amit (2017) ศึกษาปัญหา Newsvendor ที่ประยุกต์ใช้กับทฤษฎีคาดหวัง (prospect theory) แนวคิดคือความรู้สึกของคนเมื่อสูญเสียกับได้รับมีค่าต่างกัน โดยพิจารณาการหลีกเลี่ยงการสูญเสีย (loss aversion) กับจุดอ้างอิงแบบสุ่ม (stochastic reference point) โดยตัวแบบที่ใช้เรียกว่าตัวแบบ loss averse-reference dependent (loss averse-

reference dependent model) เป้าหมายคือการศึกษาพฤติกรรมของตัวแปร ตัวแบบ loss averse-reference dependent แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการสั่งที่ได้จากปัญหา Newsvendor มีลักษณะลู่เข้าสู่ศูนย์กลาง (pull-to-center effect) และมีความไม่สมมาตร (Vipin and Amit 2017)

Moh'd El-Sharo และคณะ (2015) งานวิจัยนี้เสนอตัวแบบการสำรองเกินในกรณีการจัดตารางนัดผู้ป่วยนอก การสำรองเกินในปัญญานี้เกิดขึ้นในกรณีที่มีการจัดผู้ป่วยให้อยู่ในตารางนัดเดียวกันมากกว่าหนึ่งคน เป้าหมายของตัวแบบนี้คือ กำไรสูงสุด เวลารอของผู้ป่วยน้อยที่สุด และมีการจัดผู้ป่วยลงตารางเดียวกันให้น้อยที่สุด งานวิจัยนี้กล่าวว่าการที่มีผู้ให้บริการหลายราย ส่งผลให้มีกำไรมากกว่ามีผู้ให้บริการรายเดียว 19-24% และกำไรจะให้ค่าสูงที่สุดเมื่อจัดให้คนไข้ที่ล้นกระจายไปยังผู้ให้บริการรายอื่น โดยขึ้นอยู่กับจำนวนงานที่ทำได้ของผู้ให้บริการ โดยมีข้อกำหนดคือผู้ป่วยทุกคนไม่มีผู้ให้บริการที่เจาะจง ในความเป็นจริงผู้ป่วยมักจะใช้บริการรายเดิมเพื่อความต่อเนื่องของการรายรักษา งานวิจัยจึงเสนอว่าในอนาคตสามารถเพิ่มเติมตัวแบบนี้โดยเพิ่มผู้ให้บริการประจำเข้าไป (El-Sharo, Zheng et al. 2015)

D.D.Sierag และคณะ (2015) ได้ศึกษาตัวแบบคณิตศาสตร์ต่อจากงานของ Talluri และ van Ryzin (2004) โดยมีการเพิ่มการยกเลิก (cancellation) เข้าไปในตัวแบบคณิตศาสตร์ โดยตัวแบบชนิดนี้เป็นแบบพลวัต (เวลามีผล) งานวิจัยนี้ได้เสนอตัวแบบที่ไม่มีการยกเลิกกับตัวแบบที่มีการยกเลิก การสร้างตัวแบบโดยไม่มีการยกเลิกทำให้สูญเสียรายได้มากถึง 20% (Sierag, G.M.Koole et al. 2015)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Mahshid Salemi Parizi และ Archis Ghate (2016) งานวิจัยนี้นำเสนอการจัดตารางการผ่าตัดโดยมี หลายระดับ (multi-class), ทรัพยากรหลายชนิด (multi-resource) สำหรับปัญหาการสำรองเกินภายในโรงพยาบาล คนที่ทำหน้าที่จัดตารางได้รับตารางนัดที่เป็นแบบพลวัตและแบบสุ่มสำหรับการผ่าตัดที่แตกต่างกัน โดยเมื่อมีคำขอในการผ่าตัด คนจัดตารางจะจัดคำขอลงตารางการนัดหรือปฏิเสธ คำขอที่ลงตารางนัดไปอาจเกิดคนไข้ที่ไม่มา (no-show) ขึ้นได้หรือผู้ป่วยไม่มาตามที่ลงตารางไว้ เพื่อป้องกันคนจัดตารางจึงสำรองเกินตารางการผ่าตัด โดยหวังว่าจะมีทรัพยากรที่เพียงพอ เช่น หมอ, พยาบาล, ผู้ช่วย ,อุปกรณ์ต่างๆที่ต้องใช้ ดังนั้นปัญหานี้จึงมีความซับซ้อนมาก งานวิจัยนี้ได้

อธิบายว่าการที่คนไข้ไม่มาเป็นปัจจัยภายนอกหลักๆที่ส่งผลกระทบต่อระบบการจัดตาราง (Parizi and Ghate 2016)

Itir Kareaesmen และ Garrett van Ryzin (2004) งานวิจัยนี้พิจารณาเกี่ยวกับปัญหาการสำรองเกินสำหรับการจองห้องในกรณีที่สินค้าคงคลังมีหลายระดับ หรือกล่าวได้ว่าสินค้าคงคลังหลายระดับสามารถใช้แทนที่เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าเมื่อสินค้าที่ลูกค้าต้องการจองเต็ม งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการหาระดับการสำรองเกิน ในการจองหลายระดับ ตัวอย่างเช่น โรงแรมที่มีห้องพักหลายราคา เครื่องบินที่มีที่นั่งหลายระดับ บริษัทรถเช่าที่มีรถให้เช่าหลายชนิด ผู้แต่งอธิบายว่างานวิจัยก่อนหน้าส่วนใหญ่ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการสำรองเกิน โดยมีสินค้าคงคลังระดับเดียว แต่ในความเป็นจริงธุรกิจโรงแรม สายการบินหรือรถเช่ามักมีสินค้าให้จองหลายระดับ เมื่อเกิดปัญหามีการจองเกิน การมีสินค้าหลายระดับช่วยให้มีสินค้าที่ใช้แทนที่ได้เมื่อมีการจองเกิน เช่น สายการบินที่นั่งชั้นประหยัดและชั้นธุรกิจสามารถย้ายไปนั่งที่เฟิร์สคลาส ในทำนองเดียวกันห้องพักโรงแรมธรรมดาสามารถอัพเกรดเป็นแบบลักซ์ชูรี่ (luxury) หรือ รถเช่าชนิดคอมแพค (compact) สามารถอัพเกรดเป็นรถเช่าชนิดมิดไซส์ (mid-size) ได้ ดังนั้นการมีสินค้าแทนที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการสำรองเกิน ตัวแบบในการจองในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกคือช่วงการจองเป็นช่วงที่บริษัทจะรู้ปริมาณการจองของลูกค้า และช่วงการบริการเป็นช่วงที่บริษัทจะรู้ปริมาณที่ลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการจริงกับลูกค้าที่ไม่มาใช้บริการ (Karaesmen and Ryzin 2004)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Phumchusri และ Maneesophon (2014) ศึกษาธุรกิจโรงแรม โดยออกแบบตัวแบบทางคณิตศาสตร์เรื่องการสำรองเกินสำหรับห้องพักสองราคา เพื่อลดต้นทุนที่เกิดขึ้นให้ต่ำที่สุด โดยพัฒนาตัวแบบมาจากปัญหา Newsvendor สถานการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีห้องพัก 2 ราคาคือการอัพเกรด การอัพเกรดเกิดขึ้นในกรณีที่ห้องพักราคาถูกมีการจองเกินจำนวน และห้องพักราคาสูงกว่ามีจำนวนรถเหลือ ทางโรงแรมสามารถย้ายลูกค้าจากที่จองห้องพักราคาถูก มาห้องพักราคาที่สูงกว่าได้ โดยจะมีต้นทุนส่วนต่างที่เกิดขึ้นจากการอัพเกรด สำหรับลูกค้าที่เหลือ ทางโรงแรมจะพาลูกค้าไปใช้บริการโรงแรมในเครือหรือโรงแรมที่ใกล้เคียงแทน โดยจะเกิดค่าใช้จ่ายขึ้น เป้าหมายของงานวิจัยคือการหาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้ต้นทุนที่เกิดขึ้นมีค่าต่ำที่สุดงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการพิสูจน์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ว่าตัวแบบที่ได้สามารถให้ค่าที่ต่ำที่สุดได้จริงหรือไม่ โดยพิจารณาเพียงความไม่

แน่นอนของจำนวนการยกเลิกของลูกค้า (Naragain Phumchusri and Panaratch Maneesophon 2014)

จากงานวิจัยที่ศึกษาพบว่า

1. ต้นทุนเสียโอกาสคือต้นทุนที่เกิดขึ้นเมื่อทางบริษัทสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้กับสินค้าหรือบริการนั้นๆไป ยกตัวอย่างเช่น กรณีโรงแรม สินค้าของโรงแรมคือห้องพัก รายได้ที่ได้เกิดขึ้นจากการที่ลูกค้าจ่ายค่าเช่าเพื่อมาใช้บริการห้องพักในโรงแรม โดยปกติลูกค้าจะจองห้องพักล่วงหน้าก่อนเข้าใช้บริการ ซึ่งในบางครั้งลูกค้าอาจยกเลิกเนื่องจากมีโรงแรมที่เหมาะสมกับการใช้บริการมากกว่าหรือติดธุระบางอย่างทำให้ไม่สามารถเข้าพักได้ การยกเลิกนี้ส่งผลให้โรงแรมเกิดห้องพักที่ไม่มีลูกค้าใช้บริการหรือห้องพักสูญเปล่า ห้องพักเหล่านี้ทำให้โรงแรมเสียโอกาสในการสร้างได้ไป โดยปกติต้นทุนเสียโอกาสมักคิดจาก ราคาห้องพักเรียกว่าต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยคูณกับจำนวนห้องพักที่เหลือหรือห้องพักที่ไม่มีลูกค้าใช้บริการ ในความเป็นจริงเมื่อมองในมุมของการสำรองเกิน การสูญเปล่าของห้องพัก เช่นเดียวกับที่นั่งเปล่าบนเครื่องบิน และรถเช่าที่ไม่มีลูกค้าใช้บริการการสูญเปล่าบางกรณีไม่มีความเชื่อมโยงกับการสำรองเกิน ดังนั้นต้นทุนเสียโอกาสที่เกิดขึ้นอาจไม่ใช่ต้นทุนเสียโอกาสที่เกิดขึ้นจากการสำรองเกิน ในงานวิจัยนี้จึงเสนอต้นทุนเสียโอกาสที่เกิดจากการสำรองเกินโดยใช้การปฏิเสธ (rejection) เป็นประเด็นหลักในการพิจารณา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. การสำรองเกินเป็นการตัดสินใจที่เกิดขึ้นเมื่อมีความไม่แน่นอน หากลูกค้ามาใช้บริการได้ครบตามจำนวนการจอง การสำรองเกินจะไม่เกิดขึ้น แต่ในความเป็นจริงการยกเลิกบริการของลูกค้าส่งผลให้เกิดสินค้าที่สูญเปล่า สินค้าที่สูญเปล่าเหล่านี้นำมาซึ่งการสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้ วิธีป้องกันการสูญเสียรายได้เหล่านั้น นักวางแผนมักใช้การสำรองเกินโดยการเปิดให้จองห้องพักเกินจำนวน จองที่นั่งบนเครื่องเกินจำนวน และจองรถเช่าเกินจำนวน เพื่อชดเชยกับลูกค้าที่ยกเลิกการบริการนั้นไป ดังนั้นการสำรองเกินจึงเป็นวิธีป้องกันการสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้สำหรับสินค้าที่มีความไม่แน่นอน ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น ยกตัวอย่างเช่น จำนวนลูกค้าที่จอง จำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริง จำนวนลูกค้าที่ยกเลิก ความไม่แน่นอนเหล่านี้ในงานวิจัยจัดเป็นตัวแปรสุ่มหรือตัวแปรที่มีความไม่แน่นอน ในงานวิจัยตัวแปรสุ่มที่เกิดขึ้นในตัวแบบสำรองเกินเป็นตัวแปรสุ่มเดี่ยวหรือมีตัวแปรสุ่มชนิดเดียว ในงานวิจัยนี้เมื่อนำการปฏิเสธมาใช้เป็นตัวพิจารณาต้นทุนเสียโอกาสทำให้ตัวแปรสุ่มที่

ใช้มีสองชนิดด้วยกัน ได้แก่จำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้ใช้บริการจริง อีกทั้งตัวแปรสุ่มทั้งสองชนิดนี้มีการกระจายที่เกิดขึ้นร่วมกันเนื่องจากตัวแปรสุ่มทั้งสองชนิดนี้มีความสัมพันธ์ต่อกัน

3. ตัวแบบสำรองเกินมักใช้กับธุรกิจโรงแรมและธุรกิจสายการบิน ในงานวิจัยนี้ได้เสนอความเหมาะสมในการใช้ตัวแบบสำรองเกินกับธุรกิจรถเช่าเนื่องจากการเช่ารถมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น ซึ่งเหมาะสมกับการนำการสำรองเกินมาแก้ปัญหาอีกทั้งโดยปกติ ตัวแบบสำรองเกินเกิดจากต้นทุนสองชนิดด้วยกันได้แก่ ต้นทุนเมื่อสินค้าเกินและต้นทุนเมื่อสินค้าขาด ต้นทุนเมื่อสินค้าเกินจำนวนหรือมีสินค้าเหลือ จากที่กล่าวไปข้างต้นกรณีนี้ทำให้เกิดต้นทุนเสียโอกาส ส่วนอีกกรณีในกรณีที่สินค้าขาด ทางบริษัทต้องชดเชยบางอย่างให้กับลูกค้าในกรณีที่ลูกค้าจองสินค้าหรือบริการเหล่านั้นไว้แต่บริษัทไม่มีให้หรือจำเป็นต้องหาสินค้าหรือการบริการใหม่มาให้กับลูกค้า ในงานวิจัยนี้ต้นทุนเมื่อสินค้าขาดเรียกว่าต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น การเช่ารถหากมีรถเช่าขาดเนื่องจากลูกค้ามาใช้บริการเกินจำนวนรถเช่าที่มี บริษัทสามารถใช้บริการจากบริษัทอื่นได้โดยบริษัทยอมจ่ายค่าส่วนต่างในการเช่ารถจากบริษัทอื่นและนำรถเช่ามาให้ลูกค้าบริการ ข้อได้เปรียบของธุรกิจรถเช่าคือลูกค้าจะไม่เห็นความแตกต่างของบริการ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อลูกค้าเช่ารถรูปแบบเอ เมื่อรถรูปแบบเอไม่เพียงพอต่อการให้บริการ บริษัทจะเช่ารถรูปแบบเอจากบริษัทอื่นเพื่อมาให้บริการกับลูกค้า ลูกค้าจะไม่เห็นความแตกต่างของการบริการเนื่องจากลูกค้าได้ใช้บริการรถเช่าเอเหมือนที่ได้จองไว้ ทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อระดับความพึงพอใจของลูกค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

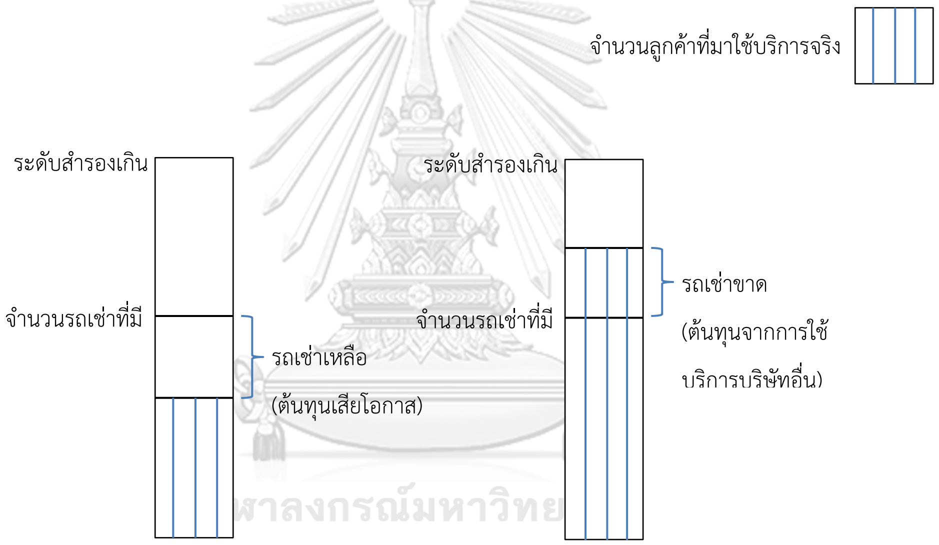
บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ปัญหาการสำรองเกินและการปฏิเสธ

ในบทนี้จะอธิบายถึงปัญหาการสำรองเกินสำหรับสินค้าหนึ่งระดับรวมทั้งปัญหาการสำรองเกินสำหรับสินค้าหนึ่งระดับเมื่อนำแนวคิดเรื่องการปฏิเสธเพิ่มเข้ามา จากที่กล่าวไปในบทก่อนหน้าการสำรองเกิน (overbooking) เป็นเทคนิคหนึ่งในการบริหารรายได้ มีหลักการคือจะเปิดให้จองหรือเช่าเกินจำนวนสินค้าหรือบริการที่มี เพื่อลดการเสียโอกาสในการสร้างรายได้จากการที่มีห้องพักโรงแรมเหลือ มีที่นั่งบนเครื่องบินที่ว่างอยู่ หรือมีรถเช่าที่ไม่มีลูกค้าใช้ แต่เมื่อพนักงานเปิดให้มีการสำรองเกินจำนวนย่อมมีโอกาสที่ลูกค้าจะมาใช้บริการเกินจำนวนสินค้าที่มี ทำให้ทางบริษัทต้องเสียต้นทุนบางอย่างในการชดเชยให้กับลูกค้าเช่น การย้ายสายการบินลูกค้าพร้อมมอบค่าชดเชย การอัพเกรดห้องพักโรงแรม หรือการใช้บริการรถเช่าจากบริษัทอื่น ปัญหาการสำรองเกินที่เกิดขึ้นนี้ สิ่งที่ต้องพิจารณาคือต้องทำให้ต้นทุนที่เกิดจากการที่มีสินค้าเหลือหรือต้นทุนเสียโอกาสกับต้นทุนที่มีสินค้าไม่พอหรือต้นทุนในการชดเชยให้มีค่าน้อยที่สุด ในกรณีธุรกิจเช่นเดียวกับธุรกิจอื่นๆคือเมื่อมีรถเช่าเหลือหรือลูกค้าไม่มาใช้บริการเต็มจำนวนรถเช่าที่มีจะเรียกต้นทุนนี้ว่าต้นทุนเสียโอกาส ในกรณีที่รถเช่าขาดหรือมีลูกค้ามาใช้บริการมากกว่าจำนวนรถเช่าที่มี บริษัทรถเช่าจะชดเชยให้ลูกค้าโดยการใช้บริการจากบริษัทอื่น เนื่องจากการใช้บริการรถเช่าจากบริษัทอื่นลูกค้าจะไม่ให้ความแตกต่างในการให้บริการ ดังนั้นการใช้บริการจากบริษัทอื่นจึงเป็นสิ่งที่ลูกค้ายอมรับได้ แน่นอนว่าการใช้บริการจากบริษัทอื่นจะมีค่าใช้จ่ายมากกว่าหรือเกิดต้นทุนที่เรียกว่าต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น ปัญหาการสำรองเกินในธุรกิจรถเช่าคือการทำให้ต้นทุนรวมระหว่างต้นทุนเสียโอกาสกับต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นมีค่าน้อยที่สุด โดยเป้าหมายที่พนักงานหรือนักวางแผนต้องคิดคือระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

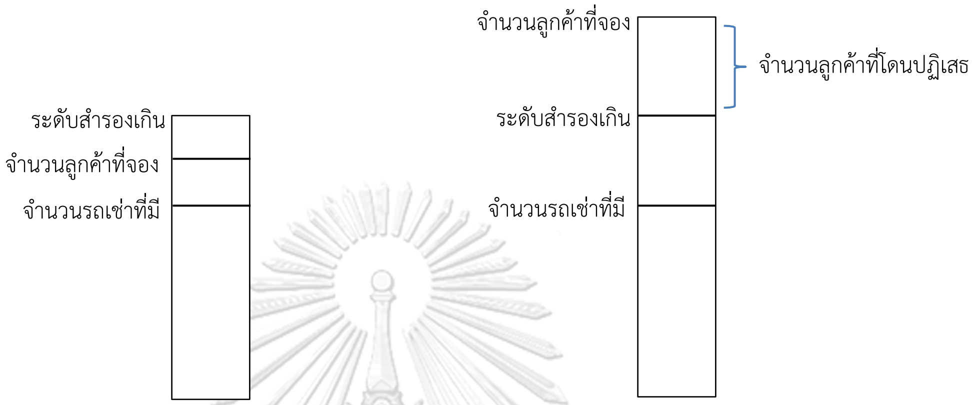
ปัญหาการสำรองเกินที่เกิดขึ้นมาจากความไม่แน่นอนในการใช้บริการของลูกค้า ในทางกลับกันถ้าบริษัททราบแน่นอนว่าลูกค้าจะมาใช้บริการเป็นจำนวนเท่าไหร่ บริษัทสามารถเปิดสำรองเกินในส่วนต่างนั้นๆได้ แต่ในความเป็นจริงบริษัทไม่ทราบแน่ชัดว่าลูกค้าที่มาใช้บริการมีจำนวนเท่าไหร่ซึ่งเกิดจากการที่ลูกค้าจองแล้วยกเลิกกะทันหันหรือลูกค้าไม่มาใช้บริการ การยกเลิกและการไม่มาใช้บริการของลูกค้าที่มีความไม่แน่นอนส่งผลให้จำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมีความไม่แน่นอน พนักงานจำเป็นต้องคำนึงถึงระดับการสำรองเกินหรือปริมาณลูกค้าสูงสุดที่ยอมให้จองรถเช่าเกินจำนวนเพื่อตอบรับกับความไม่แน่นอนของลูกค้าที่มาใช้บริการจริง ต้นทุนจากการสำรองเกินที่เกิดขึ้นเมื่อลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมีความไม่แน่นอนแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ต้นทุนที่เกิดจากการสำรองเกิน

เมื่อพิจารณาถึงขั้นตอนการจอง พนักงานที่ดูแลจะเปิดให้มีการจองรถเช่า จำนวนในการจองสูงสุดที่สุดโดยปกติคือจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ แต่ในกรณีนี้เมื่อมีการใช้การสำรองเกินทำให้จำนวนในการจองสูงที่สุดอยู่ที่ระดับสำรองเกินหรือแปลว่าถ้ามีลูกค้าขอจองรถเช่ามากกว่าระดับสำรองเกินจะไม่ยอมให้ลูกค้าจำนวนนั้นจองรถเช่า หรือแปลว่าพนักงานต้องปฏิเสธลูกค้าจำนวนนั้นไปดังรูปที่ 6 หลังจากนั้นเมื่อถึงวันเวลาที่ใช้รถเช่า ลูกค้าที่จองมีโอกาสที่จะมาใช้บริการไม่ครบตามจำนวนดังที่กล่าวไว้ในตอนต้นนั่นคือมีโอกาสที่ลูกค้าจะยกเลิกกะทันหันหรือไม่มาใช้บริการทำให้มีรถเช่าที่สูญ

เปล่าหรือเสียโอกาสในการสร้างรายได้ไป แต่ถ้ามองในความเป็นจริงแล้วการสูญเสียรายได้ของลูกค้าบางกรณีไม่ได้เกิดจากการสำรองเกิน ในงานวิจัยนี้ได้ใช้การปฏิเสธเป็นตัวจำแนกว่าถ้าเกิดการปฏิเสธลูกค้าขึ้นจะเกิดการสูญเสียรายได้จากการสำรองเกิน



รูปที่ 6 การจองที่ไม่เกิดการปฏิเสธ (รูปซ้าย) และการจองที่เกิดการปฏิเสธ (รูปขวา)

การปฏิเสธเป็นเกณฑ์ในการแบ่งต้นทุนเสียโอกาสเนื่องจากระดับสำรองเกินเป็นค่าที่ส่งผลต่อจำนวนลูกค้าที่โดนปฏิเสธการจอง ในกรณีที่มีการปฏิเสธเกิดขึ้น ถึงเวลาที่มีการใช้บริการรถเช่า ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีทำให้เกิดการเสียโอกาสในการสร้างรายได้เนื่องมากจากการปฏิเสธ ถ้าพนักงานตั้งระดับการสำรองเกินต่ำจะส่งผลให้จำนวนลูกค้าที่โดนปฏิเสธมีจำนวนมาก ถ้าลูกค้าที่โดนปฏิเสธเหล่านั้นไม่โดนปฏิเสธจะทำให้จำนวนรถเช่าที่เหลือลดน้อยลง ในอีกกรณีถ้าพนักงานตั้งระดับการสำรองเกินสูงจะส่งผลให้ลูกค้าที่โดนปฏิเสธมีจำนวนน้อยลง ส่งผลให้จำนวนรถเช่าที่เหลือลดลงและสร้างรายได้มากขึ้น เมื่อพิจารณาในเรื่องการจองเพิ่มเข้าไปในปัญหาการสำรองเกินทำให้การปฏิเสธเป็นเกณฑ์ในการแบ่งต้นทุนเสียโอกาสในงานวิจัยนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2 ตัวแปรและพารามิเตอร์

ในงานวิจัยนี้แบ่งตัวแปรและพารามิเตอร์ออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มแรกคือพารามิเตอร์และค่าคงที่ กลุ่มที่สองคือตัวแปรสุ่มหรือตัวแปรที่มีความไม่แน่นอน กลุ่มที่สามคือตัวแปรตัดสินใจหรือค่าที่ต้องการ กลุ่มสุดท้ายคือตัวแปรอื่นๆที่ได้จากการคำนวณตัวแปรในสามกลุ่มแรก

1) พารามิเตอร์และค่าคงที่

o : ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย

a : ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย

C : จำนวนรถเช่าที่มีอยู่

2) ตัวแปรสุ่ม

b : จำนวนลูกค้าที่จองรถเช่า

s : จำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริง

3) ตัวแปรตัดสินใจ

Q : ระดับสำรองเกิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) ตัวแปรอื่นๆ

CO : ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น

CU : ต้นทุนเสียโอกาส

TC : ต้นทุนรวม

3.3 สมมติฐาน

1) การกระจาย

จำนวนลูกค้าที่จองรถเช่าและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงในงานวิจัยนี้เป็นตัวแปรสุ่มหรือมีความไม่แน่นอน ความไม่แน่นอนของทั้งสองตัวแปรนี้มีการกระจายร่วมกัน จากความสัมพันธ์ที่ว่าจำนวนลูกค้าที่จองจะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงเสมอ หรือจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงไม่มีทางมากกว่าจำนวนลูกค้าที่จอง ทำให้เกิดเป็นการกระจายร่วมของตัวแปรสุ่มทั้งสองชนิด ในการใช้งานจริงทางบริษัทจำเป็นต้องหาฟังก์ชันร่วมของทั้งสองตัวแปรหรือฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (probability density function) เพื่อนำตัวแบบในงานวิจัยนี้ไปใช้งานและฟังก์ชันการกระจายร่วม (joint distribution function) แทนด้วย f[b,s]

2) การเสียโอกาส

การเสียโอกาสในงานวิจัยนี้เกิดขึ้นเมื่อมีการปฏิเสธ การปฏิเสธเกิดขึ้นในกรณีที่จำนวนลูกค้าที่จองรถเช่ามีมากกว่าระดับสำรองเกินทำให้พนักงานที่ดูแลจำเป็นต้องปฏิเสธลูกค้าเหล่านั้นไป ระดับสำรองเกินมีผลต่อจำนวนลูกค้าที่โดนปฏิเสธ ในกรณีที่เกิดการปฏิเสธขึ้น ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีส่งผลให้มีรถเช่าเหลือและสูญเสียโอกาสในการสร้างได้ไป จำนวนของรถเช่าที่เสียโอกาสในการสร้างรายได้คำนวณจากค่าที่น้อยที่สุดระหว่างจำนวนลูกค้าที่โดนปฏิเสธกับรถเช่าที่เหลือ ถ้าลูกค้าที่โดนปฏิเสธมีจำนวนน้อยกว่า จำนวนรถเช่าที่เสียโอกาสคือจำนวนลูกค้าที่โดนปฏิเสธเนื่องจากถ้าไม่ปฏิเสธลูกค้าเหล่านั้นจะไม่เสียโอกาสในการสร้างรายได้ไป ในทางกลับกันถ้าจำนวนรถเช่าที่เหลือมีจำนวนน้อยกว่า จำนวนรถเช่าที่เสียโอกาสจะคำนวณจากจำนวนรถเช่าที่เหลือเนื่องจากถึงแม้จะมีลูกค้าที่โดนปฏิเสธอยู่จำนวนหนึ่ง แต่รถเช่าที่เหลือมีน้อยกว่า การเสียโอกาสคำนวณได้เพียงจำนวนรถเช่าที่เหลือเท่านั้น

3) การใช้บริการจากบริษัทอื่น

การใช้บริการจากบริษัทอื่นหรือกรณีที่ลูกค้ามาใช้บริการมากกว่าจำนวนรถเช่าที่มีจากการที่เปิดให้เช่าเกินจำนวนหรือสำรองเกิน รถเช่าที่ใช้บริการจากบริษัทอื่นจะมีความเหมือนหรือใกล้เคียงกับรถเช่าที่ลูกค้าจองเพื่อให้ลูกค้าไม่รู้สึกถึงความแตกต่างทางด้านบริการและเพื่อรักษาความพึงพอใจของลูกค้า ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการจากบริษัทอื่น บริษัทรถเช่าจำเป็นต้องจ่ายเพื่อชดเชยให้กับลูกค้าที่ทางบริษัทเปิดให้มีการสำรองเกิน ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นมีค่ามากกว่ารถเช่าของทางบริษัทและมีจำนวนจำกัด โดยจำนวนรถเช่าที่ทางบริษัทสามารถใช้บริการได้จากบริษัทอื่นขึ้นอยู่กับข้อตกลงที่ได้ตกลงกันไว้ ในงานวิจัยนี้กำหนดให้จำนวนรถเช่าที่สามารถใช้บริการบริษัทอื่นได้มากกว่าจำนวนรถเช่าที่สำรองเกินเสมอ

4) ต้นทุนต่อหน่วย

ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยคำนวณจากราคารถเช่าต่อหน่วย การสูญเสียโอกาสสำหรับรถเช่าชนิดใดๆหรือมีรถเช่าชนิดนั้นว่างจากการใช้บริการ ต้นทุนเสียโอกาสที่เกิดขึ้นจึงคำนวณจากราคาของรถเช่าชนิดนั้นๆ ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเมื่อเทียบกับต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยจะมีค่าน้อยกว่าเสมอ เนื่องจากการใช้บริการจากบริษัทอื่นย่อมมีค่าใช้จ่ายในการบริการสูงกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.4 ต้นทุน

เป้าหมายของตัวแบบการสำรองเกิน (overbooking models) ในงานวิจัยนี้คือการหาระดับการสำรองเกิน (overbooking level) สำหรับรถเช่าแต่ละชนิดเพื่อให้เกิดต้นทุนรวมต่ำ ต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นประกอบด้วยต้นทุน 2 ชนิดได้แก่

3.4.1 ต้นทุนเสียโอกาส (opportunity cost)

ต้นทุนเสียโอกาสหรือต้นทุนที่เกิดจากการสูญเสียรายได้ (revenue lost cost) คือการที่สินค้านั้นๆ ไม่สามารถนำมาสร้างรายได้ได้ สินค้าในที่นี้หมายถึงห้องพักในโรงแรม ที่นั่งบนเครื่องบิน หรือรถเช่าในบริษัทรถเช่า ทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นสินค้าที่เน่าเสียง่าย (perishable products) ลูกค้าจะไม่จองห้องพักเมื่อวาน ที่นั่งในสายการบินที่ออกจากสนามบินไปแล้ว หรือรถเช่าในวันที่ผ่านไปแล้ว ทำให้ในวันนี้ ถ้ามีสินค้าเหลือ สินค้าเหล่านั้นจะสูญเสียโอกาสในการสาร้างรายได้ไปในทันที ในงานวิจัยอื่น ต้นทุนเสียโอกาสในตัวแบบสำรองเกิน (overbooking models) จะเกิดขึ้นในกรณีที่ลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (no-show) มาใช้บริการน้อยกว่าจำนวนสินค้าที่มีอยู่ ในความเป็นจริง ต้นทุนเสียโอกาสบางส่วนไม่ได้เกิดขึ้นการจากสำรองเกิน ในบางกรณีลูกค้าที่มาจริงมาใช้บริการน้อยกว่าจำนวนสินค้าที่มีอยู่แล้ว โดยไม่เกี่ยวกับการสำรองเกิน ดังนั้นเมื่อใช้ระดับการสำรองเกินเป็นเกณฑ์ เมื่อมีลูกค้าจอง (booking request) สินค้าเกินระดับการสำรองเกิน ทำให้บริษัทหรือโรงแรมต้องปฏิเสธลูกค้าไป เมื่อถึงเวลาที่ลูกค้าต้องเข้ามารับบริการ ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการน้อยกว่าจำนวนสินค้าที่มี ถ้าบริษัทไม่ปฏิเสธลูกค้า บริษัทจะไม่สูญเสียรายได้จากลูกค้าส่วนนั้นไป การสูญเสียรายได้นี้คือต้นทุนเสียโอกาสที่เกิดจากการสำรองเกินจริงๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้แนวคิดเรื่องการปฏิเสธ (rejection) ในการแบ่งต้นทุนเสียโอกาส โดยแบ่งได้ 3 กรณี

1) จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจอง (booking request: B) น้อยกว่าปริมาณรถเช่าที่มี (capacity: C) เมื่อจำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองน้อยกว่าปริมาณรถเช่าที่มี บริษัทไม่จำเป็นต้องปฏิเสธลูกค้า ทำให้กรณีนี้ไม่เกิดต้นทุนเสียโอกาส

2) จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจอง (booking request: B) มากกว่าปริมาณรถเช่าที่มี (capacity: C) แต่น้อยกว่าระดับการสำรองรถเช่าเกิน (overbooking level: Q) เมื่อจำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองน้อยกว่าระดับการสำรองเกิน บริษัทไม่จำเป็นต้องปฏิเสธลูกค้า ทำให้กรณีนี้ไม่เกิดต้นทุนเสียโอกาส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจอง (booking request: B) มากกว่าระดับการสำรองเกิน (overbooking level: Q) เมื่อจำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองมากกว่าระดับสำรองเกิน ลูกค้าบางส่วนจะถูกบริษัทปฏิเสธการให้บริการ ทำให้เกิดต้นทุนเสียโอกาสขึ้น สิ่งที่ต้องพิจารณาต่อไปคือลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up: S) โดยแบ่งได้เป็น 3 กรณี

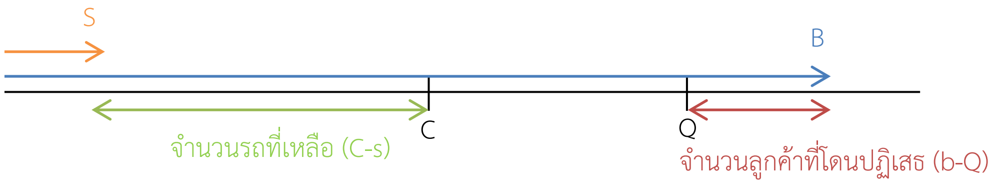
3.1) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up: S) น้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (capacity: C) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ ถ้าบริษัทไม่ปฏิเสธลูกค้าไป จะไม่สูญเสียรายได้จากการที่ลูกค้าที่มาใช้บริการไม่ถึงจำนวนรถที่มีอยู่ โดยแบ่งต้นทุนเสียโอกาสที่เกิดขึ้นได้ 2 กรณี

3.1.1) กรณีที่จำนวนลูกค้าที่โดนปฏิเสธ (b - Q) มีค่าน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่เหลือ (C - s)

ต้นทุนเสียโอกาส = a(b - Q)

โดยที่ a คือต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

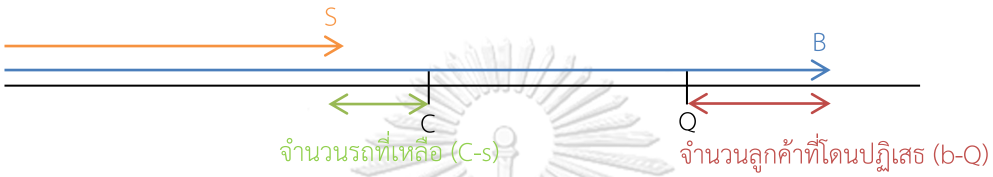


รูปที่ 7 ต้นทุนเสียโอกาสกรณีที่จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองมากกว่าระดับการสำรองเกิน (b > Q) และลูกค้าที่มาใช้บริการจริงน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (s < C) โดยที่จำนวนลูกค้าที่โดนปฏิเสธมีค่าน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่เหลือ (b - Q < C - s)

3.1.2) กรณีที่จำนวนลูกค้าที่โดนปฏิเสธ (b - Q) มีค่ามากกว่าจำนวนรถเช่าที่เหลือ (C - s)

ต้นทุนเสียโอกาส = a(C - s)

โดยที่ a คือต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย



รูปที่ 8 ต้นทุนเสียโอกาสกรณีที่จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองมากกว่าระดับการสำรองเกิน (b > Q) และลูกค้าที่มาใช้บริการจริงน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (s < C) โดยที่จำนวนลูกค้าที่โดนปฏิเสธมีค่ามากกว่าจำนวนรถเช่าที่เหลือ (b – Q > C - s)

3.2. ลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up: S) เท่ากับจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (capacity: C) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการเท่ากับจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ เนื่องจากไม่มีรถเช่าเหลือหรือรถเช่าใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นในกรณีนี้จะไม่เกิดต้นทุนเสียโอกาส

3.3. ลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up: S) มากกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (capacity: C) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการเท่ากับจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ เนื่องจากไม่มีรถเช่าเหลือหรือรถเช่าใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นในกรณีนี้จะไม่เกิดต้นทุนเสียโอกาส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อรวมต้นทุนเสียโอกาสทุกกรณีเข้าด้วยกันจะได้ค่าคาดหวังของต้นทุนเสียโอกาส (expected opportunity cost: E[opportunity cost]) ที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ

$$E[\text{opportunity cost}] = a\int_{Q}^{\infty}\left(\int_{0}^{-b+C+Q}(b-Q)f[b,s]\,ds\right)db + a\int_{Q}^{\infty}\left(\int_{-b+C+Q}^{C}(C-s)f[b,s]\,ds\right)db \quad (1)$$

3.4.2 ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น (outsource cost)

ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในกรณีที่ลูกค้ามาใช้บริการมากกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ทำให้ทางบริษัทต้องใช้บริการบริษัทรถเช่าอื่นเพื่อนำรถเช่านั้นมาให้บริการกับลูกค้าที่จองรถกับทางบริษัท โดยต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นนั้น ต้องมากกว่าราคาเช่ารถจากตัวบริษัท ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นแบ่งได้เป็น 3 กรณี

1) จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจอง (booking request: B) น้อยกว่าปริมาณรถเช่าที่มี (capacity: C) เมื่อจำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองน้อยกว่าปริมาณรถเช่าที่มี บริษัทไม่จำเป็นต้องใช้บริการจากบริษัทอื่นเนื่องจากไม่มีลูกค้าที่จองเกินจำนวนรถเช่าที่มี ทำให้กรณีนี้ไม่เกิดต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น

2) จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจอง (booking request: B) มากกว่าปริมาณรถเช่าที่มี (capacity: C) แต่น้อยกว่าระดับการสำรองรถเช่าเกิน (overbooking level: Q) เมื่อจำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองมากกว่าปริมาณรถ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เช่าที่มี ในกรณีที่ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงเกินจำนวนรถเช่าที่มี จะเกิดต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น โดยแบ่งกรณีได้เป็น 3 กรณี

2.1) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up: S) น้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (capacity: C) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ บริษัทไม่จำเป็นต้องใช้บริการจากบริษัทอื่นเนื่องจากไม่มีลูกค้าที่จองเกินจำนวนรถเช่าที่มี ทำให้กรณีนี้ไม่เกิดต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น

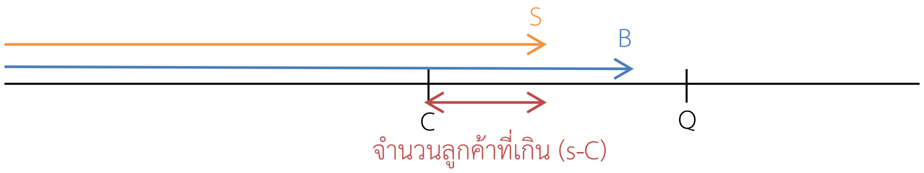
2.2) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up: S) เท่ากับจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (capacity: C) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการเท่ากับจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ บริษัทไม่จำเป็นต้องใช้บริการจากบริษัทอื่นเนื่องจากไม่มีลูกค้าที่จองเกินจำนวนรถเช่าที่มี ทำให้กรณีนี้ไม่เกิดต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น

2.3) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up: S) มากกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (capacity: C) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการมากกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ ทำให้บริษัทต้องใช้บริการรถเช่าจากบริษัทอื่น จำนวนลูกค้าที่ต้องใช้บริการจากบริษัทอื่นคือ $s - C$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น $= o(s - C)$

โดยที่ o คือต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย



รูปที่ 9 ต้นทุนจากการที่ใช้บริการบริษัทอื่นกรณีที่จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองมากกว่าปริมาณรถเช่าที่มีแต่น้อยกว่าระดับสำรองเกิน ($C < b < Q$) และลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมากกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ ($s > C$)

3) จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจอง (booking request: B) มากกว่าระดับการสำรองเกิน (overbooking level: Q) ในกรณีที่ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงเกินจำนวนรถเช่าที่มี จะเกิดต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น โดยแบ่งกรณีได้เป็น 3 กรณี

3.1) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up: S) น้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (capacity: C) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ บริษัทไม่จำเป็นต้องใช้บริการจากบริษัทอื่นเนื่องจากไม่มีลูกค้าที่จองเกินจำนวนรถเช่าที่มี ทำให้กรณีนี้ไม่เกิดต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น

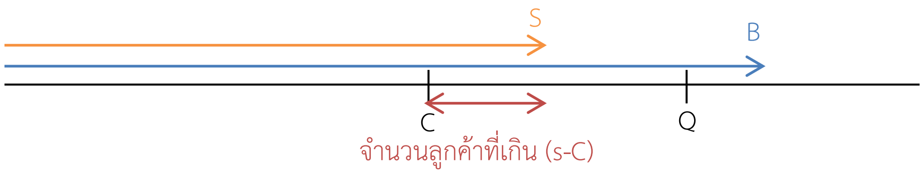
3.2) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up: S) เท่ากับจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (capacity: C) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการเท่ากับจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ บริษัทไม่จำเป็นต้องใช้บริการจากบริษัทอื่นเนื่องจากไม่มีลูกค้าที่จองเกินจำนวนรถเช่าที่มี ทำให้กรณีนี้ไม่เกิดต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น

3.3) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (show-up: S) มากกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (capacity: C) ลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการมากกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ ทำให้บริษัทต้องใช้บริการรถเช่าจากบริษัทอื่น จำนวนลูกค้าที่ต้องใช้บริการจากบริษัทอื่นคือ s – C

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น = o(s - C)

โดยที่ o คือต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย



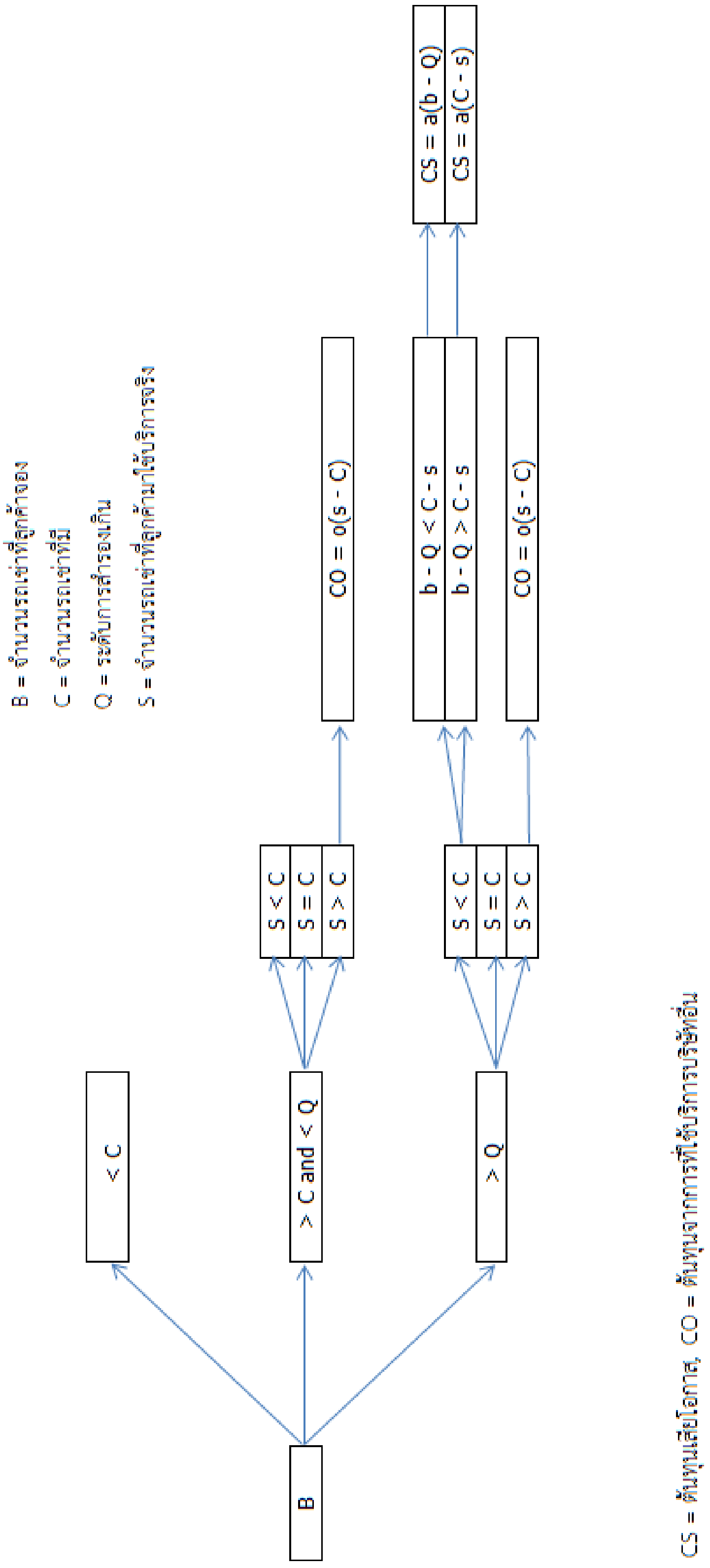
รูปที่ 10 ต้นทุนจากการที่ใช้บริการบริษัทอื่นกรณีที่จำนวนรถเช่าที่ลูกค้าจองมากกว่าระดับการสำรองเกิน (b > Q) และลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมากกว่าจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ (s > C)

เมื่อรวมต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นทุกกรณีเข้าด้วยกันจะได้ค่าคาดหวังของต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น (expected outsource cost: E[outsource cost]) ที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ

$$E[\text{outsource cost}] = o\int_{C}^{Q}\left(\int_{C}^{b}(s-C)f[b,s]\,ds\right)db + o\int_{Q}^{\infty}\left(\int_{C}^{Q}(s-C)f[b,s]\,ds\right)db \quad (2)$$

ค่าคาดหวังของต้นทุนรวม (expected total cost: E(total cost)) ที่เกิดจากผลรวมของค่าคาดหวังของต้นทุนเสียโอกาสกับต้นทุนจากการใช้บริการบริษัท มีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned} E[\text{total cost}] = {} & a\int_{Q}^{\infty}\left(\int_{0}^{-b+C+Q}(b-Q)f[b,s]\,ds\right)db \\ & + a\int_{Q}^{\infty}\left(\int_{-b+C+Q}^{C}(C-s)f[b,s]\,ds\right)db \\ & + o\int_{C}^{Q}\left(\int_{C}^{b}(s-C)f[b,s]\,ds\right)db \\ & + o\int_{Q}^{\infty}\left(\int_{C}^{Q}(s-C)f[b,s]\,ds\right)db \end{aligned} \quad (3)$$



รูปที่ 11 แผนภาพการแบ่งกรณีที่เกิดต้นทุนแต่ละชนิด

3.5 ระดับสำรองเกิน

ในหัวข้อที่ผ่านมาได้แสดงการคำนวณค่าคาดหวังของต้นทุนรวม ในส่วนนี้จะกล่าวถึงวิธีในการหาระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดหรือระดับการสำรองเกินที่ทำให้ค่าคาดหวังของต้นทุนรวมมีค่าต่ำที่สุด ระดับการสำรองเกินที่เป็นไปได้จะอยู่ในช่วงระหว่างปริมาณรถเช่าที่มีจนถึงจำนวนลูกค้าที่จองสูงที่สุด แสดงว่าเมื่อจำนวนลูกค้าที่จองสูงที่สุดมีค่ามากกว่าปริมาณรถที่มีเป็นจำนวนมาก ระดับการสำรองเกินที่มีโอกาสเกิดขึ้นจะมีจำนวนมากขึ้นตาม ระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดหรือระดับการสำรองเกินที่ให้ค่าต้นทุนรวมต่ำที่สุดสามารถหาได้จากการหาตัวแบบทางคณิตศาสตร์และกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ ตัวแบบทางคณิตศาสตร์มีความซับซ้อนและยากในการหาตัวแบบสำเร็จรูป อีกทั้งตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้อาจมีข้อจำกัดบางอย่างในการใช้งาน ส่วนกระบวนการทางคอมพิวเตอร์มีความสะดวกในการคำนวณแต่อาจใช้เวลามากเมื่อมีจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมาก ในหัวข้อนี้จะแสดงวิธีการให้ได้มาซึ่งระดับการสำรองเกินโดยวิธีการหาตัวแบบทางคณิตศาสตร์และกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ ตัวแปรสุ่ม พารามิเตอร์ และตัวแปรตัดสินใจ ที่ใช้ในการคำนวณสรุปได้ดังนี้

ตาราง 2 ตัวแปรสุ่ม พารามิเตอร์ และตัวแปรตัดสินใจ

Factors	Type
Overbooking level (Q)	Decision variable
Booking request (b)	Random variable
Show-up number of customers (s)	Random variable
Maximum Booking request (max_b)	Parameter
Minimum Booking request (min_b)	Parameter
Maximum Show-up number (max_s)	Parameter
Minimum Show-up number (min_s)	Parameter
Outsource cost/unit (o)	Parameter
Opportunity cost/unit (a)	Parameter
Capacity (C)	Parameter

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.5.1 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์

ระดับสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดหรือระดับสำรองเกินที่ทำให้เกิดต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดสามารถคำนวณได้จากฟังก์ชันต้นทุนรวมในหัวข้อที่ผ่านมา โดยใช้กฎอินทริกัลของ Leibniz เพื่อหาอนุพันธ์ลำดับที่หนึ่งของฟังก์ชันต้นทุนรวม

$$\frac{dTC}{dQ} = \frac{d}{dQ}[a\int_{Q}^{\infty}\left(\int_{0}^{-b+C+Q}(b-Q)\mathrm{f}[b,s]\,ds\right)db + a\int_{Q}^{\infty}\left(\int_{-b+C+Q}^{C}(C-s)\mathrm{f}[b,s]\,ds\right)db$$

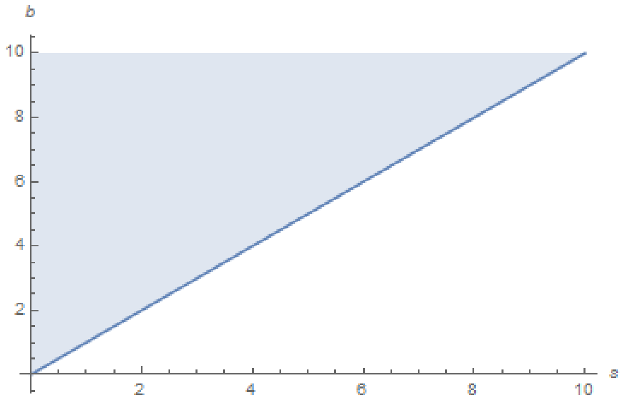
$$+o\int_{C}^{Q}\left(\int_{C}^{b}(s-C)\mathrm{f}[b,s]\,ds\right)db + o\int_{Q}^{\infty}(\int_{C}^{Q}(s-C)\mathrm{f}[b,s]\,ds)\,db]$$

อนุพันธ์ลำดับที่หนึ่งเมื่อเทียบค่าเท่ากับศูนย์จะสามารถหาระดับสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดได้ และระดับสำรองเกินที่ได้นี้จะทำให้เกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุด (global minimum) ได้ก็ต่อเมื่อตัวแบบการสำรองเกินพิสูจน์ได้ว่าเป็นฟังก์ชันคอนเวกซ์ (convex function) โดยฟังก์ชันคอนเวกซ์พิสูจน์ได้ดังนี้

$$\frac{d^2TC}{dQ^2} > 0$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากอนุพันธ์ลำดับที่หนึ่งในข้างต้นไม่สามารถจัดรูปให้เป็นรูปสำเร็จของระดับสำรองเกินได้ จำเป็นต้องใส่ฟังก์ชันการกระจายเข้าไป ในงานวิจัยนี้ฟังก์ชันการกระจายร่วมของจำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงสร้างจากความสัมพันธ์ที่ว่าจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนจำนวนลูกค้าที่จอง พื้นที่ของความสัมพันธ์นี้แสดงในรูปที่ 12

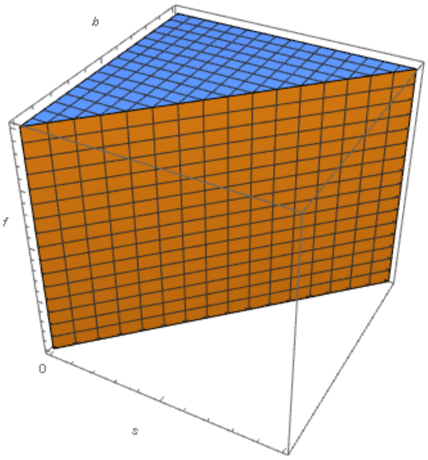


รูปที่ 12 กราฟฟังก์ชัน $s \leq b$

ตัวอย่างการกระจายร่วมระหว่างจำนวนที่ลูกค้าจองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงเป็นการกระจายแบบเอกรูป (uniform distribution) และการกระจายแบบสามเหลี่ยม (triangular distribution)

3.5.2 ระดับการสำรองเกินเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป

การกระจายแบบเอกรูปหรือการกระจายที่กำหนดให้ทุกๆเหตุการณ์มีความน่าจะเป็นเท่ากันเมื่อจำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมีความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3.8 เมื่อการกระจายร่วมเกิดขึ้นเป็นแบบเอกรูปทำให้เกิดความสัมพันธ์แสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13 กราฟการกระจายร่วมของ b และ s แบบเอกรูป

จากผลรวมของทุกๆความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นได้ต้องมีค่าเท่ากับ 1 ทำให้ปริมาตรในรูปที่ 3.9 ต้องมีผลรวมเท่ากับหนึ่ง จากการแก้สมการพบว่าความน่าเป็นที่ทำให้ปริมาตรมีผลรวมเท่ากับ 1 หรือฟังก์ชันการกระจายร่วมของ b และ s มีค่าเท่ากับฟังก์ชันด้านล่างนี้

$$\text{ปริมาตรสามเหลี่ยม} = \frac{1}{2}(max_b - min_b)(max_s - min_s)f[b,s] = 1$$

$$f[b,s] = \frac{2}{(max_b - min_b)(max_s - min_s)} \; ; 0 \le b \le max_b \qquad (4)$$

$$0 \le s \le max_s$$

$$s \le b$$

เมื่อนำฟังก์ชันการกระจายร่วมที่คำนวณได้แทนลงในฟังก์ชันค่าคาดหวังต้นทุนรวมตามสมการที่ (3) จะได้ฟังก์ชันค่าคาดหวังต้นทุนรวมดังนี้

$objective\ function:$

$$E[total\ cost] = \frac{a(max_b - Q)^2(3C - max_b + Q) - o(C - Q)^2(C - 3max_b + 2Q)}{3(max_b - min_b)(max_s - min_s)} \qquad (5)$$

$constraints: 0 \le Q \le max_b$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากค่าคาดหวังต้นทุนรวมสามารถหาระดับสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุด (optimal overbooking level) ได้โดยการใช้กฎอินทิกรัลของ Leibniz อนุพันธ์ลำดับที่ 1 ของค่าคาดหวังต้นทุนรวมแสดงดังนี้

$$\frac{dE[total\ cost]}{dQ} = \frac{(max_b - Q)(a(-2C + max_b - Q) + 2o(-C + Q))}{(max_b - min_b)(max_s - min_s)} \qquad (6)$$

นำอนุพันธ์ลำดับที่ 1 แทนค่าให้เท่ากับ 0 เพื่อหาฟังก์ชันระดับสำรองเกิน

$$0 = \frac{(max_b - Q)(a(-2C + max_b - Q) + 2o(-C + Q))}{(max_b - min_b)(max_s - min_s)}$$

ระดับสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดมีค่าดังนี้

$$Qoptimal = \frac{a(-2C + max_b) - 2Co}{a - 2o} \quad (7)$$

ฟังก์ชันระดับสำรองเกินนี้จะให้ค่า objective function ต่ำที่สุด ในกรณีที่ฟังก์ชันมีคุณสมบัติคอนเวกซ์หรือค่าคาดหวังต้นทุนรวมมีคุณสมบัติคอนเวกซ์ การตรวจสอบคุณสมบัติคอนเวกซ์ทดสอบโดยการหาอนุพันธ์ลำดับที่ 2 ของฟังก์ชัน ในกรณีที่อนุพันธ์ลำดับที่ 2 มีค่ามากกว่า 0 ฟังก์ชันนั้นจะมีคุณสมบัติคอนเวกซ์ อนุพันธ์ลำดับที่ 2 ของค่าคาดหวังต้นทุนรวมมีค่าดังนี้

$$\frac{d^2TC}{dQ^2} = \frac{2(o(C + max_b - 2Q) + a(C - max_b + Q))}{(max_b - min_b)(max_s - min_s)}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อนุพันธ์ลำดับที่ 2 มีค่ามากกว่า 0 ในกรณีที่

$$o(C + max_b - 2Q) + a(C - max_b + Q) > 0$$

$$oC + omax_b + aC > (2o - a)Q + amax_b$$

$$(o - a)max_b + (o + a)C > (2o - a)Q$$

ฟังก์ชันด้านซ้ายหรือ $(o - a)max_b + (o + a)C$ จะมีค่ามากกว่าฟังก์ชันด้านขวาเพียงบางกรณีเท่านั้นเช่น ในกรณีที่ Q มีค่ามากที่สุดหรือเทียบเท่ากับ max_b

$$(o - a)max_b + (o + a)C > (2o - a)max_b$$

$$(o+a)C > omax_b$$

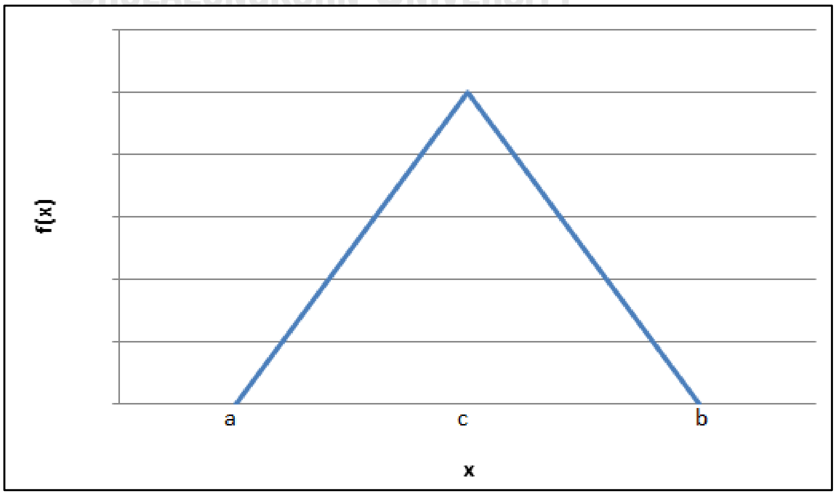
$$C > \frac{o}{(o+a)} max_b \quad (8)$$

ดังนั้นเมื่อปริมาณรถ (C) มีค่ามากกว่าอัตราส่วน $\frac{o}{(o+a)}$ ของจำนวนการจองที่สูงที่สุด จะสามารถหาระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดได้จากสมการที่ (7)

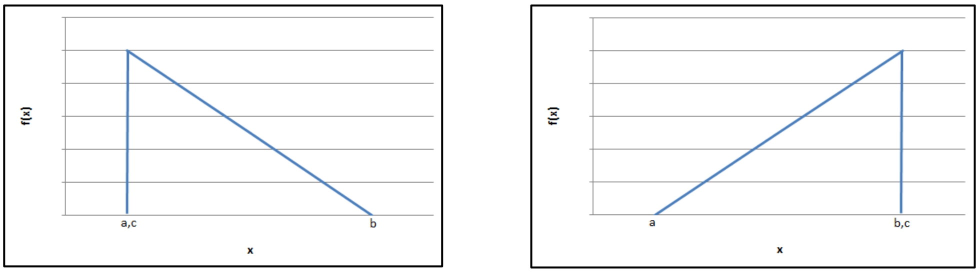
3.5.3 ระดับการสำรองเกินเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม

การกระจายแบบสามเหลี่ยม (triangular distribution) มีลักษณะพิเศษคือตัวแปรสุ่มจะมียอดสามเหลี่ยมอยู่ที่ฐานนิยม โดยทั่วไปฐานนิยมมักอยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดทำให้ฟังก์ชันการกระจายถูกแบ่งเป็นสองช่วงคือช่วงตั้งแต่ค่าต่ำสุดจนถึงฐานนิยม และช่วงตั้งแต่ฐานนิยมจนถึงค่าสูงสุด ดังรูปที่ 14 แต่ก็มีกรณีพิเศษที่ฐานนิยมจะอยู่ที่ตำแหน่งจุดต่ำสุดหรือจุดสูงสุดได้เช่นกัน กรณีพิเศษนี้จะทำให้ฟังก์ชันการกระจายมีเพียงฟังก์ชันเดียว เช่น ถ้าฐานนิยมอยู่ที่ตำแหน่งต่ำสุด ฟังก์ชันการกระจายจะอยู่ในช่วงค่าต่ำสุดหรือฐานนิยมจนถึงค่าสูงสุดในทำนองเดียวกันถ้าฐานนิยมอยู่ในตำแหน่งสูงที่สุด ฟังก์ชันการกระจายจะอยู่ในช่วงค่าต่ำสุดจนถึงค่าสูงสุดหรือฐานนิยม ดังรูปที่ 15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



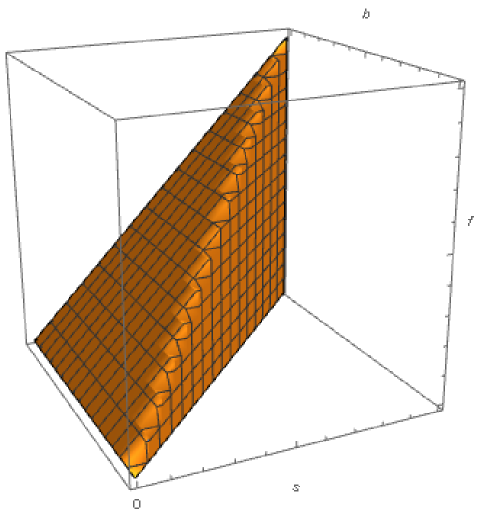
รูปที่ 14 การกระจายแบบสามเหลี่ยม



รูปที่ 15 การกระจายแบบสามเหลี่ยมแบบพิเศษ กรณีฐานนิยมอยู่ที่ค่าต่ำสุด (รูปซ้าย) และกรณีฐานนิยมอยู่ที่ค่าสูงสุด (รูปขวา)

ตัวอย่างการกระจายร่วมนี้กำหนดให้มีการกระจายแบบสามเหลี่ยมกรณีพิเศษที่ฐานนิยมอยู่ที่ค่าสูงสุด นั่นคือมีโอกาสสูงที่ลูกค้าจะมาใช้บริการจริงตามที่ได้จองเอาไว้ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงเป็นดังที่กล่าวไว้ในการกระจายร่วมแบบเอกรูป นั่นคือจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงไม่มีทางมากกว่าจำนวนลูกค้าที่จองหรือมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนลูกค้าที่จองเสมอ แสดงในรูปที่ 3.8 เมื่อนำกราฟทั้งสองชนิดได้แก่กราฟระหว่างจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงและกราฟการกระจายแบบสามเหลี่ยมที่มีฐานนิยมอยู่ที่มาค่าสูงสุดมารวมกัน จะได้กราฟสามมิติดังรูปที่ 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHUL



รูปที่ 16 กราฟการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยม

จากรูปที่ 16 แสดงให้เห็นว่าจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงที่จำนวนลูกค้าที่จองทุกๆค่าจะให้ค่าความน่าจะเป็นเท่ากัน หรือ ความน่าจะเป็นเมื่อมีลูกค้าจองรถเช่าสองคันแล้วลูกค้ามาใช้บริการเพียงคนเดียว จะเท่ากับความน่าจะเป็นเมื่อมีลูกค้าจองรถเช่าสิบคันแล้วลูกค้ามาใช้บริการเพียงคน เดียว โดยค่าความจะเป็นสูงที่สุดอยู่ที่จุดจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงสูงสุด (max_s) กับจำนวนลูกค้าที่จองสูงสุด (max_b) หรือจุด (max_s, max_b)

จากคุณสมบัติของความน่าจะเป็นที่ว่าผลรวมของทุกๆความน่าจะเป็นมีค่าเท่ากับหนึ่ง ดังนั้นปริมาตรในรูปที่ 16 จึงมีค่าเท่ากับหนึ่งเช่นกัน ปริมาตรในรูปที่ 16 เป็นรูปทรงพีระมิดฐานสามเหลี่ยมซึ่งมีฟังก์ชันดังนี้

$$\text{ปริมาตรพีระมิด} = \frac{1}{3} * \text{พื้นที่ใต้กราฟ} * \text{สูง} = 1$$

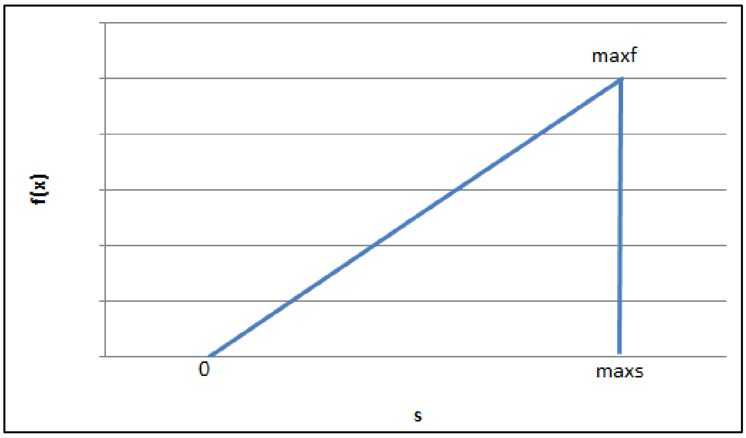
ความสูงจากฟังก์ชันนี้คือค่าความน่าจะเป็นหรือความน่าจะเป็นสูงสุดของรูปพีระมิด และพื้นที่ใต้กราฟคือพื้นที่รูปสามเหลี่ยมของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกค้าที่จองกับลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (กำหนดให้จำนวนลูกค้าที่จองต่ำสุดคือศูนย์และจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงต่ำสุดคือศูนย์) ทำให้ได้ฟังก์ชันของความน่าจะเป็นสูงสุด (max_f) ดังนี้

$$\frac{1}{3} * \left(\frac{1}{2} * max_b * max_s\right) * max_f = 1$$

$$max_f = \frac{6}{max_b * max_s}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อทราบความน่าจะเป็นสูงสุดสามารถใช้ฟังก์ชันความชันในการหาฟังก์ชันการกระจายได้จากที่กล่าวไปในข้างต้น ที่จำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงเดียวกันจะให้ค่าความน่าจะเป็นที่เท่ากันฟังก์ชันการกระจายสามารถหาได้จากความชันในรูปที่ 17



รูปที่ 17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงกับความน่าจะเป็น

จากรูปที่ 17 สามารถหาความน่าจะเป็นที่จำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงใดๆได้ดังนี้

$$\text{ความชัน} = \frac{\Delta f}{\Delta s} = \frac{max_f - 0}{max_s - 0} = \frac{f - 0}{s - 0}$$

$$f = \frac{max_f * s}{max_s} = \frac{6s}{(max_s)^2 max_b}$$

ฟังก์ชันการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยมของจำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมีค่าดังนี้

$$f[b,s] = \frac{6s}{(max_s)^2 max_b}; \quad 0 \leq b \leq max_b \tag{9}$$

$$0 \leq s \leq max_s$$

$$s \leq b$$

เมื่อนำฟังก์ชันการกระจายร่วมที่คำนวณได้แทนลงในฟังก์ชันค่าคาดหวังต้นทุนรวมจะได้ฟังก์ชันค่าคาดหวังต้นทุนรวมดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$objective\ function:$

$$E[total\ cost] = \frac{a(6C^2-4C(max_b-Q)+(max_b-Q)^2)(max_b-Q)^2}{4max_b max_s{}^2} - \frac{2o(C-Q)^2(C^2-2Cmax_b+2CQ-4max_bQ+3Q^2)}{4max_b max_s{}^2} \quad (10)$$

$constraints: 0 \leq Q \leq max_b$

จากค่าคาดหวังต้นทุนรวมสามารถหาระดับสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุด (optimal overbooking level) ได้โดยการใช้กฎอินทิกรัลของ Leibniz อนุพันธ์ลำดับที่ 1 ของค่าคาดหวังต้นทุนรวมแสดงดังนี้

$$\frac{dE[total\ cost]}{dQ} = -\frac{(max_b - Q)(a(3C^2 - 3C(max_b - Q) + (max_b - Q)^2) + 6o(C - Q)Q)}{max_b max_s{}^2}$$

นำอนุพันธ์ลำดับที่ 1 แทนค่าให้เท่ากับ 0 เพื่อหาฟังก์ชันระดับสำรองเกิน

$$0 = -\frac{(max_b - Q)(a(3C^2 - 3C(max_b - Q) + (max_b - Q)^2) + 6o(C - Q)Q)}{max_b max_s{}^2}$$

ระดับสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดมีค่าดังนี้

$$Qoptimal = \frac{-3aC + 2amax_b - 6Co - \sqrt{3}\sqrt{-a^2C^2 + 36aC^2o - 32aCmax_bo + 8amax_b{}^2o + 12C^2o^2}}{2(a - 6o)}$$

ฟังก์ชันระดับสำรองเกินนี้จะให้ค่า objective function ต่ำที่สุด ในกรณีที่ฟังก์ชันมีคุณสมบัติคอนเวกซ์หรือค่าคาดหวังต้นทุนรวมมีคุณสมบัติคอนเวกซ์ การตรวจสอบคุณสมบัติคอนเวกซ์ทดสอบโดยการหาอนุพันธ์ลำดับที่ 2 ของฟังก์ชัน ในกรณีที่อนุพันธ์ลำดับที่ 2 มีค่า

มากกว่า 0 ฟังก์ชันนั้นจะมีคุณสมบัติคอนเวกซ์ อนุพันธ์ลำดับที่ 2 ของค่าคาดหวังต้นทุนรวมมีค่าดังนี้

$$\frac{d^2TC}{dQ^2} = \frac{3(a(C - max_b + Q)^2 - 2o(C(max_b - 2Q) + Q(-2max_b + 3Q)))}{max_b max_s{}^2}$$

อนุพันธ์ลำดับที่ 2 มีค่ามากกว่า 0 ในกรณีที่

$$a(C - \mathrm{maxb} + Q)^2 - 2o(C(\mathrm{maxb} - 2Q) + Q(-2\mathrm{maxb} + 3Q)) \geq 0$$

ฟังก์ชันด้านซ้ายจะมีค่ามากกว่าศูนย์เพียงบางกรณีเท่านั้นเช่น ในกรณีที่ Q มีค่ามากที่สุดหรือเทียบเท่ากับ max_b

$$aC^2 - 2o((-C\mathrm{maxb}) + maxb^2)) \geq 0$$

$$a \geq \frac{2o(-C\mathrm{maxb} + maxb^2)}{\mathrm{C}^2} \qquad (11)$$

ดังนั้นเมื่อต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย (a) มีค่าดังสมการที่ (11) จะสามารถหาระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดได้จากสมการที่ (7)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
การวิเคราะห์ความไว

การวิเคราะห์ความไวเป็นการศึกษาพฤติกรรมของพารามิเตอร์ที่มีผลต่อตัวแปรตัดสินใจ พฤติกรรมของพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงสามารถช่วยคาดคะเนทิศทางของตัวแปรตัดสินใจและทำให้ทราบความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ที่มีผลต่อตัวแปรตัดสินใจได้ งานวิจัยนี้ใช้กระบวนการทางคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ความไว กระบวนการทางคอมพิวเตอร์เป็นวิธีการให้ได้มาซึ่งตัวแปรตัดสินใจหรือระดับการสำรองเกินที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด ในบทนี้จะกล่าวถึงกระบวนทางคอมพิวเตอร์และการวิเคราะห์ความไว

4.1 แนวคิดการวิเคราะห์ความไว

ในการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดสามารถหาได้จากการทราบพารามิเตอร์ทั้งหมด โดยชุดข้อมูลที่ใส่ไปในโปรแกรมนั้นประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ทั้งหมดได้แก่ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย จำนวนรถเช่าที่มี จำนวนการจองสูงที่สุด จำนวนการจองต่ำที่สุด จำนวนลูกค้าที่มาจริงสูงที่สุด และจำนวนลูกค้าที่มาจริงต่ำที่สุด ในหนึ่งชุดข้อมูลประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ทั้ง 7 นี้ โดยหนึ่งชุดข้อมูลจะมีระดับสำรองเกินที่ทำให้เกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุดหนึ่งค่าที่หาได้จากการค้นหาคำตอบ

ในการหาระดับสำรองเกินที่ดีที่สุดผ่านการค้นหาคำตอบทางคอมพิวเตอร์ทำได้โดยการใช้ระดับสำรองเกินที่เป็นไปได้ทั้งหมดในชุดข้อมูลนั้นๆ ระดับการสำรองเกินที่เป็นไปได้ของแต่ละชุดข้อมูลคือระดับการสำรองเกินทั้งหมดที่เปิดให้จองเกิน ค่าที่เป็นไปได้มีตั้งแต่จำนวนรถเช่าที่มีอยู่ทั้งหมดจนถึงจำนวนการจองสูงที่สุด แน่นอนว่าระดับสำรองเกินจะไม่มีทางต่ำกว่าจำนวนรถเช่าที่มี

และไม่มีทางมากกว่าจำนวนการจองสูงสุด ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการทางคอมพิวเตอร์นี้จะให้ต้นทุนรวมของระดับการสำรองเกินที่เป็นไปได้ทั้งหมดในหนึ่งชุดข้อมูลนี้ ระดับการสำรองเกินที่ให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดคือระดับการสำรองเกินที่ดีที่สุด โดยชุดข้อมูลนี้กำหนดให้จำนวนจองสูงสุด (max_b) และ จำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงสูงสุด (max_s) อยู่ที่ 50 คัน จำนวนจองต่ำสุด (min_b) และจำนวนที่มาใช้บริการจริงต่ำสุด (min_s) อยู่ที่ 0 คัน ต้นทุนการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย (o) เท่ากับ 1500 บาทต่อคัน ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย (a) เท่ากับ 600 บาทต่อคันและจำนวนรถเช่าที่มี (C) เท่ากับ 35 คัน จากชุดข้อมูลนี้ระดับสำรองเกินที่เป็นไปได้ตั้งแต่ 36 หรือเปิดให้จองเกิน 1 คันไปจนถึงระดับสำรองเกินที่จำนวนจองสูงสุดที่ 50 คันหรือเปิดให้จองเกินจำนวน 15 คัน ในแต่ละระดับสำรองเกินสามารถคำนวณหาต้นทุนรวม (TC) ได้ดังแสดงในตารางที่ 3 จากต้นทุนรวมทั้งหมดที่ได้มาระดับสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดคือระดับสำรองเกินที่ดีที่สุด ในกรณีนี้ระดับสำรองเกินที่ดีที่สุดคือ 49 คันหรือเปิดจองเกิน 14 คัน

ตาราง 3 การคำนวณหาต้นทุนรวม

o	a	C	Q	TC
1500	600	35	36	1435.48
1500	600	35	37	1276.64
1500	600	35	38	1141.56
1500	600	35	39	1028.32
1500	600	35	40	935
1500	600	35	41	859.68
1500	600	35	42	800.44
1500	600	35	43	755.36
1500	600	35	44	722.52
1500	600	35	45	700
1500	600	35	46	685.88
1500	600	35	47	678.24
1500	600	35	48	675.16
1500	600	35	49	674.72
1500	600	35	50	675

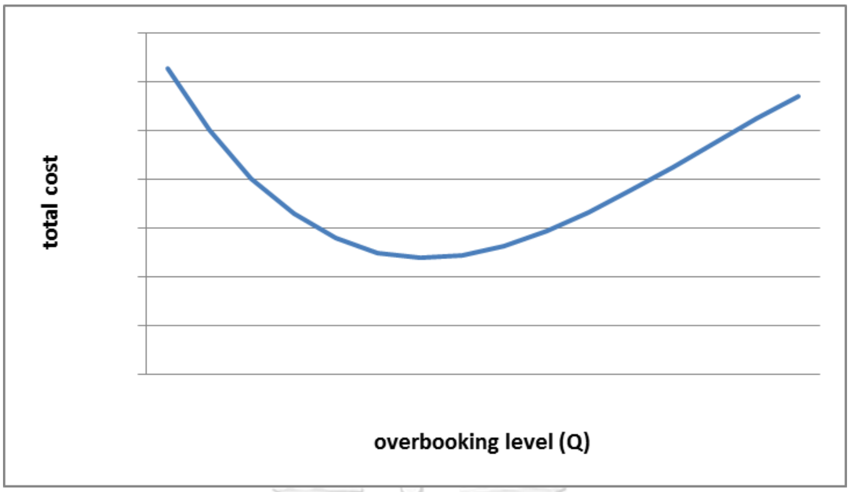
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการค้นหาคำตอบด้วยวิธีการข้างต้น สามารถนำผลมาใช้ในการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ โดยการศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ที่มีผลต่อตัวแปรตัดสินใจหรือระดับสำรองเกิน

4.2 การวิเคราะห์ความไว

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ความไวเพื่อศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์เมื่อมีการเพิ่มหรือลด ว่าส่งผลต่อตัวแปรตัดสินใจหรือระดับการสำรองเกินที่ดีที่สุดอย่างไร พารามิเตอร์ที่เกิดขึ้นในฟังก์ชันต้นทุนรวมได้แก่ ต้นทุนการใช้บริการจากบริษัทอื่นต่อหน่วย (o) ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย (a) และปริมาณรถเช่า (C) โดยมีตัวแปรสุ่มคือ จำนวนลูกค้าที่จอง (b) และจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริง (S) และมีตัวแปรตัดสินใจคือระดับการสำรองเกิน (Q) สำหรับการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์นี้ การกระจายของจำนวนลูกค้าที่จองและลูกค้าที่มาใช้บริการจริงเป็นการกระ จายร่วมโดยมีการกระจายแบบเอกรูป (uniform distribution) ต้นทุนรวมมีการแปรผันตามพารามิเตอร์ที่ได้กล่าวมาเช่นเดียวกับระดับสำรองเกินที่แปรผันตามต้นทุนรวม ก่อนที่จะศึกษาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ที่มีผลต่อตัวแปรตัดสินใจหรือระดับสำรองเกิน จำเป็นต้องศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับสำรองเกินกับต้นทุนรวมเป็นอันดับแรก

ความหลากหลายของระดับสำรองเกิดขึ้นจากจำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงที่มีความไม่แน่นอน จากที่กล่าวมาจำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายร่วมกัน ในการทดลองทางคอมพิวเตอร์นี้การกระจายร่วมกำหนดให้เป็นแบบเอกรูป ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นส่งผลให้เกิดทางเลือกของระดับการสำรองเกิน แน่นอนว่าถ้าบริษัททราบว่าลูกค้าที่จองมีจำนวนเท่าไหร่และลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมีจำนวนเท่าไหร่ บริษัทย่อมเปิดจองตามจำนวนที่ลูกค้าจะไม่มาแต่ในความเป็นจริงทั้งลูกค้าที่จองและลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมีความไม่แน่นอน จำนวนที่จองเกินหรือระดับการจองเกินจึงมีความไม่แน่นอนตาม ระดับสำรองเกินที่แตกต่างกันย่อมทำให้เกิดต้นทุนรวมที่แตกต่างกันถ้าระดับสำรองเกินมากเกินไปอาจทำให้เกิดการใช้บริการจากบริษัทที่มากขึ้นตาม หรือถ้าระดับการสำรองเกินน้อยเกินไปก็อาจทำให้มีรถเช่าเหลือต้นทุนรวมที่เปลี่ยนตามระดับการสำรองเกินที่เพิ่มมากขึ้นแสดงในรูปที่ 18



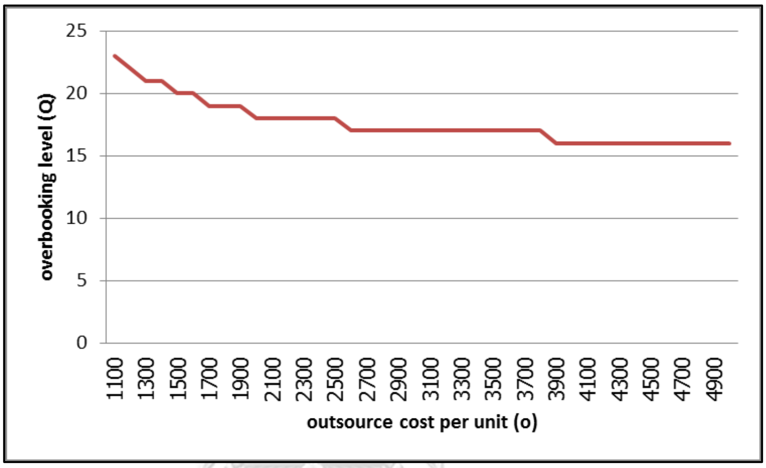
รูปที่ 18 ต้นทุนรวมเมื่อระดับการสำรองเกินเพิ่มขึ้น

จากรูปที่ 18 เมื่อระดับการสำรองเกินเพิ่มมากขึ้น ในช่วงแรกเมื่อระดับการสำรองเกินมีค่าใกล้เคียงกับจำนวนรถเช่าที่มี (C) ต้นทุนรวมเริ่มต้นมีค่าสูงและค่อยๆลดลงเมื่อระดับการสำรองเกินเพิ่มมากขึ้นจนถึงระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมหรือระดับการสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด เมื่อผ่านจุดนี้ไปต้นทุนรวมจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อระดับการสำรองเกินเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากในช่วงก่อนถึงระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมจะมีโอกาสเกิดรถเช่าที่เหลือจากการยกเลิกหรือลูกค้าไม่มาใช้บริการทำให้เกิดต้นทุนเสียโอกาสที่สูง เมื่อผ่านระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมไปหลังจากนั้นจะเกิดต้นทุนจากการใช้บริการจากบริษัทอื่นที่สูงเนื่องจากมีลูกค้ามาใช้บริการเกินจำนวนมากขึ้นตามระดับการสำรองเกินที่เปิดให้เช่า ระดับการสำรองเกินที่เหมาะสุมคือจุดที่ทำให้ผลรวมระหว่างต้นทุนเสียโอกาสกับต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นมีค่าต่ำที่สุด

การวิเคราะห์ความไวจะพิจารณาพารามิเตอร์ทีละหนึ่งชนิดเพื่อสังเกตความสัมพันธ์ที่มีผลต่อตัวแปรตัดสินใจนั่นคือระดับการสำรองเกิน ในส่วนนี้จะพิจารณาถึงระดับการสำรองเกินที่เปลี่ยนไปเมื่อพารามิเตอร์มีการเพิ่มและลด พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ความไวได้แก่ ต้นทุนจากการใช้บริการจากบริษัทอื่นต่อหน่วย (o) ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย (a) และปริมาณรถเช่า (C)

4.3 ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย (outsource cost per unit : o)

ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นในงานวิจัยนี้เกิดขึ้นเมื่อลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมาใช้บริการเกินจำนวนรถเช่าที่มีทำให้ทางบริษัทต้องใช้บริการจากบริษัทอื่นเพื่อชดเชยให้กับลูกค้าที่ทางบริษัทไม่สามารถให้บริการได้เนื่องจากปริมาณรถที่มีไม่เพียงพอ เมื่อทำการทดลองโดยการเพิ่มต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเพื่อหาความเปลี่ยนแปลงของระดับสำรองเกินได้ผลดังแสดงในรูปที่ 19

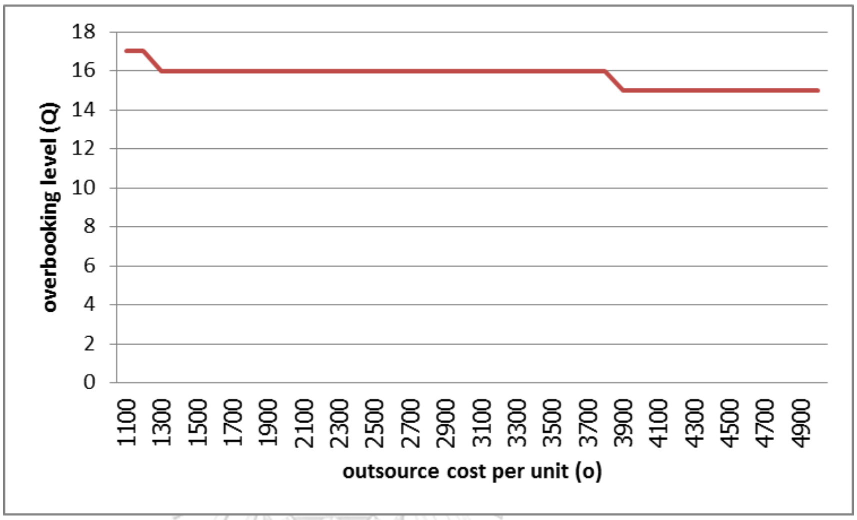


รูปที่ 19 ระดับการสำรองเกินเมื่อต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 19 เป็นผลการทดลองเมื่อกำหนดให้จำนวนจองสูงสุดอยู่ที่ 35 คน ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยตั้งแต่ 1100 บาทต่อคันจนถึง 5000 บาทต่อคันโดยเพิ่มครั้งละ 100 ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยอยู่ที่ 1000 บาทต่อคัน จำนวนรถเช่าที่มีอยู่ที่ 15 คัน และการกระจายร่วมมีลักษณะเอกรูป จากรูปที่ 19 แสดงให้เห็นว่าเมื่อต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดลดลง ต้นทุนการใช้บริการบริษัทอื่นเกิดขึ้นในกรณีที่ลูกค้ามาใช้บริการเกินจำนวนรถเช่าที่มี เมื่อต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยมีค่าสูงขึ้น ทางบริษัทจะปรับระดับการสำรองเกินให้ต่ำลงเพื่อให้โอกาสที่จะมีลูกค้ามาใช้บริการเกินจำนวนลดน้อยลง ในทำนองเดียวกับการทดลองในตอนต้น เมื่อใช้พารามิเตอร์ค่าเดียวกับการทดลองแรกนั่นคือกำหนดให้จำนวนจองสูงสุดอยู่ที่ 35 คน ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยตั้งแต่ 1100 บาทต่อคันจนถึง 5000 บาทต่อคันโดยเพิ่มครั้งละ 100 ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยอยู่ที่ 1000 บาทต่อคัน

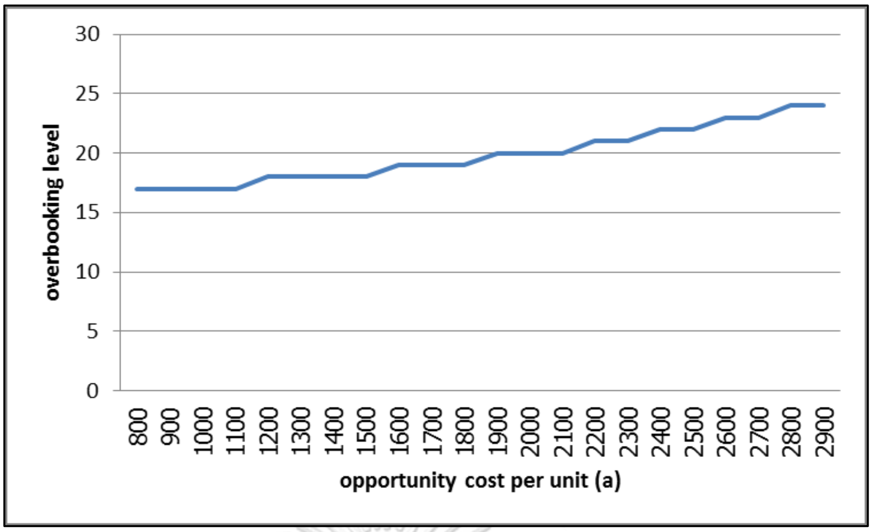
จำนวนรถเช่าที่มีอยู่ที่ 15 คัน แต่การกระจายร่วมเปลี่ยนจากการกระจายร่วมแบบเอกรูปเป็นการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยมผลที่ได้มีความสอดคล้องกันนั่นคือเมื่อต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเพิ่มขึ้นส่งผลให้ระดับสำรองเกินลดลง ดังแสดงในรูปที่ 20



รูปที่ 20 ระดับการสำรองเกินเมื่อต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม

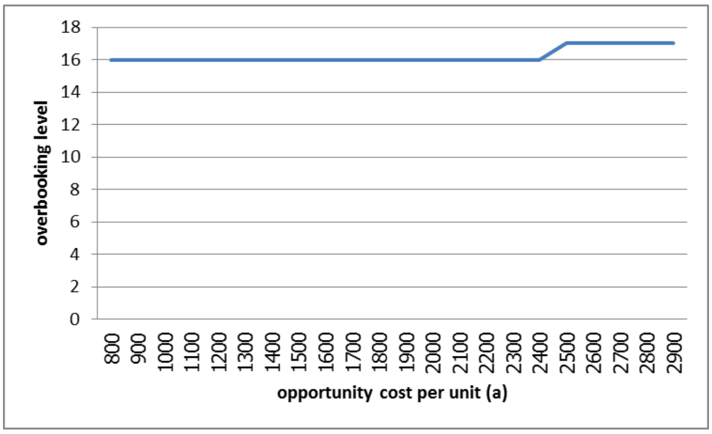
4.4 ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย (opportunity cost per unit : a)

ต้นทุนเสียโอกาสเกิดขึ้นในกรณีที่มีการปฏิเสธการจองของลูกค้า เมื่อลูกค้ามาใช้บริการจริงน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มีส่งผลให้เกิดรถเช่าเปล่า รถเช่าที่เหลือนี้ทำให้บริษัทสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้ไป การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยที่มีผลต่อระดับสำรองเกินแสดงในรูปที่ 21



รูปที่ 21 ระดับการสำรองเกินเมื่อต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเมื่อมีการกระจายร่วมแบบเอกรูป

รูปที่ 21 เป็นผลการทดลองเมื่อกำหนดให้จำนวนจองสูงสุดอยู่ที่ 35 คน ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นอยู่ที่ 3000 บาทต่อคัน ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยตั้งแต่ 800 บาทต่อคันจนถึง 2900 บาทต่อคันโดยเพิ่มครั้งละ 100 จำนวนรถเช่าที่มีอยู่ที่ 15 คัน และการกระจายร่วมมีลักษณะเอกรูป เมื่อต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเพิ่มขึ้น ระดับการสำรองเกินจะเพิ่มขึ้นตาม ต้นทุนเสียโอกาสเกิดขึ้นในกรณีที่มีการปฏิเสธ โดยหลังจากที่ปฏิเสธลูกค้าไปมีรถเช่าเหลือ รถเช่าที่เหลือนั้นทำให้เกิดต้นทุนเสียโอกาสขึ้น เมื่อต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเพิ่มมากขึ้น ระดับการสำรองเกินจะเพิ่มขึ้นตาม เนื่องจากเมื่อระดับการสำรองเกินเพิ่มขึ้นย่อมทำให้โอกาสที่จะมีรถเช่าเหลือลดน้อยลง ทำให้ต้นทุนเสียโอกาสลดลงตาม ในทำนองเดียวกับการทดลองในตอนต้น เมื่อใช้พารามิเตอร์ค่าเดียวกับการทดลองแรกนั่นคือกำหนดให้จำนวนจองสูงสุดอยู่ที่ 35 คน ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นอยู่ที่ 3000 บาทต่อคัน ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยตั้งแต่ 800 บาทต่อคันจนถึง 2900 บาทต่อคันโดยเพิ่มครั้งละ 100 จำนวนรถเช่าที่มีอยู่ที่ 15 คัน แต่การกระจายร่วมเปลี่ยนจากการกระจายร่วมแบบเอกรูปเป็นการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยมผลที่ได้มีความสอดคล้องกันนั่นคือเมื่อต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเพิ่มขึ้นส่งผลให้ระดับสำรองเกินเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 22

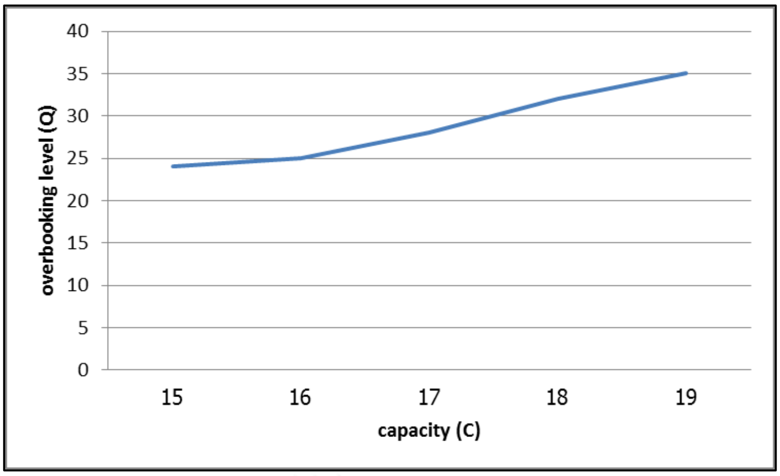


รูปที่ 22 ระดับการสำรองเกินเมื่อต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเมื่อมีการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยม

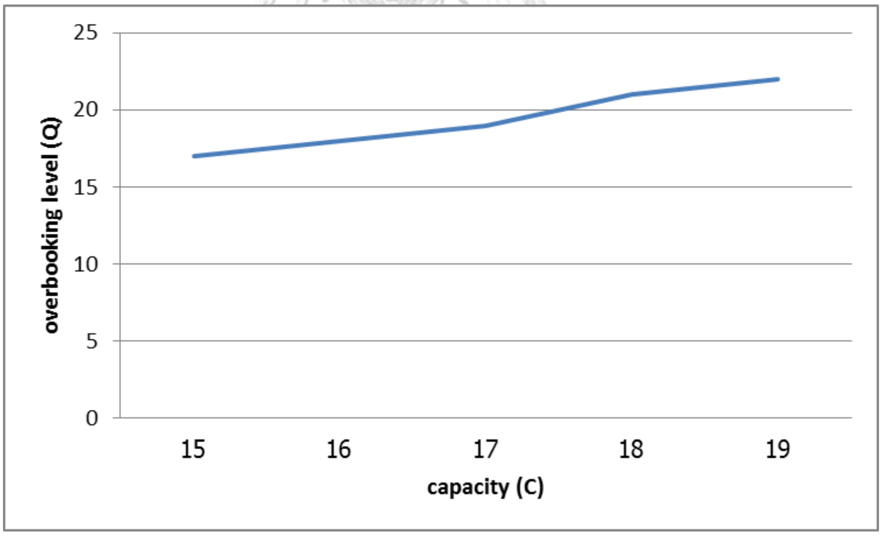
4.4 จำนวนรถเช่าที่มี (capacity : C)

พารามิเตอร์ตัวสุดท้ายคือปริมาณรถเช่าที่มี จากรูปที่ 23 เป็นผลการทดลองเมื่อกำหนดให้จำนวนจองสูงสุดอยู่ที่ 35 คน ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นอยู่ที่ 1200 บาทต่อคัน ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยอยู่ที่ 1000 บาทต่อคันโดยเพิ่มครั้งละ 100 จำนวนรถเช่าที่มีอยู่ตั้งแต่ 15 คันจนถึง 19 คัน และการกระจายร่วมมีลักษณะเอกรูป เมื่อจำนวนรถเช่าที่มีเพิ่มมากขึ้น ระดับการสำรองเกินจะเพิ่มขึ้นตาม เนื่องจากเมื่อปริมาณรถเช่าสูงขึ้นโอกาสที่จะเกิดต้นทุนเสียโอกาสย่อมเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเพื่อลดต้นทุนเสียโอกาสหรือลดปริมาณรถเช่าที่เหลือ การเพิ่มระดับการสำรองเกินย่อมทำให้ปริมาณรถเช่าที่มีเหลือลดน้อยลง

ในทำนองเดียวกันเมื่อกำหนดให้จำนวนจองสูงสุดอยู่ที่ 35 คน ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นอยู่ที่ 1200 บาทต่อคัน ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยอยู่ที่ 1000 บาทต่อคันโดยเพิ่มครั้งละ 100 จำนวนรถเช่าที่มีอยู่ตั้งแต่ 15 คันจนถึง 19 คันและเปลี่ยนการกระจายร่วมจากแบบเอกรูปเป็นแบบสามเหลี่ยมผลที่ได้มีความสอดคล้องกับการทดลองในข้างต้นคือเมื่อจำนวนรถเช่าเพิ่มขึ้นส่งผลให้ระดับสำรองเกินเพิ่มขึ้นตามดังแสดงในรูปที่ 24



รูปที่ 23 ระดับการสำรองเกินเมื่อจำนวนรถเช่าที่มีเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป



รูปที่ 24 ระดับการสำรองเกินเมื่อจำนวนรถเช่าที่มีเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม

4.5 ผลกระทบ

จากการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้น จะเห็นว่ามีทั้งพารามิเตอร์ที่เมื่อมีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อตัวแปรตัดสินใจที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามและมีทั้งพารามิเตอร์ที่เมื่อมีค่าเพิ่มขึ้นแต่กลับทำให้ค่าของตัวแปรตัดสินใจลดลง ผลกระทบของแต่ละพารามิเตอร์ที่มีผลต่อตัวแปรตัดสินใจสรุปในตารางที่ 4

ตาราง 4 ผลกระทบของพารามิเตอร์ที่มีผลต่อตัวแปรตัดสินใจ

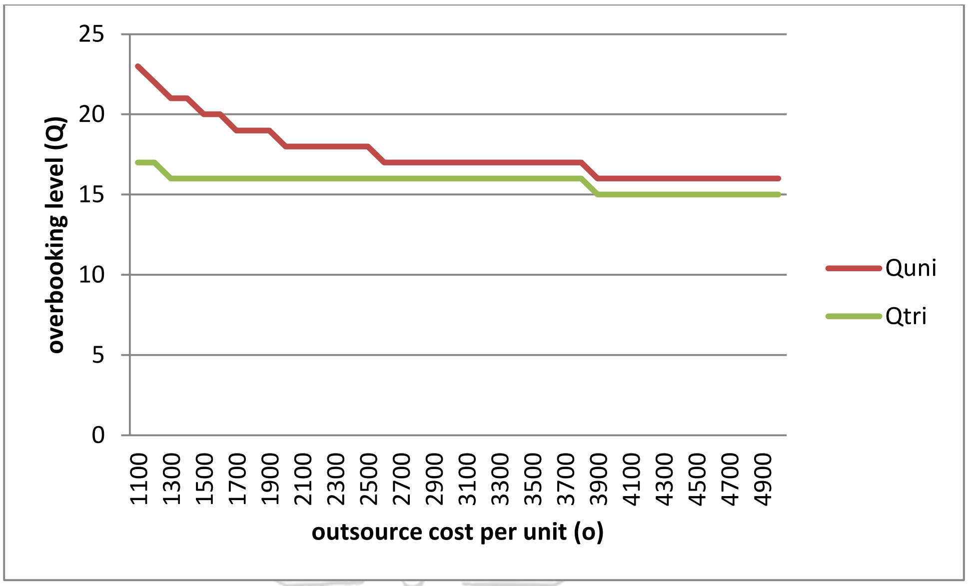
Parameter	Effect
O	Negative
A	Positive
C	Positive

จากตารางที่ 4 ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย (o) ให้ผลตรงข้ามกับตัวแปรตัดสินใจหรือระดับการสำรองเกิน นั่นคือเมื่อต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ระดับการสำรองเกินลดลงซึ่งตรงข้ามกับต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย (a) และปริมาณรถเช่าที่มี (C) พารามิเตอร์ 2 ชนิดนี้ให้ผลที่สอดคล้องกับตัวแปรตัดสินใจนั่นคือเมื่อพารามิเตอร์ 2 ชนิดนี้เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ระดับการสำรองเกินเพิ่มขึ้นตาม ในขั้นตอนต่อไปคือการสร้างฟังก์ชันที่ใช้ทดแทนการหาคำตอบที่ดีที่สุด (optimal solution) โดยการใช้ฟังก์ชันการถดถอย (regression) รวมทั้งตัวแบบอย่างง่าย (naïve model) เพื่อลดความซับซ้อนในการคำนวณ

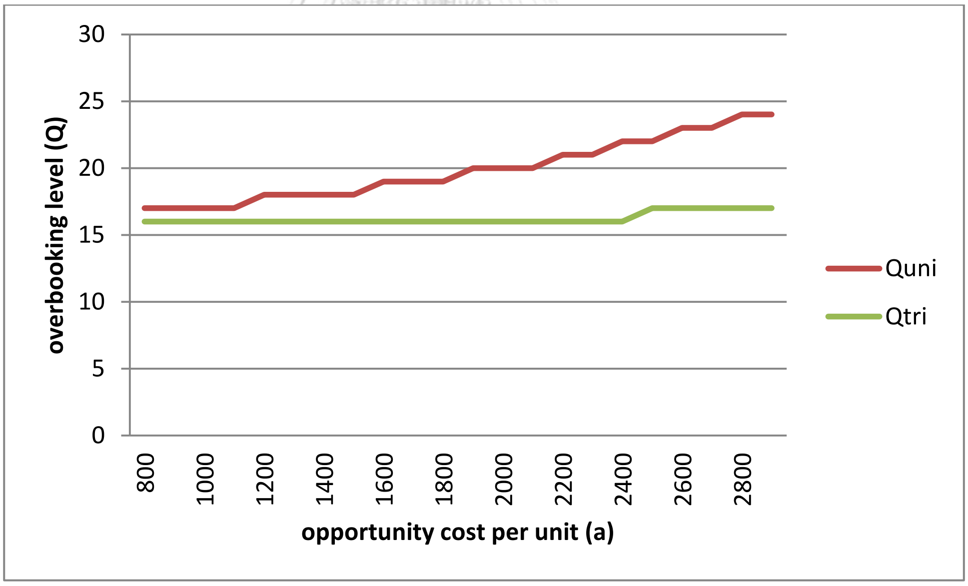
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.6 เปรียบเทียบระดับสำรองเกินที่เหมาะสมในการกระจายที่แตกต่างกัน

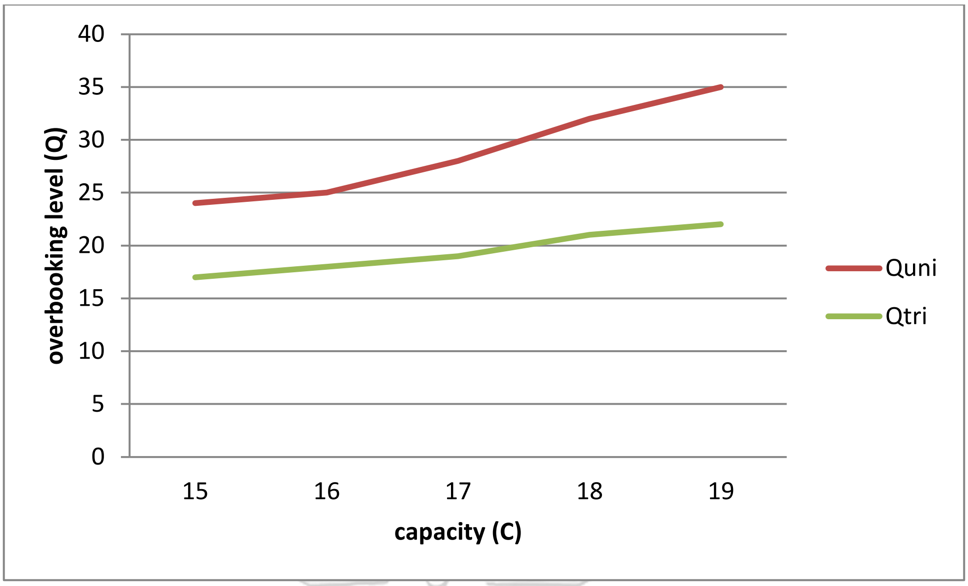
จากการวิเคราะห์ความไวของตัวแปรตัดสินใจหรือระดับสำรองเกินโดยเมื่อพารามิเตอร์ได้แก่ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย ต้นทุนเสียโอกาส และจำนวนรถเช่าที่มีเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้ระดับสำรองเกินเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ดังนั้นถ้าจำนวนการจองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมีการกระจายร่วมที่แตกต่างกันย่อมมีโอกาสที่ทำให้เกิดระดับสำรองเกินที่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะมีชุดของพารามิเตอร์เป็นชุดเดียวกันดังรูปที่ 25, 26 และ 27



รูปที่ 25 ระดับการสำรองเกินเมื่อต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูปและสามเหลี่ยม



รูปที่ 26 ระดับการสำรองเกินเมื่อต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูปและสามเหลี่ยม



รูปที่ 27 ระดับการสำรองเกินเมื่อจำนวนรถเช่าที่มีเพิ่มขึ้นเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูปและสามเหลี่ยม

จากรูปที่ 25, 26 และ 27 พบว่าระดับสำรองเกินที่ได้มีค่าแตกต่างกันเมื่อการกระจายร่วมของจำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงแตกต่างกันในชุดพารามิเตอร์เดียวกันโดยระดับสำรองเกินเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูปจะมีค่าสูงกว่าการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยม เนื่องจากค่าเฉลี่ยของจำนวนการจองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงของการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยมมีค่าเท่ากับ 26 คันและ 17 คัน ซึ่งค่าเฉลี่ยของจำนวนการจองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงของการกระจายร่วมแบบเอกรูปมีค่าเท่ากับ 24 คันและ 12 คัน ดังนั้นการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยมมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของการกระจายร่วมแบบเอกรูป ในความเป็นจริงระดับสำรองเกินจะใช้เมื่อลูกค้าที่มาใช้บริการรถเช่าต่ำกว่าจำนวนรถเช่าที่มีหรือมีรถเช่าเหลือ ดังนั้นเมื่อมีลูกค้ามาใช้บริการมากจึงไม่จำเป็นที่จะต้องสำรองเกินมากทำให้ระดับสำรองเกินของการกระจายที่มีค่าเฉลี่ยสูงจะมีค่าน้อย และการกระจายที่มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าจะมีระดับสำรองเกินที่สูงกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
การหาตัวแบบอย่างง่าย

ในหัวข้อนี้นำเสนอตัวแบบที่ง่ายในการคำนวณ เมื่อการหาระดับการสำรองเกินทำได้ยาก ตัวแบบในหัวนี้แบ่งเป็น 2 ชนิดได้แก่ตัวแบบจากฟังก์ชันการถดถอย (regression model) และตัวแบบอย่างง่าย (naïve model)

5.1 การวิเคราะห์การถดถอย

เนื่องจากการคำนวณหาระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดอาจทำได้ยาก เนื่องจากความซับซ้อนในตัวแบบ รวมทั้งฟังก์ชันการกระจายของตัวแปรสุ่มที่มีลักษณะเป็นการกระจายร่วม การวิเคราะห์การถดถอยเป็นหนึ่งในวิธีที่ช่วยในการพยากรณ์คำตอบโดยกำหนดชุดของพารามิเตอร์ลงไปในตัวแบบการถดถอย ในกรณีนี้ คำตอบของตัวแบบการถดถอยคือระดับการสำรองเกิน ตัวแบบการถดถอยมีประสิทธิภาพในการหาระดับการสำรองเกินในด้านเวลา เนื่องจากการหาระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมหรือให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดอาจใช้เวลามาก รวมทั้งทีวิธีการที่ซับซ้อนในการหา ตัวแบบการถดถอยจะให้คำตอบเป็นระดับการสำรองเกินที่มีค่าใกล้เคียงกับระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุด รวมทั้งใช้เวลาในการคำนวณที่น้อยกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวแบบการถดถอยมีหลายชนิดด้วยกัน ตัวอย่างเช่น สมการถดถอยอย่างง่ายเชิงเส้น (simple linear regression) สมการถดถอยไม่เชิงเส้น (nonlinear regression) สมการถดถอยพหุคูณ (multiple regression) และอื่นๆ ในงานวิจัยนี้นำสมการถดถอยพหุคูณมาใช้ในการคำนวณเนื่องจากพารามิเตอร์ที่มีผลต่อตัวแปรตัดสินใจมีหลายชนิดด้วยกัน พารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณตัวแบบการถดถอยได้แก่ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยและ

จำนวนรถเช่า นอกเหนือจากการกำหนดพารามิเตอร์แล้วยังมีอีกหลายขั้นตอนให้ได้มาซึ่งตัวแบบการถดถอย ขั้นตอนในการหาตัวแบบการถดถอยสำหรับงานวิจัยนี้มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การสร้างชุดข้อมูลเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป

การหาตัวแบบหรือสมการถดถอยจำเป็นต้องใช้ชุดข้อมูลในการวิเคราะห์เพื่อหาสัมประสิทธิ์สำหรับตัวแปรแต่ละชนิด ในหนึ่งชุดข้อมูลประกอบไปด้วย ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย จำนวนรถเช่าที่มี และระดับสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดเมื่อมีค่าพารามิเตอร์เท่ากับพารามิเตอร์ทั้งสามตัวที่กล่าวข้างต้น วิธีการหาระดับสำรองเกินที่ทำให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุดหรือระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุด เริ่มจากการสร้างชุดของพารามิเตอร์ทั้งสามชนิด จากนั้นสร้างระดับสำรองเกินที่เป็นไปได้นั่นคือตั้งแต่จำนวนรถเช่าที่มีจนถึงจำนวนลูกค้าที่จองสูงสุด ตัวอย่างเช่น กำหนดต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย (o) มีค่าเท่ากับ 1200 บาท ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย (a) มีค่า 1000 บาท จำนวนรถเช่าที่มี (C) เท่ากับ 30 คัน จำนวนการจองสูงสุดเท่ากับ 50 คัน ดังนั้นระดับสำรองเกิน (Q) ที่เป็นไปได้มีค่าตั้งแต่ 31 คันจนถึง 50 คัน ดังแสดงในตารางที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 5 การสร้างระดับสำรองเกินที่เป็นไปได้โดยใช้

o	a	C	Q
1200	1000	30	31
1200	1000	30	32
1200	1000	30	33
1200	1000	30	34
1200	1000	30	35
1200	1000	30	36
1200	1000	30	37
1200	1000	30	38
1200	1000	30	39
1200	1000	30	40
1200	1000	30	41
1200	1000	30	42

o	a	C	Q
1200	1000	30	43
1200	1000	30	44
1200	1000	30	45
1200	1000	30	46
1200	1000	30	47
1200	1000	30	48
1200	1000	30	49
1200	1000	30	50

เมื่อได้ระดับสำรองเกินทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ ขั้นตอนต่อไปคือการหาระดับสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด พารามิเตอร์ทั้งสามตัวได้แก่ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย ต้นทุนเสียโอกาส และจำนวนรถเช่าที่มี รวมทั้งจำนวนการจองสูงสุดและต่ำสุด จำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการสูงสุดและต่ำสุด ฟังก์ชันการกระจายร่วม และระดับการจอง ตัวแปรและพารามิเตอร์ทั้งหมดเมื่อนำใส่เข้าไปในฟังก์ชันต้นทุนจะสามารถหาต้นทุนรวมของแต่ละระดับสำรองเกินได้ โดยฟังก์ชันต้นทุนรวมเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูปมีค่าดังนี้

$$E[total\ cost] = \frac{a(max_b - Q)^2(3C - max_b + Q) - o(C - Q)^2(C - 3max_b + 2Q)}{3(max_b - min_b)(max_s - min_s)}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อนำพารามิเตอร์และตัวแปรทั้งหมดใส่เข้าไปในฟังก์ชันต้นทุนรวมจะได้ต้นทุนรวม (TC) ของระดับสำรองเกินแต่ละค่า กำหนดให้ ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเท่ากับ 1200 บาท ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเท่ากับ 1000 บาท จำนวนรถเช่าที่มี 30 คัน จำนวนการจองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงต่ำสุดและสูงสุดเท่ากับ 0 ถึง 50 ตามลำดับ ต้นทุนรวมที่ได้แสดงในตารางที่ 6

ตาราง 6 ต้นทุนรวมเมื่อระดับสำรองเกินเปลี่ยนแปลงเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป

o	a	C	Q	TC
1200	1000	30	31	3426.75
1200	1000	30	32	3146.24
1200	1000	30	33	2890.69
1200	1000	30	34	2658.99
1200	1000	30	35	2450.00
1200	1000	30	36	2262.61
1200	1000	30	37	2095.71
1200	1000	30	38	1948.16
1200	1000	30	39	1818.85
1200	1000	30	40	1706.67
1200	1000	30	41	1610.48
1200	1000	30	42	1529.17
1200	1000	30	43	1461.63
1200	1000	30	44	1406.72
1200	1000	30	45	1363.33
1200	1000	30	46	1330.35
1200	1000	30	47	1306.64
1200	1000	30	48	1291.09
1200	1000	30	49	1282.59
1200	1000	30	50	1280.00

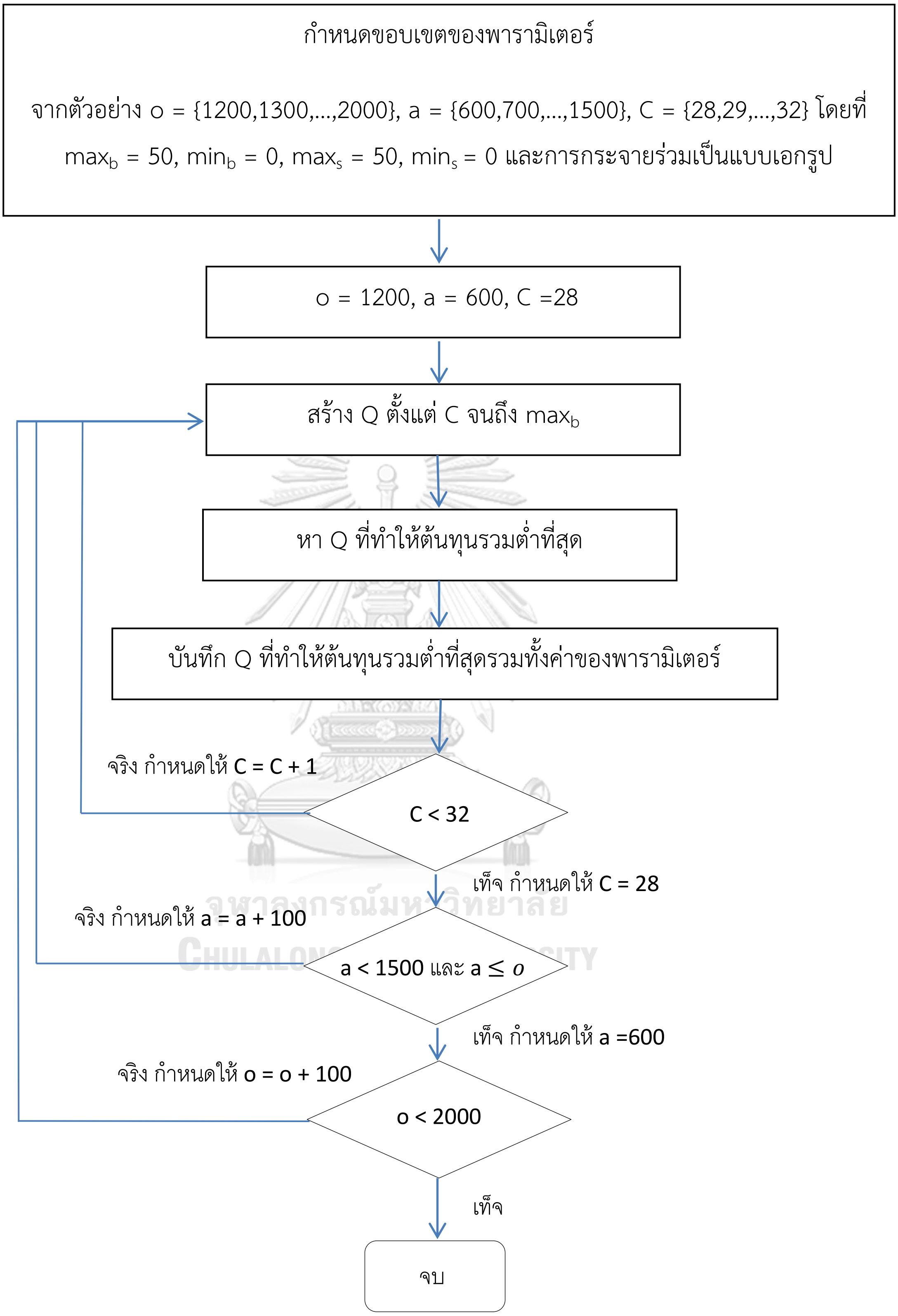
ผลจากการคำนวณในตารางที่ 6 จะได้ระดับสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดอยู่ที่ 50 คัน ระดับสำรองเกินที่ 50 เหมาะสมในกรณีที่มีค่าพารามิเตอร์เท่ากับค่าที่แสดงในรูปที่ 5.2 นั่นคือกรณีที่ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเท่ากับ 1200 บาท ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเท่ากับ 1000 บาทและจำนวนรถเช่าที่มีเท่ากับ 30 คัน ขั้นตอนการหาระดับสำรองเกินนี้ถือเป็นค่าที่ได้จากหนึ่งชุดข้อมูล ในการหาสมการถดถอยจำเป็นต้องใช้ชุดข้อมูลปริมาณมาก หรือชุดข้อมูลที่มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้น ขอบเขตของพารามิเตอร์ที่เป็นตัวอย่างในการคำนวณในงานวิจัยนี้แสดงในตารางที่ 7

ตาราง 7 ขอบเขตของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

Parameter	Value
O	1200,1300,1400,...,2000
A	600,700,800,...,1500
C	28,29,30,31,32

ในขั้นตอนการทดลองนั้น จะทำการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ทีละตัวแล้วหาระดับการสำรองเกินที่ดีที่สุดโดยต้นทุนการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเริ่มตั้งแต่ 1200 เพิ่มขึ้นทีละ 100 จนถึง 2000 ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเริ่มตั้งแต่ 600 เพิ่มขึ้นทีละ 100 จนถึง 1500 โดยกำหนดให้ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยมีค่าไม่เกินต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเสมอ สุดท้ายปริมาณ รถเช่าที่มีเริ่มตั้งแต่ 28 คันเพิ่มขึ้นทีละ 1 จนถึง 32 คัน เนื่องจากชุดข้อมูลมีปริมาณที่มาก การคำนวณหาระดับสำรองเกินแล้วเก็บค่าจำเป็นต้องใช้เวลาในการคำนวณที่มาก ในงานวิจัยนี้ใช้การเขียนโปรแกรมในการเก็บระดับการสำรองเกินในแต่ละชุดข้อมูล การเก็บระดับสำรองเกินเริ่มต้นจากการหาระดับสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดดังที่กล่าวไว้ในตอนต้น จากนั้นทำการปรับพารามิเตอร์ทีละตัวจนครบชุดข้อมูลในตารางที่ 7 เมื่อได้ระดับสำรองเกินสำหรับทุกชุดข้อมูลถือว่าเสร็จสิ้นกระบวนการสร้างชุดข้อมูล ขั้นตอนการสร้างชุดข้อมูลในงานวิจัยนี้สรุปได้ดังรูปที่ 28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 28 ขั้นตอนการสร้างชุดข้อมูล

ชุดข้อมูลที่ผ่านการสร้างประกอบไปด้วยต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย (o), ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย (a), จำนวนรถเช่าที่มี (C) และ ระดับการจองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด (Q*) ชุดข้อมูลทั้งหมดจะครอบคลุมขอบเขตของพารามิเตอร์ในตารางที่ 7 ซึ่งในแต่ละชุดข้อมูลจะแสดงระดับการจองเกินที่ทำให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุด ชุดข้อมูลที่สร้างแสดงในตารางที่ 8

ตาราง 8 ชุดข้อมูลเมื่อการกระจายเป็นแบบเอกรูป

o	a	C	Q*
1200	600	28	39
1200	700	28	42
1200	800	28	45
1200	900	28	48
1200	1000	28	50
1200	1100	28	50
1200	1200	28	50
1300	600	28	38
1300	700	28	41
1300	800	28	43
1300	900	28	46
1300	1000	28	49
1300	1100	28	50
1300	1200	28	50
1300	1300	28	50
1400	600	28	37
1400	700	28	39
1400	800	28	42
1400	900	28	44
1400	1000	28	47

.

.

.

2000	1000	32	47
2000	1100	32	50
2000	1200	32	50
2000	1300	32	50
2000	1400	32	50
2000	1500	32	50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) การหาตัวแบบการถดถอยเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอย แสดงในรูปที่ 29 ค่า p-value ของแต่ละพารามิเตอร์ (X Variable 1 = o, X Variable 2 = a และ X Variable 3= C) มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าทุกพารามิเตอร์มีผลต่อตัวแปรตัดสินใจหรือระดับสำรองเกิน ความสามารถในการทำนายระดับสำรองเกินสามารถวัดได้จากค่า R-square และ Adjusted R-square เมื่อค่าทั้งสองมีค่าเข้าใกล้ 1 มากเท่าไหร่ยิ่งถือว่าตัวแบบการถดถอยสามารถทำนายตัวแปรตัดสินใจได้ดีมากขึ้น ในกรณีนี้ R-square มีค่าเท่ากับ 0.844 และ Adjusted R-square มีเท่ากับ 0.843 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถยอมรับได้

ตัวแบบการถดถอยที่ได้นี้เป็นฟังก์ชันเส้นตรง โดย Intercept เป็นค่าคงที่หรือจุดตัดบนแกนของตัวแปรตัดสินใจ และ X Variable ทั้งสามตัวเป็นค่าความชันของแต่ละพารามิเตอร์หรือเป็นสัมประสิทธิ์ที่นำหน้าพารามิเตอร์ เมื่อนำ Intercept และ X Variable ทั้งสามตัวมาสร้างเป็นตัวแบบการถดถอยจะได้ฟังก์ชันดังนี้

$$Y = 10.897 - 0.008(X\,Variable1) + 0.013(X\,Variable2) + 1.144(X\,Variable3)$$

นั่นคือ

$$Q^* = 10.897 - 0.008o + 0.013a + 1.144C$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การใช้งานตัวแบบการถดถอยนี้ จะเห็นว่าปัจจัยที่ใช้ในตัวแบบน้อยกว่าตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดทำให้การพยากรณ์ระดับสำรองเกินทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า พารามิเตอร์ที่ใช้ในตัวแบบมีเพียงต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย และจำนวนรถเช่าที่มี การเปรียบเทียบผลที่ระหว่างระดับสำรองเกินจากตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดกับตัวแบบการถดถอยจะนำเสนอในหัวข้อถัดไป

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.919
R Square	0.844
Adjusted R Square	0.843
Standard Error	1.788
Observations	420

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	7178.924	2392.975	748.780	0.000
Residual	416	1329.467	3.196		
Total	419	8508.390			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	10.897	1.953	5.580	0.000	7.059	14.735	7.059	14.735
X Variable 1	-0.008	0.000	-21.362	0.000	-0.008	-0.007	-0.008	-0.007
X Variable 2	0.013	0.000	40.615	0.000	0.012	0.014	0.012	0.014
X Variable 3	1.144	0.062	18.548	0.000	1.023	1.265	1.023	1.265

รูปที่ 29 ผลที่ได้จากฟังก์ชัน Regression

3) การสร้างชุดข้อมูลเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม

การหาตัวแบบหรือสมการถดถอยเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยมมีขั้นตอนเหมือนกับการสร้างชุดข้อมูลเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป โดยเริ่มจากการสร้างชุดของพารามิเตอร์ทั้งสามชนิด จากนั้นสร้างระดับสำรองเกินที่เป็นไปได้นั่นคือตั้งแต่จำนวนรถเช่าที่มีจนถึงจำนวนลูกค้าที่จองสูงสุดดังแสดงในตารางที่ 5

เมื่อได้ระดับสำรองเกินทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ ขั้นตอนต่อไปคือการหาระดับสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด พารามิเตอร์ทั้งสามตัวได้แก่ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย ต้นทุนเสียโอกาส และจำนวนรถเช่าที่มี รวมทั้งจำนวนการจองสูงสุดและต่ำสุด จำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการสูงสุดและต่ำสุด ฟังก์ชันการกระจายร่วม และระดับการจอง ตัวแปรและพารามิเตอร์ทั้งหมดเช่นเดียวกับการกระจายร่วมแบบเอกรูป เมื่อนำใส่เข้าไปในฟังก์ชันต้นทุนจะสามารถหาต้นทุนรวมของแต่ละระดับสำรองเกินได้ โดยฟังก์ชันต้นทุนรวมเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยมมีค่าดังนี้

$$E[total\ cost] = \frac{a(6C^2 - 4C(max_b - Q) + (max_b - Q)^2)(max_b - Q)^2}{4max_b max_s{}^2}$$

$$-\frac{2o(C-Q)^2(C^2-2Cmax_b+2CQ-4max_bQ+3Q^2)}{4max_b max_s{}^2}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อนำพารามิเตอร์และตัวแปรทั้งหมดใส่เข้าไปในฟังก์ชันต้นทุนรวมจะได้ต้นทุนรวม (TC) ของระดับสำรองเกินแต่ละค่าในตารางที่ 5 กำหนดให้ ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเท่ากับ 1200 บาท ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเท่ากับ 1000 บาท จำนวนรถเช่าที่มี 30 คัน จำนวนการจองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงต่ำสุดและสูงสุดเท่ากับ 0 ถึง 50 ตามลำดับ ต้นทุนรวมที่ได้แสดงในตารางที่ 9

ตาราง 9 ต้นทุนรวมเมื่อระดับสำรองเกินเปลี่ยนแปลงเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม

o	a	C	Q	TC
1200	1000	30	31	2530.36
1200	1000	30	32	2376.83
1200	1000	30	33	2258.29
1200	1000	30	34	2173.34
1200	1000	30	35	2120.25
1200	1000	30	36	2097.02
1200	1000	30	37	2101.33
1200	1000	30	38	2130.59
1200	1000	30	39	2181.88
1200	1000	30	40	2252.00
1200	1000	30	41	2337.46
1200	1000	30	42	2434.46
1200	1000	30	43	2538.90
1200	1000	30	44	2646.39
1200	1000	30	45	2752.25
1200	1000	30	46	2851.48
1200	1000	30	47	2938.80
1200	1000	30	48	3008.63
1200	1000	30	49	3055.09
1200	1000	30	50	3072.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลจากการคำนวณในตารางที่ 9 จะได้ระดับสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดอยู่ที่ 36 คัน ระดับสำรองเกินที่ 36 เหมาะสมในกรณีที่มีค่าพารามิเตอร์เท่ากับค่าที่แสดงในตารางที่ 5.5 นั่นคือ กรณีที่ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเท่ากับ 1200 บาท ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเท่ากับ 1000 บาทและจำนวนรถเช่าที่มีเท่ากับ 30 คัน ขั้นตอนการหาระดับสำรองเกินนี้ถือเป็นค่าที่ได้จากหนึ่งชุดข้อมูล ในการหาสมการถดถอยจำเป็นต้องใช้ชุดข้อมูลปริมาณมาก หรือชุดข้อมูลที่มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้น ขอบเขตของพารามิเตอร์ที่เป็นตัวอย่างในการคำนวณในงานวิจัยนี้แสดงในตารางที่ 7 เช่นเดียวกับการกระจายแบบเอกรูป

การสร้างชุดข้อมูลสำหรับการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยมมีขั้นตอนการสร้างเหมือนกับการกระจายร่วมแบบเอกรูปดังแสดงในรูปที่ 28 ต่างเพียงเปลี่ยนการกระจายร่วมแบบเอกรูปเป็นแบบสามเหลี่ยม ชุดข้อมูลที่ผ่านการสร้างประกอบไปด้วยต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วย (o),

ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย (a), จำนวนรถเช่าที่มี (C) และ ระดับการจองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด (Q*) ชุดข้อมูลทั้งหมดจะครอบคลุมขอบเขตของพารามิเตอร์ในตารางที่ 5 ซึ่งในแต่ละชุดข้อมูลจะแสดงระดับการจองเกินที่ทำให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุด ชุดข้อมูลที่สร้างแสดงในตารางที่ 10

ตาราง 10 ชุดข้อมูลเมื่อการกระจายเป็นแบบสามเหลี่ยม

o	a	C	Q*
1200	600	28	31
1200	700	28	32
1200	800	28	32
1200	900	28	33
1200	1000	28	33
1200	1100	28	34
1200	1200	28	34

.

.

.

2000	1000	32	47
2000	1100	32	50
2000	1200	32	50
2000	1300	32	50
2000	1400	32	50
2000	1500	32	50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4) การหาตัวแบบการถดถอยเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอย แสดงในรูปที่ 30 ค่า p-value ของแต่ละพารามิเตอร์ (X Variable 1 = o, X Variable 2 = a และ X Variable 3= C) มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าทุกพารามิเตอร์มีผลต่อตัวแปรตัดสินใจหรือระดับสำรองเกิน ความสามารถในการทำนายระดับสำรองเกินสามารถวัดได้จากค่า R square และ Adjusted R square เมื่อค่าทั้งสองมีค่าเข้าใกล้ 1 มากเท่าไหร่ยิ่งถือว่าตัวแบบการถดถอยสามารถทำนายตัวแปรตัดสินใจได้ดีมากขึ้น ในกรณีนี้ R square มีค่าเท่ากับ 0.972 และ Adjusted R square มีเท่ากับ 0.971 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถยอมรับได้

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.986
R Square	0.972
Adjusted R Square	0.971
Standard Error	0.439
Observations	420

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	3	2744.139	914.713	4750.042	0.000
Residual	416	80.109	0.193		
Total	419	2824.248			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	-9.535	0.479	-19.892	0.000	-10.477	-8.593	-10.477	-8.593
X Variable 1	-0.003	0.000	-36.360	0.000	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
X Variable 2	0.005	0.000	62.050	0.000	0.005	0.005	0.005	0.005
X Variable 3	1.485	0.015	98.047	0.000	1.455	1.514	1.455	1.514

รูปที่ 30 ผลที่ได้จากฟังก์ชัน Regression เมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม

ตัวแบบการถดถอยที่ได้นี้เป็นฟังก์ชันเส้นตรง โดย Intercept เป็นค่าคงที่หรือจุดตัดบนแกนของตัวแปรตัดสินใจ และ X Variable ทั้งสามตัวเป็นค่าความชันของแต่ละพารามิเตอร์หรือเป็นสัมประสิทธิ์ที่นำหน้าพารามิเตอร์ เมื่อนำ Intercept และ X Variable ทั้งสามตัวมาสร้างเป็นตัวแบบการถดถอยจะได้ฟังก์ชันดังนี้

$$Y = -9.535 - 0.003(X\,Variable1) + 0.005(X\,Variable2) + 1.485(X\,Variable3)$$

นั่นคือ

$$Q^{*} = -9.535 - 0.003o + 0.004a + 1.485C$$

จากการหาตัวแบบการถดถอยของชุดข้อมูลที่มีการกระจายร่วมแบบเอกรูปและแบบสามเหลี่ยม สามารถสรุปผลการคำนวณตัวแบบการถดถอยในรูปของ R-sq และ R-sq(adj) แสดงในตารางที่ 11 และ 12

ตาราง 11 ผลการคำนวณการถดถอยเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป

Measurement	S	R-sq	R-sq(adj)
Value	1.79	84.37%	84.26%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 12 ผลการคำนวณการถดถอยเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม

Measurement	S	R-sq	R-sq(adj)
Value	0.44	97.16%	97.14%

ตัวแบบการถดถอยที่ได้จากการแจกแจงร่วมแบบเอกรูปมีค่า R-sq(adj) เท่ากับ 84.26% หมายความว่าระดับการสำรองเกินที่ได้จากตัวแบบการถดถอยสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ถึง 84.26% ของระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุด จากตารางที่ 6 และ 7 สามารถหาระดับสำรองเกินจากตัวแบบการถดถอยสำหรับการกระจายร่วมแบบเอกรูปและการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยมได้ดังนี้

$$Q_{uniform} = 10.897 - 0.007o + 0.013a + 1.144C \tag{11}$$

$$Q_{triangular} = -9.535 - 0.003o + 0.005a + 1.485C \tag{12}$$

จากตัวแบบการถดถอยด้านบนสามารถประมาณค่าระดับการสำรองเกินได้เมื่อทราบค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด โดนการคำนวณด้วยตัวแบบการถดถอยให้ค่าใกล้เคียงกับระดับสำรองเกินที่ดีที่สุด นอกจากนี้การวัดผลของตัวแบบการถดถอยด้วยค่า R-sq หรือ R-squared นั้นมีปัญหาหนึ่งคือเมื่อจำนวนพารามิเตอร์ที่ใส่เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่า R-sq เพิ่มขึ้นตาม ซึ่งอาจทำให้สรุปได้ว่าตัวแบบมีความเหมาะสมในการพยากรณ์ตัวแปรตัดสินใจ จึงมีการใช้ R-sq (adj) หรือ adjusted R-squared ที่มีประสิทธิภาพกว่าในการวัดผลเมื่อเพิ่มพารามิเตอร์เข้าไปในตัวแบบการถดถอยและเป็นค่าที่เหมาะสมในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบการถดถอย การเปรียบเทียบตัวแบบการถดถอยทั้งสองการกระจายกับตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดจะแสดงในหัวข้อถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 13 ผลกระทบของพารามิเตอร์จากตัวแบบการถดถอยเมื่อมีการกระจายแบบเอกรูป

Parameter	Effect
O	Negative
A	Positive
C	Positive

ตาราง 14 ผลกระทบของพารามิเตอร์จากตัวแบบการถดถอยเมื่อมีการกระจายแบบเอกรูป

Parameter	Effect
O	Negative
A	Positive
C	Positive

จากตัวแบบการถดถอยที่ได้ สามารถอธิบายผลกระทบของพารามิเตอร์ได้ดังตารางที่ 13 และ 14 ตัวแบบการถดถอยทั้งสองการกระจายให้ค่าผลกระทบที่เหมือนกันนั่นคือเมื่อต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ระดับสำรองเกินลดลง ในทางตรงกันข้ามเมื่อต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ระดับสำรองเกินเพิ่มขึ้นและเมื่อจำนวนรถเช่าที่มีเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ระดับสำรองเกินเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน ผลกระทบที่ได้จากตารางที่ 13 และ 14 ให้ผลที่เหมือนกับการวิเคราะห์ความไวในบทที่ 4 ตารางที่ 4 นั่นคือการวิเคราะห์ทั้งสองชนิดมีความสอดคล้องกัน

5.2 ตัวแบบอย่างง่าย (naïve method)

ตัวแบบอย่างง่ายเป็นการใช้แนวคิดแบบโลจิค (logic) อย่างง่ายในการแก้ไขปัญหา ในกรณีนี้ได้เสนอตัวอย่างการหาตัวแบบสำรองเกินอย่างง่ายโดยใช้พารามิเตอร์ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย ต้นทุนจากการใช้บริการต่อหน่วย จำนวนรถเช่าที่มีและจำนวนลูกค้าที่จองสูงสุด ตัวอย่างนี้คำนวณอย่างง่ายโดยใช้ค่ากลางระหว่างจำนวนลูกค้าที่จองสูงสุดกับจำนวนรถเช่าที่มีอยู่ เนื่องจากถ้ากำหนดให้ระดับสำรองเกินเท่ากับจำนวนรถเช่าที่มีหรือไม่มีระดับการสำรองเกินย่อมทำให้เกิดต้นทุนเสียโอกาสสูง ในอีกกรณีหนึ่งคือเมื่อระดับสำรองเกินอยู่ที่จำนวนการจองสูงสุดย่อมทำให้เกิดต้นทุนจากการใช้บริการอื่นที่สูง การคำนวณอย่างง่ายจึงกำหนดให้ระดับสำรองเกินอยู่ตรงกลางระหว่างจำนวนรถเช่าและจำนวนการจองสูงสุดในกรณีที่ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยและต้นทุนเสียจากการใช้บริการอื่นมีค่าเท่ากัน แต่ในความเป็นจริงต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยไม่ได้มีค่าเท่ากับต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นเสมอ อัตราส่วนระหว่างต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยกับต้นทุนจากการใช้บริการอื่นต่อหน่วยจึงมีผลต่อระดับสำรองเกิน ยิ่งอัตราส่วนมีค่าน้อยกว่าหนึ่งมากๆ หรือต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยน้อยกว่าต้นทุนจากการใช้บริการอื่นต่อหน่วยมากๆ ระดับสำรองเกินควรจะมีค่าต่ำลงเพื่อป้องกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ไม่ให้เกิดต้นทุนจากการใช้บริการอื่นสูง และเมื่อต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วยมีค่าใกล้เคียงกับต้นทุนจากการใช้บริการอื่นต่อหน่วยหรืออัตราส่วนมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ระดับสำรองเกินควรมีค่าอยู่ใกล้จุดศูนย์กลาง ตัวแบบอย่างง่ายที่เกิดขึ้นจึงมีฟังก์ชันดังนี้

$$Q_{\text{naïve}} = \frac{a}{o}\left(\frac{max_b - C}{2}\right) + C \quad (13)$$

5.3 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมจากแนวคิดต่างๆ

ในหัวข้อนี้จะทำการเปรียบเทียบต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นจากระดับการสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดเทียบกับระดับการสำรองเกินจากตัวแบบการถดถอยและตัวแบบอย่างง่าย การเปรียบเทียบนี้จะทำการสุ่มพารามิเตอร์ทั้ง 3 ชนิดในขอบเขตจากตาราง 7 เป็นจำนวน 30 ชุดข้อมูลดังนี้

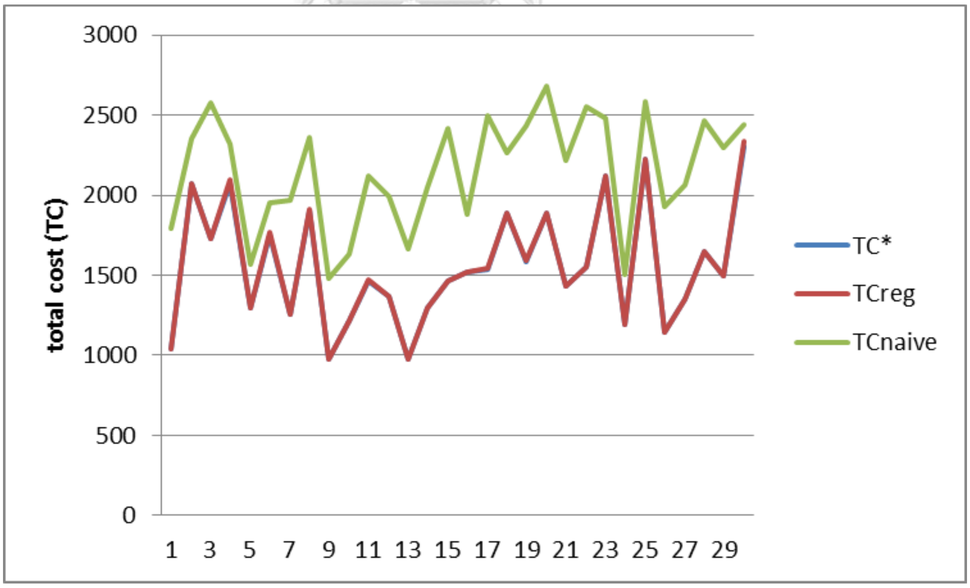
ตาราง 15 ชุดข้อมูลจากการสุ่มพารามิเตอร์

no.	o	a	C
1	1339	946	32
2	1831	836	29
3	1617	1447	30
4	1621	782	28
5	1881	601	32
6	1328	692	28
7	1370	926	31
8	1341	1040	28
9	1250	694	32
10	1363	635	31
11	1600	986	31
12	1282	1109	30
13	1256	1094	32
14	1415	1174	31
15	1598	1403	31
16	1238	778	29
17	1977	1301	32
18	1567	872	29
19	1736	1142	31

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

no.	o	a	C
20	1526	1475	29
21	1563	1411	31
22	1696	1478	31
23	1781	947	29
24	1596	627	32
25	1870	984	29
26	1467	1125	32
27	1266	1170	30
28	1548	1256	30
29	1404	1304	30
30	1958	805	28

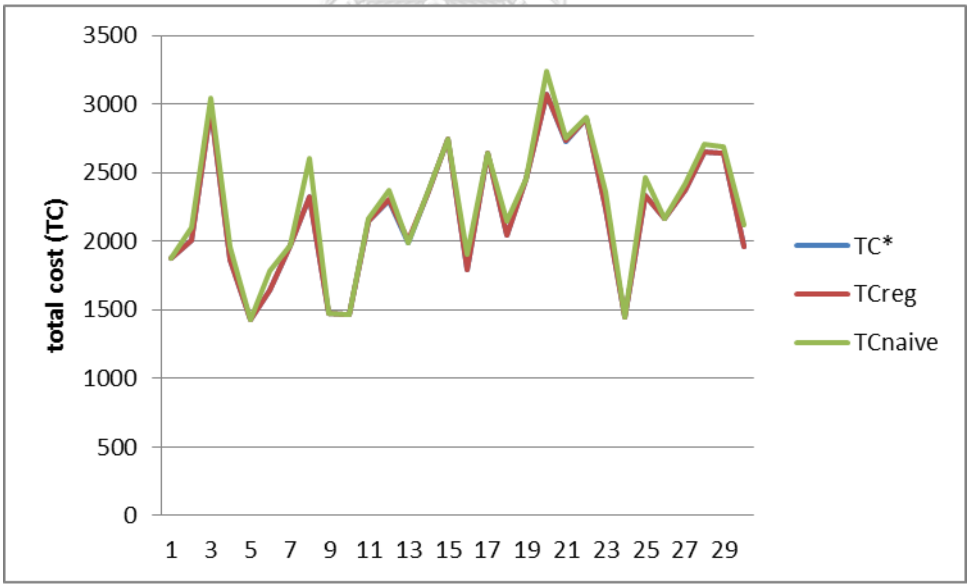
จากชุดข้อมูลในตาราง 8 นำมาหาระดับสำรองเกินที่ดีที่สุด ระดับสำรองเกินจากตัวแบบการถดถอยและระดับสำรองเกินจากตัวแบบอย่างง่าย เพื่อนำมาคำนวณต้นทุนรวม ลำดับแรกจะแสดงผลการเปรียบเมื่อฟังก์ชันต้นทุนรวมมีการกระจายแบบเอกรูป ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 31



รูปที่ 31 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป

จากรูปที่ 31 เส้นต้นทุนรวมจากตัวแบบถดถอย (TCreg) มีค่าใกล้เคียงกับเส้นต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด (TC*) ทำให้ทั้งสองเส้นทับกัน โดยตัวแบบอย่างง่ายให้ค่าต้นทุนรวมที่สูงที่สุด รองลงมาคือตัวแบบการถดถอย ซึ่งต้นทุนรวมที่ได้เมื่อใช้ระดับการสำรองเกินจากสมการถดถอยมีค่าใกล้เคียงกับต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด โดยข้อมูลจากรูปที่ 31 ความต่างของต้นทุนรวมจากสมการถดถอยอยู่ที่ 0.23% และตัวแบบอย่างง่ายอยู่ที่ 41.42% นั่นคือสมการถดถอยเหมาะสมในการประมาณตัวแปรตัดสินใจหรือระดับสำรองเกินและสามารถใช้ทดแทนการคำนวณได้ ส่วนระดับสำรองเกินจากตัวแบบอย่างง่ายให้ค่าต้นทุนรวมห่างจากตัวแบบที่ดีที่สุดปริมาณค่อนข้างมากมีเพียงบางช่วงที่เข้าใกล้ค่าที่ดีที่สุด

ลำดับต่อมาจะทำการคำนวณต้นทุนรวมเมื่อฟังก์ชันต้นทุนรวมมีการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยม โดยมีชุดพารามิเตอร์ดังตาราง 15 เช่นเดียวกับการกระจายร่วมแบบเอกรูป ผลการเปรียบเทียบแสดงดังรูปที่ 32



รูปที่ 32 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม

จากรูปที่ 32 เส้นต้นทุนรวมจากตัวแบบถดถอย (TCreg) มีค่าใกล้เคียงกับเส้นต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด (TC*) ทำให้ทั้งสองเส้นทับกัน โดยตัวแบบอย่างง่ายให้ค่าต้นทุนรวมที่สูงที่สุด รองลงมาคือตัวแบบการถดถอย ซึ่งต้นทุนรวมที่ได้เมื่อใช้ระดับการสำรองเกินจากสมการถดถอยมีค่าใกล้เคียงกับต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด โดยข้อมูลจากรูปที่ 32 ความต่างของต้นทุนรวมจากสมการถดถอยอยู่ที่ 0.04% และตัวแบบอย่างง่ายอยู่ที่ 2.71% นั่นคือสมการถดถอยเหมาะสมในการประมาณตัวแปรตัดสินใจหรือระดับสำรองเกินและสามารถใช้ทดแทนการคำนวณได้ ส่วนระดับสำรองเกินจากตัวแบบอย่างง่ายให้ค่าต้นทุนรวมห่างจากตัวแบบที่ดีที่สุดใกล้เคียงค่าที่ดีที่สุดมากกว่ากรณีการกระจายร่วมแบบเอกรูป

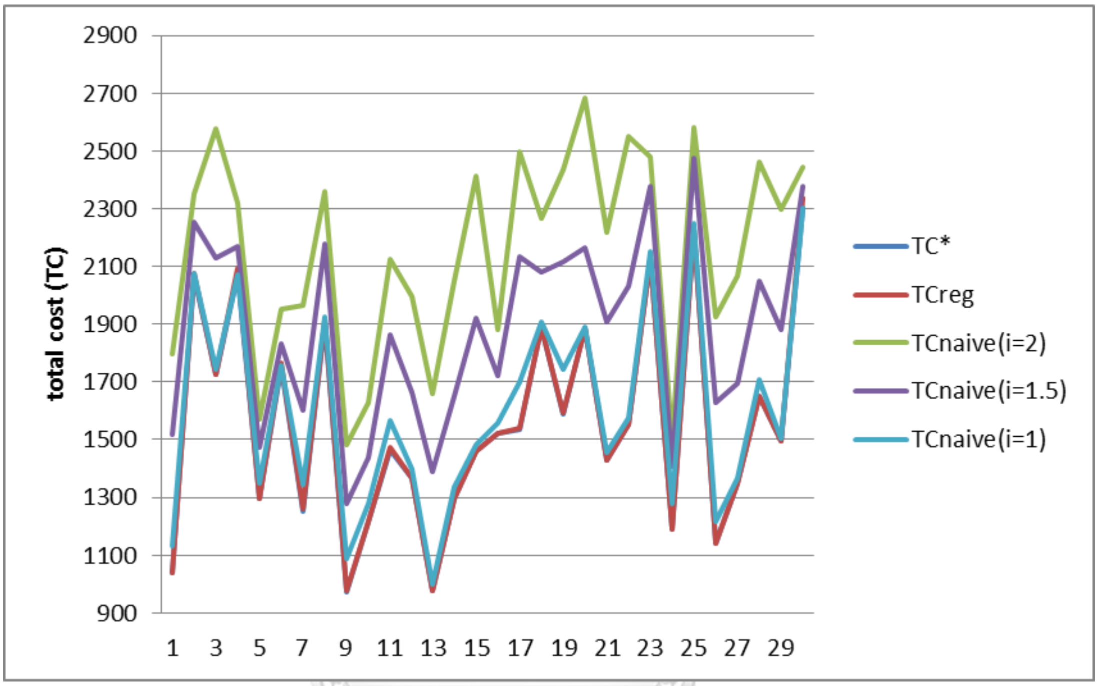
จากการเปรียบเทียบพบว่า ต้นทุนรวมที่ได้จากตัวแบบอย่างง่ายเมื่อมีการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยม มีค่าใกล้เคียงต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดมากกว่าต้นทุนรวมจากตัวแบบอย่างง่ายกรณีการกระจายร่วมแบบเอกรูป อันเนื่องมากจาก เมื่อนำระดับสำรองเกินจากชุดข้อมูลเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยมในตาราง 10 มาหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าเท่ากับ 35 คัน และเมื่อนำชุดพารามิเตอร์จากตาราง 10 มาหาระดับสำรองเกินโดยใช้ตัวแบบอย่างง่าย ค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าเท่ากับ 36 คัน ซึ่งใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยที่ได้จากระดับสำรองเกินที่ดีที่สุด แต่เมื่อนำระดับสำรองเกินจากชุดข้อมูลเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูปในตาราง 8 มาหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าเท่ากับ 46 ซึ่งไม่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยอย่างง่าย ทำให้การประมาณค่าระดับสำรองเกินเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป มีค่าห่างจากระดับสำรองเกินที่ดีที่สุดมากกว่ากรณีตัวแบบอย่างง่ายมีการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เพื่อให้ตัวแบบอย่างง่ายสามารถประมาณค่าชุดข้อมูลที่มีการกระจายร่วมแบบเอกรูปได้ดีมากขึ้น จึงทำการปรับค่าเริ่มต้น (ในกรณีเก่าจะใช้ค่ากลางระหว่างจำนวนการจองสูงสุดและจำนวนรถเช่า) โดยกำหนดให้ตัวปรับค่าแทนด้วย i มีฟังก์ชันดังนี้

$$Q_{\text{naïve}} = \frac{a}{o}\left(\frac{max_b - C}{i}\right) + C$$

ตัวแบบอย่างง่ายปกติจะใช้ตัวปรับค่า (i) เท่ากับ 2 พบว่าระดับสำรองเกินมีค่าน้อยกว่าระดับสำรองเกินที่ดีที่สุดอยู่มาก ดังนั้นเพื่อให้ระดับสำรองเกินมีค่าใกล้เคียงกับระดับสำรองเกินที่ดีที่สุดมากยิ่งขึ้น จึงทำการลดค่าตัวปรับให้มีค่าเท่ากับ 1.5 และ 1



รูปที่ 33 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป
เพิ่มตัวแบบอย่างง่ายชนิดใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 33 พบว่าเมื่อชุดข้อมูลมีการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูป เมื่อทำการลดค่า i จะทำให้ต้นทุนรวมที่ได้จากตัวแบบอย่างง่ายเข้าใกล้ต้นทุนรวมที่ดีที่สุดมากยิ่งขึ้น โดยเมื่อ i มีค่าเท่า 2 ผลต่างของต้นทุนรวมเทียบกับต้นทุนรวมที่ดีที่สุดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 41.42% เมื่อ i มีค่าเท่า 1.5 ผลต่างของต้นทุนรวมเทียบกับต้นทุนรวมที่ดีที่สุดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 22.69% เมื่อ i มีค่าเท่า 1 ผลต่างของต้นทุนรวมเทียบกับต้นทุนรวมที่ดีที่สุดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.5% เนื่องมาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนการจองและจำนวนลูกค้าที่มาจริงของการกระจายร่วมแบบเอกรูปมีค่าต่ำกว่าการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยม ส่งผลให้ระดับสำรองเกินที่ดีที่สุดสูงกว่า การปรับค่าในตัวแบบสำรองเกินตามความเหมาะสมของการกระจายร่วมแต่ละชนิดจะทำให้สามารถประมาณค่าระดับสำรองเกินได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

จากการเปรียบเทียบทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าสมการถดถอยสามารถประมาณค่าตัวแปรตัดสินใจหรือระดับสำรองเกินได้มีความใกล้เคียงกับระดับสำรองเกินที่ดีที่สุด โดยสมการถดถอยหาได้จากการสร้างชุดข้อมูลที่ครอบคลุมพารามิเตอร์ที่เป็นไปได้เพื่อหาสัมประสิทธิ์ของแต่ละพารามิเตอร์และประกอบกันเป็นสมการถดถอย จากการทดลองนี้สมการถดถอยที่ได้มี R-sq(adj) ที่ 84.26% สำหรับชุดข้อมูลที่มีการกระจายร่วมแบบเอกรูป และ R-sq(adj) ที่ 97.14% สำหรับชุดข้อมูลที่มีการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยม ในขณะที่ตัวแบบอย่างง่ายไม่เหมาะสมที่จะทำนายระดับสำรองเกินเนื่องจากให้ค่าระดับสำรองเกินที่แตกต่างกับระดับที่สำรองเกินที่ดีที่สุดมาก ส่งผลให้ต้นทุนรวมสูงกว่าต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดเป็นจำนวนมาก แต่ตัวแบบอย่างง่ายสามารถหาระดับสำรองเกินได้ง่ายกว่าเนื่องจากมีปัจจัยในการคำนวณน้อยกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอตัวแบบสำรองเกินสำหรับธุรกิจรถเช่าที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด ในงานวิจัยนี้นำเสนอตัวแบบสามชนิดด้วยกันได้แก่ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด ตัวแบบนี้จำเป็นต้องใช้การค้นหาคำตอบช่วยในการหาระดับสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมมีค่าต่ำที่สุดเนื่องจากความซับซ้อนในการคำนวณ การหาระดับสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดนี้จำเป็นต้องคำนวณทุกๆระดับสำรองเกินที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมดและหาระดับสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด โดยตัวแบบนี้มีการคำนวณค่าเสียโอกาสแตกต่างจากงานวิจัยอื่นๆเนื่องจากใช้แนวคิดเรื่องการปฏิเสธ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าค่าเสียโอกาสที่เกิดขึ้นจากการสำรองเกินต้องเกิดขึ้นเมื่อมีการปฏิเสธเกิดขึ้น ตัวแบบสำรองเกินอีกสองชนิดในงานวิจัยนี้เป็นการทำให้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดง่ายในการคำนวณมากขึ้น ชนิดแรกคือการใช้สมการถดถอยแบบพหุในการคำนวณ อีกชนิดคือตัวแบบอย่างง่ายที่ใช้ปัจจัยในการคำนวณที่น้อยกว่าและใช้แนวคิดพื้นฐานในการหาตัวแบบชนิดนี้ ในหัวข้อนี้แบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่ สรุปผลการวิจัย ปัญหาและอุปสรรค และข้อเสนอแนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.1 สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยตัวแบบสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดรวมทั้งการทำให้ตัวแบบสำรองเกินง่ายขึ้นสรุปได้ดังนี้

6.1.1 ตัวแบบสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดสำหรับธุรกิจรถเช่า

ประเด็นสำคัญสำหรับตัวแบบสำรองเกินที่เหมาะสมที่สุดสำหรับธุรกิจรถเช่ามีประเด็นดังนี้

1) การคำนวณค่าเสียโอกาส

ตัวแบบสำรองเกินมีเป้าหมายคือการหาระดับสำรองเกินที่ที่ดีสุดหรือเหมาะสมที่สุดที่ทำให้ต้นทุนรวมมีค่าต่ำที่สุด ต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นจากการสำรองเกินประกอบด้วยต้นทุนเมื่อมีรถเช่าเหลือหรือต้นทุนเสียโอกาส และต้นทุนเมื่อมีรถเช่าขาดหรือต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่น ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นเกิดขึ้นเมื่อมีลูกค้ามาใช้บริการมากกว่าจำนวนรถที่มี ทำให้บริษัทต้องจ่ายค่าชดเชยให้กับลูกค้าคือการจ่ายส่วนต่างในการนำรถจากบริษัทอื่นมาให้บริการกับลูกค้าที่เกินมา ต้นทุนอีกชนิดคือต้นทุนเสียโอกาส ในงานวิจัยอื่นๆ ค่าเสียโอกาสคำนวณจากจำนวนสินค้าที่เหลือเมื่อลูกค้ามาใช้บริการไม่ถึงจำนวนสินค้าที่มี ในกรณีรถเช่าหมายถึงการที่มีรถเช่าเหลือ ในความเป็นจริงการที่ลูกค้ามาใช้บริการน้อยกว่ารถเช่าที่มีบางกรณีไม่ได้ขึ้นอยู่กับการจองเกิน งานวิจัยนี้แบ่งค่าเสียโอกาสที่เกิดขึ้นจากการจองเกินโดยใช้การปฏิเสธ

การปฏิเสธเกิดขึ้นในกรณีที่ลูกค้าที่จองรถเช่ามีจำนวนมากกว่าระดับสำรองเกินทำให้ทางบริษัทต้องยกเลิกการจองหรือปฏิเสธการจองของลูกค้าเหล่านั้นไป เมื่อลูกค้ามาใช้บริการน้อยกว่าจำนวนรถเช่าที่มี การเสียโอกาสที่เกิดขึ้นจึงเกิดจากการปฏิเสธลูกค้าในตอนแรกไป ถ้าไม่ปฏิเสธก็จะมีลูกค้ามาใช้บริการเพิ่มมากขึ้น ทำให้งานวิจัยนี้มีการคิดค่าเสียโอกาสที่ต่างไปจากงานวิจัยอื่นๆ

2) ตัวแปรสุ่มและฟังก์ชันการกระจาย

ตัวแปรสุ่มในงานวิจัยอื่นๆมักมีเพียงชนิดเดียวเช่นจำนวนลูกค้าที่ยกเลิก จำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงหรือจำนวนลูกค้าที่จอง แต่งานวิจัยนี้มีตัวแปรสุ่มสองชนิดนั่นคือจำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริง เนื่องจากค่าเสียโอกาสเกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนของทั้งจำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริง ทำให้การคำนวณมีความซับซ้อนมากขึ้น ในงานวิจัยอื่นเมื่อมีตัวแปร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สุ่มเพียงชนิดเดียวการกระจายที่เกิดขึ้นจะเป็นของตัวแปรสุ่มนั้นๆ ในงานวิจัยนี้มีตัวแปรสุ่มสองชนิดอีกทั้งตัวแปรสุ่มทั้งสองชนิดมีความสัมพันธ์กันนั่นคือจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมีค่าไม่เกินจำนวนลูกค้าที่จองเสมอ จากความสัมพันธ์ทำให้เกิดเป็นการกระจายร่วมของตัวแปรตัดสินใจทั้งสองชนิด ในขั้นตอนการคำนวณโดยคอมพิวเตอร์เพื่อหาระดับสำรองเกินที่ดีที่สุดจำเป็นต้องใช้ฟังก์ชันการกระจายเพื่อหาคำตอบ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้เสนอตัวอย่างการกระจายร่วมสองชนิดด้วยกันได้แก่การกระจายร่วมแบบเอกรูปและการกระจายรูปแบบสามเหลี่ยม

3) การใช้งานและผล

การหาระดับสำรองเกินจากแบบจำลองนี้จำเป็นต้องแทนฟังก์ชันการกระจายเข้าไปในตัวแบบ ดังนั้นการนำตัวแบบนี้ไปใช้งานต้องมีการเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ร่วมระหว่างจำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงเพื่อหาฟังก์ชันการกระจายร่วม หลังจากแทนพารามิเตอร์ทุกชนิดไปในตัวแบบให้ใส่ระดับสำรองเกินที่เป็นไปได้นั่นคือตั้งแต่จำนวนรถเช่าที่มีจนถึงจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการสูงสุดเข้าไปในตัวแบบเพื่อหาระดับสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด ระดับสำรองเกินนี้จะเรียกว่าระดับสำรองเกินที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุด การคำนวณโดยวิธีมีความซับซ้อนและใช้เวลาในการคำนวณค่อนข้างมากแต่ให้ระดับสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดแน่นอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1.2 ตัวแบบการถดถอยพหุคูณ

ตัวแบบการถดถอยพหุคูณใช้ในการคำนวณหาระดับสำรองเกินเนื่องจากพารามิเตอร์ที่ใช้มี 3 ชนิดได้แก่ต้นทุนเสียโอกาสต่อหน่วย ต้นทุนจากการใช้บริการบริษัทอื่นต่อหน่วยและจำนวนรถเช่าที่มี ตัวแบบการถดถอยจำเป็นต้องสร้างจากชุดข้อมูลเพื่อหาสัมประสิทธิ์ของพารามิเตอร์แต่ละชนิดเพื่อการพยากรณ์หาระดับสำรองเกิน ชุดข้อมูลที่สร้างในงานวิจัยนี้ใช้การกระจายสองชนิดได้แก่การกระจายร่วมแบบเอกรูปและการกระจายร่วมแบบ

สามเหลี่ยม ตัวแบบการถดถอยเมื่อมีการกระจายแบบเอกรูปให้ค่า R-sqr(adj) เท่ากับ 84.26% และมีฟังก์ชันดังนี้

$$Q_{uniform} = 10.897 - 0.008o + 0.013a + 1.144C$$

ตัวแบบการถดถอยเมื่อมีการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยมให้ค่า R-sqr(adj) เท่ากับ 97.14% และมีฟังก์ชันดังนี้

$$Q_{triangular} = -9.535 - 0.003o + 0.005a + 1.485C$$

การใช้งานตัวแบบการถดถอยมีความซับซ้อนน้อยกว่าการหาระดับสำรองเกินจากตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด อีกทั้งยังให้ต้นทุนรวมที่มีค่าใกล้เคียงกับต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดอีกด้วย

6.1.3 ตัวแบบอย่างง่าย

ตัวแบบอย่างง่ายใช้การคิดแบบพื้นฐานในการหาตัวแบบ ปัจจัยที่ใช้คำนวณมีน้อยกว่าตัวแบบชนิดอื่นๆซึ่งส่งผลไปยังต้นทุนรวมที่ได้ ต้นทุนรวมที่ได้มีค่าสูงกว่าต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดเป็นจำนวนมากทำให้ไม่เหมาะกับการนำมาใช้งาน หรือจำเป็นต้องพัฒนาต่อไปเพื่อให้มีความใกล้เคียงกับค่าที่ดีที่สุดมากยิ่งขึ้น ตัวแบบอย่างง่ายในงานวิจัยมีฟังก์ชันดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$Q_{\text{naïve}} = \frac{a}{o}\left(\frac{max_b - C}{2}\right) + C$$

6.2 ปัญหาและอุปสรรค

1) ตัวแปรสุ่มในงานวิจัยนี้มีสองชนิดด้วยกันได้แก่จำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริง ในช่วงแรกของการวิจัยการกระจายที่ใช้กำหนดให้ทั้งสองตัวแปรสุ่มเป็นอิสระต่อกันทำให้เกิดการกระจายของแต่ละชนิด เนื่องจากจำนวนลูกค้าที่จองและจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการจริงมีความสัมพันธ์ต่อกันทำให้การกระจายเป็นการกระจายร่วม จึงจำเป็นต้องแก้ไขตัวแบบสำรองเกินรวมทั้งทำการทดลองใหม่

2) เนื่องการฟังก์ชันการกระจายเป็นฟังก์ชันการกระจายร่วม อีกต้นทุนเสียโอกาสใช้การปฏิเสธพิจารณาทำให้การหาระดับสำรองเกินที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดทำได้ยากมากขึ้น การคิดฟังก์ชันการกระจายร่วมและการหาตัวแบบจากการใช้การปฏิเสธพิจารณาจึงเป็นความท้าทายในงานวิจัยนี้

6.3 ข้อเสนอแนะ

ตัวแบบสำรองเกินนิยมใช้ในธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับสินค้าที่เน่าเสียง่ายเพื่อลดต้นทุนให้ต่ำลง ตัวแบบสำรองเกินนิยมใช้ในธุรกิจสายการบินและโรงแรม สำหรับธุรกิจรถเช่าที่มีรูปแบบการบริการที่ใกล้เคียงกับทั้งธุรกิจสายการบินและโรงแรมยังมีการวิจัยปัญหาการสำรองเกินในปริมาณน้อย อีกทั้งปัญหาการสำรองเกินส่วนใหญ่มีตัวแปรสุ่มเพียงชนิดเดียว หรือมีระดับสำรองเกินเพียงระดับเดียว ทำให้ตัวแบบสำรองเกินของธุรกิจรถเช่าสามารถพัฒนาไปได้อีกมาก ประเด็นสำคัญที่สามารถนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) การกระจายร่วม

ตัวอย่างการกระจายร่วมที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่การกระจายร่วมแบบเอกรูปและการกระจายร่วมแบบสามเหลี่ยม นอกเหนือจากนั้นยังมีการกระจายร่วมอีกมากมายที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับตัวแบบสำรองเกินในงานวิจัยนี้ รวมทั้งวิธีการหาการกระจายร่วมจากเหตุการณ์จริงเพื่อนำตัวแบบนี้ไปประยุกต์ใช้

2) ตัวแบบสำรองเกินสำหรับรถเช่าสองชนิด

ในงานวิจัยนี้เสนอตัวแบบสำรองเกินสำหรับรถเช่าหนึ่งชนิดเท่านั้น การหาตัวแบบสำรองเกินสำหรับรถเช่าสองชนิดขึ้นไปจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ อีกทั้งการนำตัวสำหรับรถเช่าสองชนิดไปทำการทดลองต่อรวมทั้งการหาตัวแบบอย่างง่ายและสมการถดถอยสำหรับตัวแบบสำหรับรถเช่าสองชนิดจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจเช่นกัน

3) ข้อมูลจริง

ในอนาคตสามารถนำตัวแบบนี้ไปทดสอบกับข้อมูลจริงเพื่อหาประสิทธิภาพการใช้งานรวมทั้งพัฒนาตัวแบบให้สามารถพยากรณ์ระดับสำรองเกินที่ดีมากยิ่งขึ้นเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของตัวแบบ งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการออกแบบตัวแบบจากทฤษฎีโดยทำการทดลองกับข้อมูลที่สร้างผ่านคอมพิวเตอร์ การใช้ข้อมูลจริงในการทำการทดลองในอนาคตจะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับตัวแบบ

4) ขอบเขตของชุดข้อมูล

สำหรับฟังก์ชันต้นทุนรวมเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบสามเหลี่ยม จากชุดข้อมูลในตาราง 8 ทั้งหมด 420 ชุด มีชุดข้อมูล 195 ชุดที่ตรงตามเงื่อนไขในฟังก์ชัน (11) และได้ระดับสำรองเกินตามฟังก์ชันระดับสำรองเกินที่ดีที่สุด คิดเป็น 46.4 % จากชุดข้อมูลทั้งหมด สำหรับฟังก์ชันต้นทุนรวมเมื่อการกระจายร่วมเป็นแบบเอกรูปจากชุดข้อมูลในตาราง 8 ทั้งหมด 420 ชุด ยังไม่มีชุดใดที่สามารถการันตีว่าเป็นฟังก์ชันคอนเวกซ์ได้เนื่องจากขอบเขตที่ใช้ในการสร้างชุดข้อมูลแคบเกินไปสำหรับเงื่อนไขนี้ ถ้าขยายขอบเขตในการสร้างชุดข้อมูล เช่น เพิ่มค่า C จนเข้าใกล้ค่า max_b มากขึ้น จะทำให้พารามิเตอร์ a เข้าไปสู่เงื่อนไขในการการันตีระดับสำรองเกินที่ดีที่สุดได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5) การประยุกต์กับธุรกิจอื่น

งานวิจัยนี้นำเสนอตัวแบบสำรองเกินที่มีความเหมาะสมที่สุดโดยใช้ธุรกิจรถเช่าเป็นหลักในการพัฒนาตัวแบบ ซึ่งแนวคิดในการคิดต้นทุนที่เป็นองค์ประกอบต่างๆของต้นทุนรวมนี้สามารถนำไปประยุกต์กับธุรกิจอื่นโดยอาจนำพารามิเตอร์อื่นที่เกี่ยวข้องเข้ามาเป็นองค์ประกอบในการพัฒนาตัวแบบในอนาคต

ข้อเสนอแนะที่กล่าวมาในข้างต้นเป็นเพียงบางส่วนที่สามารถนำไปปรับปรุงตัวแบบให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีปัญหาการสำรองเกินสำหรับธุรกิจรถเช่าอีกมากที่สามารถพัฒนาต่อได้ ในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

Carroll, W. J. and R. C. Grimes (1995). "Evolutionary Change in Product Management: Experiences in the Car Rental Industry." Interfaces **25**(5): 84-104.

2. Cetin, G., T. Demirciftci and A. Bilgihan (2016). "Meeting revenue management challenges: Knowledge, skills and abilities." International Journal of Hospitality Management **57**: 132-142.

3. El-Sharo, M. d., B. Zheng, S. W. Yoon and S. W. Yoon (2015). "An overbooking scheduling model for outpatient appointments in a multi-provider clinic." Operations Research for Health Care **6**: 1-10.

4. Haddad, R. E., A. Roper and P. Jones (2008). "The Impact of Revenue Management Decisions on Customers' Attitudes and Behaviours: A Case Study of a Leading UK Budget Hotel Chain." EuroCHRIE 2008 Congress, Emirates Hotel School, Dubai, UAE, 11th-14th October. Retrieved April.

5. Kannapha Amaruchkul and Patipan Sae-Lim (2011). "Airline overbooking models with misspecification." Journal of Air Transport Management **17**(2): 143-147.

6. Karaesmen, I. and G. v. Ryzin (2004). "Overbooking with Substitutable Inventory Classes." Operations Research **52**(1): 83-104.

7. Kimes, S. E. and J. Wirtz (2003). "Has Revenue Management Become Acceptable? Findings from an International Study on the Perceived Fairness of Rate Fences." Journal of Service Research **6**(2): 125-135.

8. Koide, T. and H. Ishii (2005). "The hotel yield management with two types of room prices, overbooking and cancellations." International Journal of Production

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Economics **93**: 417-428.

9. Lazov, I. (2017). "Profit management of car rental companies." European Journal of Operational Research **258**(1): 307-314

10. Li, D. and Z. Pang (2017). "Dynamic booking control for car rental revenue management: A decomposition approach." European Journal of Operational Research **256**(3): 850-867.

11. Li, Z. and FengTao (2010). "On determining optimal fleet size and vehicle transfer policy for a car rental company." Computers & Operations Research **37**(2): 341-350.

12. Naragain Phumchusri and Panaratch Maneesophon (2014). "Optimal overbooking decision for hotel roomsrevenue management." Journal of Hospitality and Tourism Technology **5**(3): 261-277.

13. Oliveira, B. B., M. A. Carravilla and J. F. Oliveira (2017). "Fleet and revenue management in car rental companies: A literature review and an integrated conceptual framework." Omega **71**: 11-26.

14. Pachon, J., E. Iakovou and C. Ip (2006). "Vehicle fleet planning in the car rental industry." Journal of Revenue and Pricing Management **5**(3): 221-236.

15. Parizi, M. S. and A. Ghate (2016). "Multi-class, multi-resource advance scheduling with no-shows, cancellations and overbooking." Computers & Operations Research **67**: 90-101.

16. Sierag, D. D., G.M.Koole, R. D. v. derMei, J. I. v. derRest and B.Zwart (2015). "Revenue management under customer choice behaviour with cancellations and

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

overbooking." European Journal of Operational Research **246**(1): 170-185.

17. Suzuki, Y. (2006). "The net benefit of airline overbooking." Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review **42**(1): 1-19.

18. Vipin, B. and R. K. Amit (2017). "Describing decision bias in the newsvendor problem: A prospect theory model." Omega.

19. Wang, Y.-J. and C.-S. Kao (2008). "An application of a fuzzy knowledge system for air cargo overbooking under uncertain capacity." Computers & Mathematics with Applications **56**(10): 2666-2675.

20. You, P.-S. and Y.-C. Hsieh (2014). "A study on the vehicle size and transfer policy for car rental problems." Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review **64**: 110-121.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University