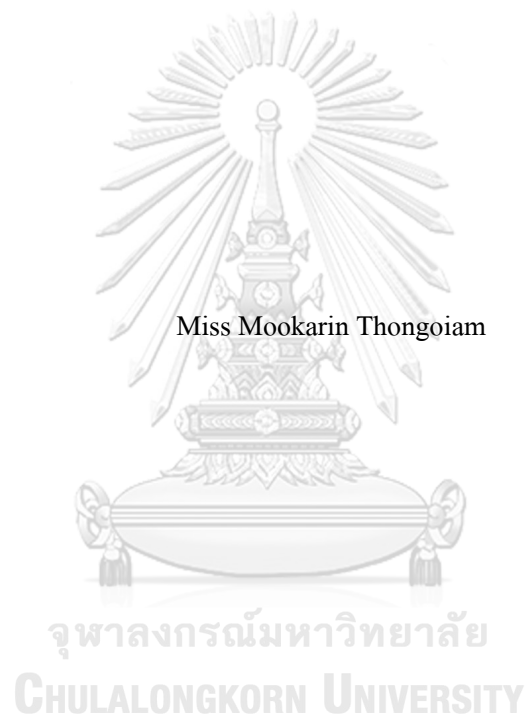


การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมและแบบจำลองคาโน เพื่อหาความต้องการของกลุ่ม
ลูกค้าเป้าหมาย สำหรับหลักสูตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Applying Conjoint Analysis and Kano Model to Identify Target Customer Needs for Master
Degree in Industrial Engineering



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 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมและ
แบบจำลองคาโน เพื่อหาความต้องการของกลุ่มลูกค้า
เป้าหมาย สำหรับหลักสูตรมหบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอุต
สาหการ

โดย

น.ส.มุกกรินทร์ ทองโอเอี่ยม

สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.นระเกณท์ พุ่มชูศรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวติวงศ์)

ประธานกรรมการ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.นระเกณท์ พุ่มชูศรี)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทชัย กานตานันทะ)

กรรมการ

.....

กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวิษณุ สว่างนพ)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

มูกรินทร์ ทองโอเอี่ยม : การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมและแบบจำลอง
 คาโน เพื่อหาความต้องการของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย สำหรับหลักสูตรมหัศจรรย์สาขา
 วิศวกรรมอุตสาหกรรม. (Applying Conjoint Analysis and Kano Model to Identify
 Target Customer Needs for Master Degree in Industrial Engineering) อ.ที่ปรึกษา
 หลัก : รศ. ดร.นระเกณท์ พุ่มชูศรี

ความพึงพอใจของผู้เรียนเป็นปัจจัยสำคัญเชิงกลยุทธ์ของหลายสถาบันการศึกษา ใน
 การรับมือตลาดการแข่งขันที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการหาความต้องการของ
 ผู้เรียนเพื่อพัฒนาหลักสูตรมหัศจรรย์ใหม่ โดยพิจารณาจากความต้องการของผู้เรียนเป้าหมาย
 ต่อหลักสูตรมหัศจรรย์วิศวกรรมอุตสาหกรรม โดยนำเทคนิค Choice-Based Conjoint Analysis
 และ Kano Model มาวิเคราะห์ความสำคัญของคุณลักษณะหลักสูตรมหัศจรรย์ เช่น หลักสูตร
 สาขาเฉพาะทาง ช่วงเวลาเรียน รูปแบบงานวิจัย ภาษาที่ใช้สอน รูปแบบการสอน และค่าเรียน
 นอกจากนี้งานวิจัยได้ใช้เทคนิค เทคนิค Latent Class Analysis เพื่อแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความพึง
 พอใจที่แตกต่างกันในหลักสูตรมหัศจรรย์ โดยสามารถแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความชอบแตกต่าง
 กันได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มหลักสูตรเฉพาะทางระบบโซ่อุปทานค่าเรียนต่ำกว่า 100,000 บาท และ
 กลุ่มหลักสูตรเฉพาะทางวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจสอนด้วยภาษาอังกฤษ โดยความแตกต่างของความ
 พึงพอใจคุณลักษณะหลักสูตรมหัศจรรย์ทั้งสองกลุ่มมีความเด่นชัดในคุณลักษณะหลักสูตร
 เฉพาะทางและค่าเรียน เป็นต้น ส่วนคุณลักษณะอื่นๆ เช่น สหวิทยาการ หลักสูตรร่วมมือ
 สถาบัน เกณฑ์ผู้สมัครมีประสบการณ์ทำงาน และ โครงการผู้เรียน ที่ได้รับการวิเคราะห์โดย Kano
 Model พบว่าไม่ได้มีความสำคัญกับผู้เรียนแต่อย่างใด งานวิจัยจึงเป็นงานที่ริเริ่มนำเทคนิค
 ดังกล่าวเพื่อมาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรมหัศจรรย์ใหม่สำหรับงานวิจัยด้านการศึกษา

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม
 ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนิสิตร
 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6370238021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Customer Preference, Discrete Choice Experiment, Choice-Based Conjoint Analysis, Latent Class Analysis, Kano Model

Mookarin Thongoiam : Applying Conjoint Analysis and Kano Model to Identify Target Customer Needs for Master Degree in Industrial Engineering . Advisor: Assoc. Prof. NARAGAIN PHUMCHUSRI, Ph.D.

Student satisfaction has become a key factor in strategic work of many institutions towards the increasing competition regarding student recruitment. This research presents a systematic approach to identify student needs for a Master's Degree Program in Industrial Engineering based on target student needs in the view of new product development. The approach consists of two methods: Choice-based conjoint analysis and Kano Model. Conjoint analysis is used to explore important scores of each attribute of the program, i.e., specialist concentration, class period, research type, teaching language, teaching format, and tuition fee. Also, the popularity of levels in each attribute are identified. Latent class model is used to identify different clusters of target students. The result indicates two different segmentations of different preferences. The heterogeneity of preference is characterized by different attribute selection such as levels of specialist concentration preference and tuition fee. Other attributes such as interdisciplinary, cooperate program, work experience requirement and group (with presence/absence option) are analyzed by Kano model to identify their categories and it is found that they are not very important to target students. This research contributes in the literature as a pioneer in applying these two methods to gain student perception insights about new Master's curriculum development for education industry.

Field of Study: Industrial Engineering

Student's Signature

Academic Year: 2021

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจากการดูแลและให้คำปรึกษาจากอาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. นระเกณท์ พุ่มชูศรี ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ให้คำปรึกษา รับฟังความคิดเห็น ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานงานวิจัยอย่างเป็นระบบเพื่อให้เป็นไปตามแผนงานวิจัย และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ปวีณา เชาวลิทวงศ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นันทชัย กานตานันทะ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริวิชญ์ สว่างนพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและแง่คิดที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เป็นต้นแบบและแนวคิดในการศึกษาของงานวิจัยฉบับนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมทุกท่านที่มีส่วนในการให้ข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับหลักสูตรมหัศจรรย์และข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในงานวิจัย ตลอดจนขอขอบคุณผู้เรียนบัณฑิตวิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้สัมภาษณ์เชิงลึกและการตอบแบบสอบถามในการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงเจ้าหน้าที่ระดับภาควิชา คณะ และมหาวิทยาลัยที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่อำนวยความสะดวกและประสานงานในการจัดทำวิจัยวิทยานิพนธ์โดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยตลอดการศึกษาปริญญาโท อันเป็นพื้นฐานสำคัญที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ตลอดจนบิดา มารดา ครอบครัว และเพื่อนผู้วิจัยที่ให้คำแนะนำและกำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา

CHULALONGKORN UNIVERSITY

มุกกรินทร์ ทองโอเอี่ยม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	13
1.1 ที่มาและความสำคัญ	13
1.2 วัตถุประสงค์.....	15
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	16
1.4 แนวคิดในการดำเนินงานวิจัย	16
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	17
1.6 ผลลัพธ์ของงานวิจัย.....	18
1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย.....	19
1.8 แผนการดำเนินงาน	20
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
2.1 แนวคิดและทฤษฎีส่วนประสมทางการตลาด	21
2.2 การวิเคราะห์แบบองค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis).....	23
2.3 เครื่องมือทดสอบการตัดสินใจเลือก (Discrete Choice Experiment)	26
2.4 การออกแบบแบบสอบถามด้วยเทคนิค Choice-Based Conjoint	28
2.4.1 การออกแบบทางเลือกชุดคุณลักษณะผลิตภัณฑ์	28

2.4.2 ความเหมาะสมของแบบจำลองแบบสอบถาม CBC	30
2.4.3 การกำหนดจำนวนคุณลักษณะขั้นต่ำที่ใช้ในการศึกษา	31
2.5 แบบจำลองโลจิตแบบมีเงื่อนไข (Conditional Logit Model)	31
2.5.1 ผลการวิเคราะห์ของเทคนิค Choice-based Conjoint	34
2.5.2 ความเหมาะสมของแบบจำลอง Conditional Logit Model	34
2.5.3 การทดสอบสถิติสำคัญของสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง	35
2.5.4 การคัดเลือกตัวแปรทำนายเข้าวิเคราะห์แบบจำลอง	35
2.6 การวิเคราะห์กลุ่มแฝง (Latent Class Analysis)	36
2.6.1 อัลกอริทึมในการหาค่าพารามิเตอร์แบบจำลอง LCA	38
2.6.2 ความเหมาะสมของแบบจำลองการวิเคราะห์กลุ่มแฝง	39
2.7 แบบจำลองคาโน (Kano Model)	40
2.7.1 ขั้นตอน Kano Model	42
2.7.2 การวิเคราะห์ความสำคัญคุณลักษณะด้วย Kano Model	43
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	45
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	55
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	55
3.2 วิธีการวิจัย	55
3.3 การค้นหาและกลั่นกรองความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่	56
3.4 การประเมินหลักสูตรปัจจุบันด้วยเทคนิค SWOT	60
3.5 การรวบรวมและคัดเลือกคุณลักษณะที่ใช้ในแบบสอบถาม	62
3.6 การออกแบบและการวิเคราะห์ผลแบบสอบถาม	63
3.6.1 Choice-Based Conjoint Analysis (CBC)	64
3.6.2 Kano Model (KM)	70
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	73

4.1 การสำรวจข้อมูล	73
4.2 การเก็บข้อมูล.....	73
4.3 ข้อมูลจากการสำรวจ.....	74
4.3.1 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้.....	74
4.1.1 ข้อมูลความสนใจศึกษาต่อปริญญาโทของบัณฑิตของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้.....	76
4.2 การวิเคราะห์ผล	77
4.2.1 การวิเคราะห์ผลด้วย Choice Based Conjoint (CBC).....	78
4.2.1.1 การวิเคราะห์ผล CBC โดยรวม (Overall Analysis).....	78
4.2.1.2 การวิเคราะห์ผล CBC แต่ละกลุ่มผู้เรียน (Segment Analysis)	82
4.2.2 การวิเคราะห์ผลด้วย Kano Model (KM)	94
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	97
ภาคผนวก ก แบบฟอร์มสำรวจข้อมูล.....	103
ภาคผนวก ข การออกแบบและวิเคราะห์ผล.....	109
ภาคผนวก ค หลักสูตรมหาบัณฑิตศึกษาศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม.....	116
บรรณานุกรม.....	119
ประวัติผู้เขียน	123

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน	20
ตารางที่ 2 รูปแบบการวิเคราะห์ของแบบสำรวจ Stated Preference.....	28
ตารางที่ 3 ประเภทของแบบจำลองตัวแปรแฝง.....	37
ตารางที่ 4 การออกแบบแบบสอบถาม Kano Model.....	42
ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ประเภทคุณลักษณะด้วยตาราง Kano.....	43
ตารางที่ 6 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ด้านการศึกษา.....	48
ตารางที่ 7 เปรียบเทียบความแตกต่างเทคนิค AHP, CA และ KM.....	52
ตารางที่ 8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ	53
ตารางที่ 9 คุณลักษณะของหลักสูตรมหบัณฑิตที่ใช้ในงานวิจัยนี้	63
ตารางที่ 10 คุณลักษณะและค่าระดับสำหรับ Choice-based Conjoint	65
ตารางที่ 11 การแปลงค่าระดับคุณลักษณะด้วย Effect coding	67
ตารางที่ 12 คุณลักษณะที่ใช้ใน Kano Model.....	71
ตารางที่ 13 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์	74
ตารางที่ 14 ข้อมูลความสนใจศึกษาต่อปริญญาโทบัณฑิต.....	76
ตารางที่ 15 ค่าสถิติผลแบบจำลองการวิเคราะห์ CBC โดยรวม	79
ตารางที่ 16 ค่าความสำคัญคุณลักษณะโดยรวม (Overall).....	79
ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ CBC โดยรวม.....	81
ตารางที่ 18 การคัดเลือกจำนวนกลุ่มด้วย Latent Class Analysis	84
ตารางที่ 19 ค่าสถิติผลแบบจำลองการวิเคราะห์ CBC ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1.....	84
ตารางที่ 20 ค่าความสำคัญคุณลักษณะหลักสูตรของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1	85
ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ CBC ของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1.....	86

ตารางที่ 22	ค่าสถิติผลแบบจำลองการวิเคราะห์ CBC ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2.....	88
ตารางที่ 23	ค่าความสำคัญคุณลักษณะหลักสูตรของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2.....	88
ตารางที่ 24	ผลการวิเคราะห์ CBC ของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2.....	90
ตารางที่ 25	ประเภทคุณลักษณะด้วย Kano Model	95
ตารางที่ 26	ค่าสัมประสิทธิ์ความพึงพอใจผู้เรียนของ Kano Model.....	96
ตารางที่ 27	รูปแบบหลักสูตรมหัศจรรย์ตลอดรอดประโยชน์สูงสุดของโดยรวม	99
ตารางที่ 28	รูปแบบหลักสูตรมหัศจรรย์ตลอดรอดประโยชน์สูงสุดของแต่ละกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย...100	
ตารางที่ 29	หลักสูตรมหัศจรรย์วิศวกรรมอุตสาหกรรมของมหาวิทยาลัยประเทศไทย.....	117



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปภาพที่ 1 แนวคิดในการดำเนินงานวิจัย.....	16
รูปภาพที่ 2 แนวคิดตัวแบบพฤติกรรมผู้บริโภค.....	17
รูปภาพที่ 3 ความนิยมในการใช้ Conjoint Analysis แต่ละประเภท	25
รูปภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบสอบถาม Choice-Based Conjoint Analysis.....	26
รูปภาพที่ 5 คุณภาพ 5 ประเภทตามแบบจำลองคานาโน	41
รูปภาพที่ 6 A-Kano Classification	45
รูปภาพที่ 7 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยรวม	56
รูปภาพที่ 8 การวิเคราะห์ SWOT ของหลักสูตรมหัศจรรย์บัณฑิตปัจจุบัน	62
รูปภาพที่ 9 แผนภาพการออกแบบและวิเคราะห์ผล CBC	65
รูปภาพที่ 10 ตัวอย่างแบบสอบถาม CBC จากแพ็คเกจ idefix โปรแกรม R.....	68
รูปภาพที่ 11 แผนภาพการออกแบบและวิเคราะห์ผล KM.....	72
รูปภาพที่ 12 ตัวอย่างแบบสำรวจออนไลน์ Google Form.....	73
รูปภาพที่ 13 ค่าความสำคัญคุณลักษณะหลักสูตรโดยรวม (Overall).....	80
รูปภาพที่ 14 กราฟอรรถประโยชน์โดยรวม	82
รูปภาพที่ 15 แผนผังภาพรวมการวิเคราะห์กลุ่มผู้เรียน	83
รูปภาพที่ 16 ค่าความสำคัญคุณลักษณะของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1	85
รูปภาพที่ 17 กราฟอรรถประโยชน์ค่าระดับของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1	87
รูปภาพที่ 18 ค่าความสำคัญคุณลักษณะของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2.....	89
รูปภาพที่ 19 กราฟอรรถประโยชน์ของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2	91
รูปภาพที่ 20 ตารางสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกลุ่มและประชากรศาสตร์	92
รูปภาพที่ 21 ข้อมูลประชากรศาสตร์ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1	93

รูปภาพที่ 22 ข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2.....94

รูปภาพที่ 23 กราฟ A-Kano Classification96

รูปภาพที่ 24 ความสำคัญคุณลักษณะหลักสูตรมหบัณฑิตของแต่ละกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย98

รูปภาพที่ 25 ตัวอย่างผลแบบสอบถาม CBC ด้วย D-Efficiency..... 112

รูปภาพที่ 26 การ Reshape แบบ Long ของข้อมูลจากสำรวจ.....112

รูปภาพที่ 27 ผลการวิเคราะห์ CBC โดยรวม ด้วยโปรแกรม R..... 112

รูปภาพที่ 28 ผลการวิเคราะห์ CBC กลุ่มผู้เรียนที่ 1 ด้วยโปรแกรม R.....113

รูปภาพที่ 29 ผลการวิเคราะห์ CBC กลุ่มผู้เรียนที่ 2 ด้วยโปรแกรม R..... 113

รูปภาพที่ 30 ผลของแบบจำลอง Latent Class ที่เหมาะสม 2 กลุ่ม..... 114



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากในปี พ.ศ. 2564 ท่ามกลางการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 และการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี เกิดการปรับตัวมากมายในอุตสาหกรรมหรือธุรกิจต่างๆ การศึกษาเป็นอีกหนึ่งอุตสาหกรรมที่ได้รับผลกระทบและได้นำเทคโนโลยีมาใช้เป็นอย่างมากในการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นระบบการเรียนออนไลน์ทั่วโลก หลายหลายสถาบันการศึกษาปรับตัวโดยการเปิดหลักสูตรปริญญาที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีหรือความสนใจของผู้คนในปัจจุบัน พร้อมรูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์ 100% ให้สอดคล้องกับสถานการณ์เศรษฐกิจบ้านเมือง เป็นจุดขายให้ผู้สนใจศึกษาต่อไม่จำเป็นต้องเข้าเรียนแบบชั้นเรียน ทำให้ไม่จำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปศึกษาหรือค่าใช้จ่ายในการศึกษาต่อต่างประเทศ จนกลายเป็นกระบวนการการเติบโตเพื่อแข่งขันแย่งชิงตลาดผู้เรียนทั้งจากภายในประเทศและต่างประเทศ การศึกษาต่อระดับสูงจึงเกิดเป็นธุรกิจไร้พรมแดนมากขึ้น สถาบันการศึกษาจึงต้องปรับตัวจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงที่มีการแข่งขันมากยิ่งขึ้น การสร้างความโดดเด่นหรือภาพลักษณ์หลักสูตรการเรียนระดับมหาวิทยาลัยของสถาบันอุดมศึกษาที่สอดคล้องความต้องการที่เปลี่ยนแปลงจึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจต่อการเข้าศึกษาต่อของผู้ที่สนใจศึกษาต่อในหลักสูตรนั้นๆ

จากการสำรวจเบื้องต้นหลักสูตรมหาวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม พบว่าจำนวนผู้เรียนปริญญาตรีที่สนใจศึกษาต่อปริญญาโทตรงสายมีจำนวนน้อย โดยทั่วไปมีหลากหลายปัจจัยด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นความต้องการทำงานในสาขาที่สนใจก่อน ความต้องการศึกษาเฉพาะทางจากหลักสูตรของสถาบันที่ตอบโจทย์ความต้องการโดยตรง ดังนั้นการพัฒนาหลักสูตรมหาวิทยาลัยใหม่พร้อมรองรับและตอบสนองความต้องการของผู้เรียนปริญญาตรีในสาขาเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบการเรียนการสอนของหลักสูตร ความสนใจเฉพาะทางของวิศวกรรมที่สามารถต่อยอดทักษะนั้นๆ เป็นต้น ทำให้สถาบันการศึกษาได้เพิ่มจำนวนผู้เรียนและผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพได้ดียิ่งขึ้น

หลักสูตรมหาบัณฑิตศึกษานางานวิจัยนี้คือ หลักสูตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม เป็นวิศวกรรมศาสตร์ที่มีความหลากหลายศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้งเกี่ยวกับการออกแบบ การพัฒนา การวางแผน การควบคุม การวิจัยดำเนินงาน การจัดการ และประเมินผลระบบโดยรวม ครอบคลุม และมีบทบาทหลากหลายด้านอุตสาหกรรมทั้งทางด้านเชิงเทคนิคและการบริหาร การดำเนินการ ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจทางการผลิต ด้านงานบริการ ด้านการเงิน และการธนาคาร ด้านสาธารณสุข ด้านโลจิสติกส์ ตลอดจนภาครัฐที่อยู่ในระดับที่ต้องวางแผนนโยบายระดับประเทศ (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2564) ทำให้จำเป็นต้องใช้องค์ความรู้หลายสาขาวิชามาเกี่ยวข้อง การเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาทางเทคโนโลยีที่มีผลทำให้หลายอุตสาหกรรมต้องมีการปรับตัว ทำให้สาขานี้จำเป็นต้องเรียนรู้ เข้าใจและประยุกต์เทคโนโลยีต่างๆ กลับเข้ามาใช้ในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2562) การพัฒนาหลักสูตรโดยมีความสอดคล้องกับความต้องการของสังคมเป็นอีกหนึ่งที่สำคัญเพื่อดำรงความทันสมัยในสายวิชาการ และการประยุกต์องค์ความรู้เทคนิคให้ทันต่อความต้องการของอุตสาหกรรมในการผลิตบัณฑิตและผลงานวิชาการ ให้มีคุณภาพตอบโจทย์กับอุตสาหกรรมในปัจจุบันและในอนาคต ทั้งพื้นฐานโดยตรงและสาขาวิชาเฉพาะทางจากความสนใจของผู้ต้องการศึกษา ปัจจุบันหลากหลายสถาบันศึกษาเปิดหลักสูตรมหาบัณฑิตวิศวกรรมผสมผสานเป็นหลักสูตรใหม่บูรณาการหลายศาสตร์รูปแบบสหวิทยาการ เช่น ระบบการเงิน (Financial Systems) ระบบสาธารณสุข (Healthcare Systems) เป็นต้น หรือหลักสูตรมหาบัณฑิตเฉพาะทาง เช่น ด้านการวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) ด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (Logistic and Supply Chain) นวัตกรรมและการออกแบบผลิตภัณฑ์และบริการ (Integrated Innovation for Products & Services) เป็นต้น นอกจากสถานศึกษาสามารถผลิตบัณฑิตตามความต้องการแล้ว ยังเป็นประโยชน์ต่อผู้ว่าจ้างหรืออุตสาหกรรมในการมองหาบัณฑิตได้ตอบโจทย์ได้มากขึ้น

หากมองหลักสูตรมหาบัณฑิตเป็นผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่งของสถานศึกษา ดังนั้นกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งในการได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและเป็นที่ต้องการ เนื่องจากการออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นขั้นตอนของการวางแผนเพื่อนำไปสู่การผลิตตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งการออกแบบจะเป็นการกำหนดลักษณะของผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันในการผลิตผลิตภัณฑ์หรือบริการใดๆ จะคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าเป็นสำคัญ เพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดได้ (Crawford & Benedetto, 2010) โดยมองด้านการศึกษาในการพัฒนาหลักสูตรมหาบัณฑิตคือผลิตภัณฑ์รูปแบบหนึ่งของสถาบันทางการศึกษา เพื่อให้ตรงความต้องการของผู้เรียน

กลุ่มตลาดเป้าหมาย โดยการเน้นศึกษาคุณลักษณะทางด้านผลิตภัณฑ์ของหลักสูตร เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความพึงพอใจผู้เรียนมากที่สุด ผลที่ได้จากการศึกษาก่อให้เกิดหลักสูตรมหัศจรรย์ใหม่ที่เป็นที่ต้องการเข้ามาแข่งขันตลาดการศึกษาได้

การนำระบบรับความต้องการผู้เรียนในการออกแบบผลิตภัณฑ์มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรมหัศจรรย์ทางวิศวกรรมของมหาวิทยาลัยต่างๆ จากการศึกษางานวิจัยเบื้องต้น (วารสารณ์, 2546) (Verma & Dawar, 2013) (เสกสรร & นิรชรา, 2556) พบว่าทางด้านการศึกษามักนิยมใช้เครื่องมือการแปรหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD) หรือการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process; AHP) เป็นส่วนใหญ่ ขณะที่เครื่องมือวิจัยทางการตลาดยังนำมาใช้เป็นส่วนน้อยในงานวิจัยพัฒนาหลักสูตรทางการศึกษา แต่ในอุตสาหกรรมอื่น โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์นิยมนำเครื่องมือทางตลาดที่วัดความพึงพอใจลูกค้า เช่น การวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis) แบบจำลองคาโน (Kano Model) เป็นต้น มาใช้เป็นจำนวนมากเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของลูกค้าในรูปแบบสัมภาษณ์หรือแบบสอบถาม (Crawford & Benedetto, 2010) โดยการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบร่วมเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการศึกษาคุณค่าที่จะมอบให้ลูกค้าโดยสามารถจำลองผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงผลิตภัณฑ์ในตลาดจริง หรือสร้างความแตกต่างจากการผสมผสานคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ได้ ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ทำให้ได้แยกกลุ่มลูกค้าและบ่งชี้ว่าปัจจัยใดมีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าในผลิตภัณฑ์ได้ ส่วนแบบจำลองคาโนเป็นแบบจำลองในการหาการรับรู้ของลูกค้าในส่วนของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ ทั้งคุณลักษณะพื้นฐานตลอดจนคุณลักษณะที่สร้างความตื่นเต้นแก่ลูกค้า ทั้งสองวิธีจึงเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำเครื่องมือการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis) และแบบจำลองคาโน (Kano Model) ประยุกต์ใช้ทางด้านการศึกษาในการระบุความต้องการของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายเพื่อสามารถเพิ่มจำนวนผู้เรียนวิศวกรรมสาขาตรงมาศึกษาต่อระดับมหัศจรรย์มากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

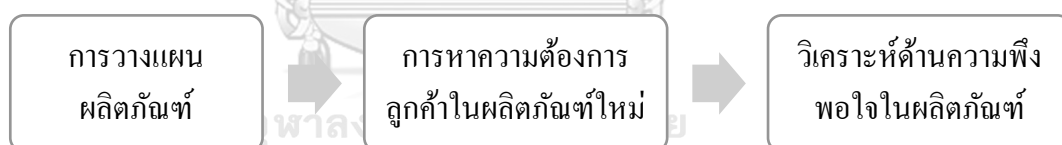
เพื่อนำเสนอการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis) และแบบจำลองคาโน (Kano Model) มาประยุกต์ใช้ในการหาความต้องการกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย สำหรับหลักสูตรมหัศจรรย์สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. งานวิจัยนี้มีขอบเขตเฉพาะหลักสูตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม หน่วยงานอื่นที่มีความต้องการจะปรับปรุงหลักสูตรสามารถนำรูปแบบของการพัฒนาหลักสูตรไปประยุกต์หรือเป็นแนวทางใช้ได้ต่อไป
2. การวิจัยดำเนินงานตั้งแต่การเก็บข้อมูลเพื่อหาความต้องการกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย ตลอดจนการวิเคราะห์ในรูปแบบความพึงพอใจ โดยไม่รวมถึงการนำหลักสูตรไปใช้จริง
3. ประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาที่เป็นกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายได้แก่ ผู้เรียนปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม และสาขาที่เกี่ยวข้อง
4. ความต้องการกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายในหลักสูตรมหาบัณฑิตในงานวิจัยนี้เน้นมิติด้านการผสมผสานคุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่

1.4 แนวคิดในการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ



รูปภาพที่ 1 แนวคิดในการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนแรก การวางแผนหลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่ เริ่มจากการระบुकกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย โดยใช้วิธีการสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อศึกษาคุณลักษณะต้องการพื้นฐานหรือความต้องการที่คาดหวังเบื้องต้นในหลักสูตรมหาบัณฑิตกรณีศึกษา นอกจากนั้นเป็นการศึกษาหลักสูตรดังกล่าวในปัจจุบัน ตลอดจนศึกษาหลักสูตรของสถาบันอื่น เพื่อหาความแตกต่างใช้ในการประเมินผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหาบัณฑิตปัจจุบัน โดยใช้การวิเคราะห์แบบ SWOT (SWOT Analysis) ในขั้นตอนนี้ทำให้ได้คุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิตที่มีความหลากหลาย

ขั้นตอนที่สอง หลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่มาจากการหาความต้องการของผู้เรียนปริญญาตรีที่มีต่อคุณลักษณะของหลักสูตร โดยใช้เครื่องมือทางการตลาดมาประยุกต์ใช้คือ การวิเคราะห์แบบ

องค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis) ประเภท Choice-Based Analysis ผสมผสานค่าระดับของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหัพัตที่แตกต่างกันร่วมกับแบบจำลองคานโน (Kano Model) จากแบบสอบถามออนไลน์ โดยรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนสุดท้าย ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างผู้เรียน สามารถนำผล Choice-Based Analysis มาวิเคราะห์ผลในรูปของแบบจำลองอรรถประโยชน์ (Utility Model) ต่อคุณลักษณะต่างๆของหลักสูตร ตลอดจนวิเคราะห์ความแตกต่างของกลุ่มแฝง (Latent Class Analysis) ของความชื่นชอบในกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน และผลแบบจำลองคานโน (Kano Model) มาแบ่งประเภทการรับรู้คุณลักษณะจากกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนได้

จากกรอบแนวคิดเบื้องต้นคือการออกแบบผลิตภัณฑ์ตามส่วนหนึ่งของแบบจำลองพฤติกรรมผู้บริโภค (Consumer Behavior Model) ในการศึกษาถึงเหตุจูงใจที่ทำให้ผู้บริโภคเกิดการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการตามรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 2 แนวคิดตัวแบบพฤติกรรมผู้บริโภค

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การสำรวจทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 1.1. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจผู้บริโภค
 - 1.2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหลักสูตรการศึกษา
 - 1.3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมและแบบจำลองคานโน
2. การศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบหลักสูตรปัจจุบันของภาควิชาการณีสึกษา ตลอดจนสถาบันอื่นทั้งภายในและต่างประเทศ
 - 2.1. การศึกษารูปแบบหลักสูตรมหัพัตภาควิชาการณีสึกษา

- 2.2. การศึกษารูปแบบหลักสูตรมหัศจรรย์บัณฑิตภาควิชาครุศึกษาศาสน์อื่นทั้งในและต่างประเทศ
- 2.3. ประเมินหลักสูตรมหัศจรรย์ปัจจุบันด้วยเทคนิค SWOT (SWOT Analysis)
3. การสนทนากลุ่ม (Focus Group) เบื้องต้น
4. รวบรวมและคัดเลือกคุณลักษณะของหลักสูตรมหัศจรรย์ที่ใช้ในการออกแบบ
5. การออกแบบแบบสอบถามในการเก็บข้อมูล
 - 5.1. ออกแบบแบบสอบถามเทคนิคองค์การวิเคราะห์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis)
 - 5.2. ออกแบบแบบสอบถามแบบจำลองคาโน (Kano Model)
 - 5.3. การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา
6. เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามออนไลน์จากกลุ่มตัวอย่าง
7. การวิเคราะห์ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม
 - 7.1. แบบจำลองความพึงพอใจหรือฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Utility Model) ของคุณลักษณะ (Attributes) และค่าระดับ (Levels)
 - 7.2. การแบ่งกลุ่มแบบแฝง (Latent Class Analysis) ของความชื่นชอบกลุ่มบุคคล
8. การวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองคาโน
9. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย
10. จัดทำรูปเล่มและการนำเสนอวิทยานิพนธ์

1.6 ผลลัพธ์ของงานวิจัย

1. คุณลักษณะของหลักสูตรมหัศจรรย์ใหม่ที่สามารถสะท้อนความต้องการของผู้เรียนปริญญาตรีที่จบตรงสาขาหรือที่เกี่ยวข้องและสามารถจัดลำดับความสำคัญคุณลักษณะหลักสูตรได้
2. จำแนกกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายตามความพึงพอใจของแต่ละคุณลักษณะของหลักสูตรมหัศจรรย์
3. แบบจำลองผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหัศจรรย์จากการสำรวจความต้องการจากผู้เรียนเป้าหมายปริญญาตรีในสาขาครุศึกษาปัจจุบัน

1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย

1. เพื่อให้ทราบถึงความต้องการคุณลักษณะและค่าระดับของหลักสูตรมหาบัณฑิตที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย
2. สามารถแบ่งกลุ่มลักษณะคนผู้สนใจศึกษาต่อ โดยอ้างอิงจากผลความพึงพอใจต่อคุณลักษณะที่แตกต่างกันได้
3. สถาบันการศึกษาสามารถนำผลการศึกษาเป็นแนวทางการพัฒนาหลักสูตรมหาบัณฑิตในอนาคตได้



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ในการศึกษาการพัฒนาหลักสูตรมหาบัณฑิตวิศวกรรมอุตสาหกรรมใหม่ ด้วยการสำรวจความพึงพอใจหรือความต้องการจากกลุ่มผู้เรียนปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมโดยตรงและสาขาที่เกี่ยวข้อง เปรียบเสมือนการศึกษาปัจจัยหรือคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของลูกค้า โดยใช้รูปแบบการสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายภายใต้สถานการณ์สมมติที่มีอยู่จริงในปัจจุบัน (Stated Preference Survey) เพื่อวัดระดับความพึงพอใจและการรับรู้ของผู้เรียนต่อคุณลักษณะ (Attributes) หรือค่าระดับ (Levels) ของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ครอบคลุมตามส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mix) ภายใต้ทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility) ของการวิเคราะห์ห้องประกอบแบบ Choice-Based Conjoint Analysis และการแบ่งกลุ่มการรับรู้คุณลักษณะของแบบจำลองคานอ (Kano Model) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีส่วประสมทางการตลาด

ส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mix) หมายถึง ตัวแปรหรือเครื่องมือทางการตลาดที่สามารถควบคุมได้ เพื่อตอบสนองความพึงพอใจและความต้องการของลูกค้าที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย แต่เดิมส่วนประสมทางการตลาดจะมีเพียง 4 ตัวแปรเท่านั้น (4Ps) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) สถานที่หรือช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ (Place) การส่งเสริมเสริมทางการตลาด (Promotion) ต่อมา มีการคิดตัวแปรเพิ่มขึ้นมาอีก 3 ตัวแปร ได้แก่ บุคคล (People) ลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) และกระบวนการ (Process) เพื่อสอดคล้องกับธุรกิจทางด้านการบริการ ดังนั้นจึงเรียกรวมได้ว่าส่วนประสมทางการตลาดแบบ 7Ps มีรายละเอียดคุณลักษณะดังต่อไปนี้ (Ivy, 2008)

ด้านผลิตภัณฑ์ (Product)

ผลิตภัณฑ์ หมายถึง สิ่งที่น่าเสนอขายออกเพื่อให้เกิดความสนใจ โดยการบริโภคหรือการใช้บริการนั้นทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ ผู้วิจัยเลือกคุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิตทางด้านผลิตภัณฑ์ คือ

- 1) ภาษาที่ใช้สอน ประกอบด้วย ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

- 2) รูปแบบงานวิจัย ประกอบด้วย วิทยานิพนธ์ (Thesis) และสารนิพนธ์ (Independent Study)
- 3) หลักสูตรเฉพาะทาง ประกอบด้วย ปัจจัยมนุษย์และการยศาสตร์ (Human Factors and Ergonomics) การวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ (Business Data Analytics) ระบบการผลิต (Manufacturing Systems) และระบบโซ่อุปทาน (Supply Chain Systems)

ด้านราคา (Price)

ราคา หมายถึง จำนวนเงินตราที่ต้องจ่ายเพื่อให้ได้รับผลิตภัณฑ์ สินค้าหรือบริการ หรืออาจคุณค่าทั้งหมดที่ลูกค้ารับรู้ เพื่อให้ได้รับผลประโยชน์จากการใช้ผลิตภัณฑ์ สินค้า หรือบริการนั้นๆ อย่างคุ้มค่ากับจำนวนเงินที่จ่ายไป ผู้วิจัยเลือกคุณลักษณะหลักสูตรมหบัณฑิตทางด้านค่าเรียนจ่ายจริงตามภาคการศึกษาที่แตกต่างกันของหลักสูตรสถาบันการศึกษา คือ 33,500 บาท 63,500 บาท และ 100,000 บาทต่อภาคการศึกษา

ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place Distribution)

ช่องทางการจัดจำหน่าย หมายถึง ช่องทางการจำหน่ายสินค้าและบริการ รวมถึงวิธีการที่จะนำสินค้าและบริการนั้นๆ ไปยังผู้บริโภคเพื่อทันความต้องการ ผู้วิจัยเลือกคุณลักษณะหลักสูตรทางด้านช่วงเวลาเรียน ประกอบด้วย ในวันเวลาราชการและนอกเวลาราชการ

ด้านส่งเสริมการตลาด (Promotion)

การส่งเสริมตลาด หมายถึง เครื่องมือสื่อสารทางการตลาดเพื่อสร้างความคิด ความรู้สึก ความต้องการในสินค้าและบริการ ผู้วิจัยเลือกคุณลักษณะด้านการส่งเสริมตลาด คือ

- 1) ร่วมมือกับสถาบันอื่น หลักสูตรร่วมมือกับสาขาหรือศาสตร์อื่นด้านวิศวกรรมหรือการจัดการมาเกี่ยวข้อง ตัวอย่าง Sasin Chula Engineering Dual Master's Degree Program ความร่วมมือระหว่างสถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์และวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ
- 2) หลักสูตรสหวิทยาการ บูรณาการความรู้แบบองค์รวมจากรายวิชา ตัวอย่าง หลักสูตรวิศวกรรมชีวเวช บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์สาขาต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น วิศวกรรมไฟฟ้า เครื่องกล เคมี เป็นต้น

ด้านบุคคล (People)

ด้านบุคคล หมายถึง บุคคลที่ทำงานเพื่อก่อประโยชน์ให้แก่องค์กรต่างๆ ผู้วิจัยเลือกคุณลักษณะหลักสูตรทางด้านคุณสมบัติของผู้สมัครเรียน คือประสบการณ์การทำงานของผู้เรียน

ด้านการสร้างและนำเสนอลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence & Presentation)

ด้านลักษณะทางกายภาพ หมายถึง สิ่งที่ถูกค้าสามารถสัมผัสได้จากการเลือกซื้อสินค้าและบริการขององค์กร ผู้วิจัยเลือกคุณลักษณะหลักสูตรทางด้านโครงการหลักสูตร โดยโครงการหลักสูตรที่มีผลต่อการผลิตบัณฑิตแตกต่างกัน ตัวอย่าง MBA จุฬาลงกรณ์ฯ มีโครงการหลักสูตรประกอบด้วย Regular, Young Executive, Executive หรือมหาวิทยาลัย Berkley วิศวกรรมอุตสาหกรรมและการดำเนินงาน มีโครงการผู้นำ และโครงการผู้เชี่ยวชาญเทคนิค

ด้านกระบวนการ (Process)

ด้านกระบวนการ หมายถึง เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีการและงานปฏิบัติในด้านการบริการที่นำเสนอให้กับผู้ใช้บริการ ผู้วิจัยเลือกคุณลักษณะหลักสูตรด้านรูปแบบการสอน ประกอบด้วย ชั้นเรียน (On-Site) ออนไลน์ (Online) และแบบผสมทั้งชั้นเรียนและออนไลน์ (Hybrid)

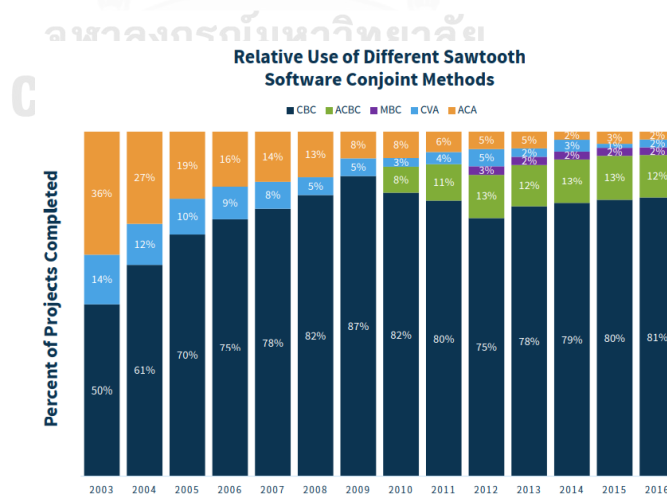
2.2 การวิเคราะห์แบบองค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis)

การวิเคราะห์แบบองค์ประกอบร่วมมีแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility Theory) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ทางการตลาด โดยวิธีการวิเคราะห์ที่สามารถที่จะจำแนกคุณลักษณะที่มีอยู่ร่วมกันในผลิตภัณฑ์แยกจากกัน และวิเคราะห์ความสำคัญของคุณลักษณะแต่ละส่วนได้อย่างแม่นยำ โดยจำแนกคุณลักษณะหลายชนิดที่เกาะกลุ่มกันอยู่ในสินค้าหรือบริการ พัฒนามาจากการวิเคราะห์พหุตัวแปร (Multivariate Analysis) เพื่อมุ่งเน้นการทำความเข้าใจความต้องการด้วยการผสมผสานระดับต่างๆ ของคุณลักษณะเข้าด้วยกัน (Gustafsson et al., 2007) จากนั้นสำรวจผู้ตอบแบบสอบถามหรือลูกค้าจะเป็นผู้ประมาณค่าความพึงพอใจ การวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมมีรูปแบบการวิเคราะห์ตามรูปแบบแบบสอบถาม 7 รูปแบบ ดังนี้ (ชนิกานต์, 2559)

- 1) Two Attribute Tradeoff Analysis เทคนิคนี้แสดงชุดคุณลักษณะ (Attribute Combination) ครั้งละ 2 ชุดให้แก่ผู้ตอบแบบสอบถามในเวลาเดียวกัน เพื่อเรียงลำดับความชอบ (Ranking) ที่มีในแต่ละชุดคุณลักษณะ จนทุกชุดคุณลักษณะได้รับการประเมินจนครบ
- 2) Full Profile Conjoint Analysis เทคนิคนี้ได้รับความนิยมในการวัดค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละคุณลักษณะ โดยชุดคุณลักษณะจะได้รับการประเมินพร้อมกัน ส่วนผสมของคุณลักษณะและค่าระดับจะถูกแสดงในรูปแบบการ์ดแต่ละใบ โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะให้คะแนนความชอบ (Ranking) หรือความเป็นไปได้ในการซื้อผลิตภัณฑ์สำหรับแต่ละชุดคุณลักษณะ
- 3) Adaptive Conjoint Analysis เทคนิคนี้เสนอทางเลือกที่หลากหลายตามความชอบของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นหลัก โดยจะมุ่งเน้นไปที่คุณลักษณะและค่าระดับที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้คุณค่ามากที่สุด มักมีความซับซ้อนในการออกแบบแบบสอบถาม
- 4) Choice-Based Conjoint หรือ Discrete-Choice Conjoint Analysis เทคนิคนี้ให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกชุดคุณลักษณะที่ชอบมากที่สุด โดยทำการเลือกจากคุณลักษณะ 3 ถึง 5 แบบ ซึ่งวิธีการวิเคราะห์แบบนี้จะเป็นการจำลองสถานการณ์การเลือกซื้อสินค้า โดยแสดงถึงพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าจริงๆ ของผู้ตอบแบบสอบถาม ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ตามวิธี Choice-Based Conjoint จะแสดงถึงความสำคัญของคุณลักษณะ โดยคำนึงถึงราคาเป็นหลัก
- 5) Self-Explicated Conjoint Analysis เทคนิคนี้ให้ความสนใจในการให้คุณค่าต่อคุณลักษณะที่หลากหลายของผลิตภัณฑ์ โดยจะสอบถามถึงเหตุผลที่ชัดเจนของความชอบในแต่ละคุณลักษณะและผู้ตอบแบบสอบถามจะเลือกค่าระดับที่ชอบมากที่สุดและน้อยที่สุด พร้อมทั้งให้คะแนนในระดับที่รองลงมาสำหรับคุณลักษณะที่เหลือ วิธีนี้ไม่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางสถิติเหมือนวิธีอื่นๆ
- 6) Max-Diff Conjoint Analysis หรือ Best-Worst Scaling แสดงการจัดประเภทของชุดคุณลักษณะที่ได้รับความชอบที่มากที่สุดและน้อยที่สุด วิธีนี้ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถระบุความชอบมากที่สุดและน้อยที่สุดได้แต่อาจไม่สามารถระบุค่าความชอบสำหรับตัวเลือกที่เหลือได้

- 7) Hierarchical Bayes Conjoint Analysis เป็นวิธีที่ใช้คาดการณ์ค่าระดับของคุณลักษณะ จากตัวเลือก ซึ่งจะมีประโยชน์ในกรณีที่มีข้อมูลมีขนาดใหญ่จนผู้ตอบแบบสอบถามไม่สามารถให้ค่าความชอบต่อทุกคุณลักษณะและค่าระดับได้

ในการพิจารณาเลือกรูปแบบของการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบร่วม สามารถพิจารณาได้ทั้ง จำนวนคุณลักษณะที่ศึกษา รูปแบบการเก็บข้อมูลสำรวจ หรือผลการวิเคราะห์ ในการศึกษาคั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้การวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบร่วมรูปแบบ Choice-Based Conjoint เนื่องจากผู้วิจัยต้องการ ศึกษาความพึงพอใจจากการสำรวจกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายในการตัดสินใจเลือกหลักสูตรมหำบัณฑิต จากคุณลักษณะ (Attribute) แตกต่างกันตามค่าระดับ (Level) ของคุณลักษณะ โดยการจำลอง สถานการณ์การตัดสินใจเลือกรูปแบบผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหำบัณฑิตในที่แตกต่างจากค่าระดับ ผลิตภัณฑ์ และมีปัจจัยทางด้านราคาคือค่าเรียนมาเกี่ยวข้อง จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการ นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ทั้งนี้พบว่า Choice-based Conjoint เป็นวิธีที่นิยมในการนำมาพัฒนาหรือศึกษา ในซอฟต์แวร์ Sawtooth เป็นโปรแกรมทางด้านเฉพาะ Conjoint Analysis ดังรูปภาพที่ 3 ตัวอย่าง แบบสอบถามการตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์โดยใช้ Choice-Based Conjoint Analysis ตามรูปภาพที่ 4 ที่มีการผสมผสานค่าระดับจาก 5 คุณลักษณะ ได้เป็นชุดคุณลักษณะผลิตภัณฑ์รถยนต์แตกต่างกัน โดยในหนึ่งคำถามจะจำลองสถานการณ์รถยนต์ที่เป็นตัวแทนในสถานการณ์จริงเพื่อให้ผู้ตอบ แบบสอบถามเลือกผลิตภัณฑ์รถยนต์ทางเลือกใดที่พึงพอใจมากที่สุด หรือสามารถไม่เลือกตอบทุก ทางเลือกได้



รูปภาพที่ 3 ความนิยมในการใช้ Conjoint Analysis แต่ละประเภท (ที่มา: Sawtooth Software, 2017)

Choice Sets for Automobile Profile

Suppose your current automobile needs to be replaced.

Choice Set 1

If the following automobiles were the only ones available, which one would you choose?

	Automobile 1	Automobile 2	Automobile 3	Automobile 4	Automobile 5
Brand	Honda Accord	Ford Taurus	Volvo C30	Ford Taurus	Ford Taurus
Price	\$21,000	\$41,000	\$26,000	\$31,000	\$26,000
Doors	4 door	2 door	2 door	4 door	4 door
Engine	8 cylinder	8 cylinder	8 cylinder	6 cylinder	4 cylinder
Transmission	Manual 6 speed	Automatic 5 speed	Automatic 6 speed	Automatic 6 speed	Manual 5 speed
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

If the above automobiles were the only ones available, I would delay my purchase.

Choice Set 2

If the following automobiles were the only ones available, which one would you choose?

	Automobile 1	Automobile 2	Automobile 3	Automobile 4	Automobile 5
Brand	Mitsubishi Lancer	Chevrolet Malibu	Volvo C30	Mitsubishi Lancer	Ford Taurus
Price	\$36,000	\$36,000	\$41,000	\$21,000	\$36,000
Doors	4 door	4 door	4 door	2 door	2 door
Engine	4 cylinder	8 cylinder	6 cylinder	6 cylinder	4 cylinder
Transmission	Automatic 6 speed	Manual 5 speed	Manual 5 speed	Automatic 5 speed	Manual 6 speed
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

If the above automobiles were the only ones available, I would delay my purchase.

รูปภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบสอบถาม Choice-Based Conjoint Analysis

(ที่มา: Raghavaro et al., 2011)

2.3 เครื่องมือทดสอบการตัดสินใจเลือก (Discrete Choice Experiment)

การออกแบบแบบสอบถาม Choice-Based Conjoint ใช้เครื่องมือทดสอบการตัดสินใจเลือก (Discrete Choice Experiment; DCE) เป็นแบบจำลองที่นำมาใช้กับสถานการณ์ที่ตัวแปรตาม (Dependent Variables) อยู่ในรูปของตัวแปรที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete) หรืออยู่ในลักษณะทางเลือก (Choice) เช่น ผู้ตอบแบบสอบถามต้องทำการเลือกตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่งจากทางเลือกที่สร้างขึ้นใช้ในการประเมินมูลค่าของคุณลักษณะของสินค้าหรือบริการที่ยังไม่ปรากฏในตลาด (ชัชชัย, 2563) โดยปกติข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นคุณลักษณะที่มีค่าระดับ (Multilevel Attributes) ทั้งนี้ตัวแปรตามในการวิเคราะห์นั้นอาจเป็นสองทางเลือก (Binary Choice) หรือมากกว่าสองทางเลือก (Multinomial Choice) ก็ได้ แนวคิดของวิธีการนี้อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี 2 อย่าง คือ (Gustafsson et al., 2007)

1) ทฤษฎีความต้องการในคุณลักษณะของ Lancaster (Lancastrian Consumer Theory) โดย Lancaster กล่าวว่าความต้องการหรือความพอใจของลูกค้าในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการขึ้นอยู่กับคุณลักษณะหนึ่งๆ ของผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้นมากกว่าจากการบริโภคตัวผลิตภัณฑ์เนื่องจากประโยชน์จากการบริโภคมาจากคุณลักษณะที่เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์หรือบริการ

2) ทฤษฎีความพึงพอใจแบบสุ่ม (Random Utility Theory) โดยฟังก์ชันความพึงพอใจ (Utility) มีลักษณะเกิดขึ้นอย่างสุ่ม (Random Utility) ลูกค้าที่มีลักษณะของบุคคลเหมือนกันทุก

ประการ (Individual Characteristic) อาจตัดสินใจในการบริโภคแตกต่างกันเมื่ออยู่ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ขณะเดียวกันลูกค้าคนเดียวกันอาจตัดสินใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แตกต่างกันเมื่ออยู่ในสถานการณ์ที่เหมือนกันแต่คนละช่วงเวลา ภายใต้ทางเลือกที่มีอยู่ทั้งหมดลูกค้าจะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการในทางเลือกที่ทำให้รรถประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับสูงสุด (Maximized Expected Utility) ภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลาหรือรายได้ (สันติ, 2560) สามารถแสดงรูปแบบฟังก์ชันรรถประโยชน์ได้ดังนี้ (Hauber et al., 2016)

$$U_i = V(\beta, X_i) + \varepsilon_i \quad (1)$$

โดยที่ U_i	คือ ฟังก์ชันรรถประโยชน์หรือความพึงพอใจเลือกทางเลือก i
V	คือ ส่วนประกอบของตัวแปรอิสระ (Systematic Components)
β	คือ เวกเตอร์ของค่าประมาณสัมประสิทธิ์
X_i	คือ เวกเตอร์แสดงคุณลักษณะและค่าระดับสำหรับทางเลือก i
ε_i	คือ ค่าคลาดเคลื่อนอย่างสุ่มของทางเลือก i (Random Components)

โดยทั่วไปส่วนประกอบของตัวแปรอิสระ (V) สามารถแทนด้วยคุณลักษณะและค่าระดับของผลิตภัณฑ์ สามารถถูกกำหนดให้อยู่ในรูปแบบสมการเส้นตรง (Linear Regression) เมื่อกำหนดให้ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อคุณลักษณะของสินค้าเหมือนกัน (Homogeneous preference) จะได้รูปแบบสมการดังนี้

$$V = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_k \quad (2)$$

โดยที่ X_k	คือ ค่าระดับของคุณลักษณะที่ k ของทางเลือกที่ i
β_k	คือ สัมประสิทธิ์ของค่าระดับคุณลักษณะที่ k
β_0	คือ ค่าคงที่

ภายใต้สถานการณ์การตอบแบบสอบถาม Choice-based Conjoint ที่มีทางเลือกทั้งหมด j ทางเลือกต่อหนึ่งคำถาม ผู้ตอบแบบสอบถามตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ i แสดงว่าความพึงพอใจที่ได้จากทางเลือกที่ i มีค่าสูงสุดจากทางเลือกทั้งหมด j ทางเลือก โดยงานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการสำรวจกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย โดยผู้ตอบแบบสอบถามแต่ละคนย่อมมีความพึงพอใจในหลักสูตรมหำบัณฑิตที่แตกต่างกัน ในแต่ละทางเลือกหลักสูตรมหำบัณฑิตในแบบสำรวจสามารถเกิดเหตุการณ์ได้ 2 ค่าคือ

0 กับ 1 จึงไม่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับตัวแปรทำนายในรูปเชิงเส้นตรงได้ ซึ่งการสำรวจ Choice-Based Conjoint Analysis ในงานวิจัยนี้เป็นการจำลองสถานการณ์สมมติที่มีอยู่จริงในปัจจุบัน (Stated Preference Survey) คุณลักษณะและค่าระดับคุณลักษณะหลักสูตรมหำบัณฑิตที่คัดเลือกนำมาใช้ต่างเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรมหำบัณฑิตในตลาดปัจจุบัน Merino-Castello (2003) แนะนำการวิเคราะห์ Choice-Based Conjoint Analysis ที่เก็บข้อมูลความพึงพอใจในรูปแบบทางเลือก (Choice-Based) จากการวิเคราะห์อรรถประโยชน์เกิดขึ้นอย่างสุ่ม (Random Utility) ดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ได้ด้วย Conditional Logit Model ด้วยการประมาณค่าความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รูปแบบการวิเคราะห์ของแบบสำรวจ Stated Preference

(ที่มา: Merino-Castello, 2003)

แบบสอบถาม	แบบจำลองอรรถประโยชน์	การวัดระดับความพึงพอใจ	คุณสมบัติแบบจำลอง	การประมาณค่า
Preference-based	Deterministic	ให้คะแนนทางเลือก 1-10	Linear Regression Model	Ordinary Least Squares
Preference-based	Deterministic	ให้คะแนนเปรียบเทียบเป็นคู่	Linear Regression Model	Ordinary Least Squares
Choice-Based	Random Utility	ชื่นชอบมากที่สุดระหว่างทางเลือกทั้งหมด	Conditional Logit Model	Maximum Likelihood
Choice-Based	Random Utility	เรียงลำดับทางเลือกจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด	Rank Ordered Logit	Maximum Likelihood

2.4 การออกแบบแบบสอบถามด้วยเทคนิค Choice-Based Conjoint

2.4.1 การออกแบบทางเลือกชุดคุณลักษณะผลิตภัณฑ์

การออกแบบแบบชุดคุณลักษณะ (Attribute Combination) คือ การนำคุณลักษณะต่างๆ มาผสมผสานด้วยค่าระดับคุณลักษณะที่แตกต่าง กลายเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหำบัณฑิตที่แตกต่างกัน โดยนำหลักการของการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment; DOE) ซึ่งเป็นกระบวนการในการสร้างแผนการทดลอง เพื่อจะได้มาซึ่งข้อมูลที่เหมาะสมที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติได้ ทำให้สามารถหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้ วิธีการออกแบบการทดลอง

เป็นเทคนิคที่ให้ผลที่มีความแม่นยำและความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างสูง กรณีนี้คือการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Design) หมายถึง การทดลองที่พิจารณาถึงผลที่เกิดจากการรวมกันของระดับ (Levels) ของปัจจัยทั้งหมดในการทดลองนั้น สามารถระบุออกมาเป็นค่าตัวเลขทางสถิติแสดงถึงค่าระดับความสำคัญของตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการ (ปารเมศ, 2545) โดยการออกแบบการทดลองที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- การทดลองแฟกทอเรียลเต็มจำนวน (Full Factorial Design)

เป็นการทดลองที่เหมาะสมสำหรับศึกษาคุณลักษณะตั้งแต่ 2 คุณลักษณะขึ้นไป โดยสามารถศึกษาถึงผลกระทบหลัก (Main Effect) ซึ่งเป็นผลกระทบจากคุณลักษณะเดี่ยว และผลกระทบของคุณลักษณะร่วม (Interaction Effect) จำนวนการทดลองทั้งหมดที่เป็นไปได้โดยไม่ซ้ำกันมีค่าเท่ากับผลคูณของจำนวนค่าระดับแต่ละคุณลักษณะร่วมกัน

- การทดลองแฟกทอเรียลบางส่วน (Fractional Factorial Design)

เป็นการทดลองที่ลดจำนวนการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองแฟกทอเรียลเต็มจำนวน (Full Factorial Design) ผลที่เกิดจากการรวมกันของค่าระดับของคุณลักษณะที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการทดลอง โดยคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องนั้นมีการไขว้ (Crossed) ซึ่งกันและกัน จึงสามารถลดรูปลงจากการทดลองแฟกทอเรียลเต็มจำนวนได้

แบบสอบถาม Choice-Based Conjoint สามารถสร้างจำนวนชุดคุณลักษณะที่เป็นไปได้ทั้งหมดหรือการทดลองแบบแฟกทอเรียลเต็มจำนวน (Full Factorial Design) เท่ากับผลคูณของจำนวนระดับคุณลักษณะของทุกค่าระดับ แต่เป็นจำนวนที่มากเกินไปที่จะจะใช้แบบสอบถามดังกล่าวในการสำรวจ ด้วยความจำกัดทั้งทรัพยากร เวลา และกลุ่มตัวอย่าง จึงต้องทำการลดจำนวนชุดคุณลักษณะหรือรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่นำไปใช้ในการออกแบบแบบสอบถามด้วยการทดลองแฟกทอเรียลบางส่วน (Fractional Factorial Design) ทำให้ได้แบบสอบถามให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกผลิตภัณฑ์จากชุดคุณลักษณะที่ชอบมากที่สุดภายใต้ชุดคุณลักษณะของทางเลือกที่แตกต่างกันจากการลดจำนวนผลิตภัณฑ์จากชุดคุณลักษณะให้อยู่ในขนาดที่เหมาะสมนั้น เพื่อการวิเคราะห์ผลอย่างมีประสิทธิภาพ Pérez-Troncoso (2020) กล่าวว่า การทดลองแฟกทอเรียลบางส่วน โดยการกำหนดคุณสมบัติของทางเลือกที่ได้ด้วยคุณสมบัติที่เรียกว่า Orthogonality ซึ่งก็คือไม่มี

ความสัมพันธ์ (Zero correlation) กันระหว่างคุณลักษณะในทางเลือกต่างๆ แต่มักจะเกิดปัญหาการซ้ำกันของค่าระดับคุณลักษณะ (Overlap Levels) รวมถึงความสมดุลของค่าระดับคุณลักษณะ (Level Balance) ได้เช่นกัน สามารถแก้ปัญหาด้วยการสร้างชุดทางเลือกโดยใช้การออกแบบ D-Efficiency เป็นการสร้างชุดทางเลือกที่ทำให้ขนาดของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของ β น้อยที่สุด โดยสร้างสุ่มชุดคุณลักษณะและสุ่มค่าระดับเพื่อเปรียบเทียบกับค่า D-Error ใช้กระบวนการทำซ้ำเพื่อลด D-Error จนได้แบบการทดลองที่เหมาะสม การออกแบบตามแผนแบบ D-Efficiency สูงคือแผนแบบที่สามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์คุณลักษณะ (β) ได้ดี

2.4.2 ความเหมาะสมของแบบจำลองแบบสอบถาม CBC

จากที่กล่าวมาข้างต้นในการใช้ D-Efficiency ในการสร้างชุดคุณลักษณะทางเลือก จัดว่าเป็นเกณฑ์หนึ่งที่ใช้วัดความเหมาะสมของแผนการทดลองที่เรียกโดยรวมว่า Alphabetic Optimal Criteria เกณฑ์ดังกล่าวมี 2 ประเภทคือ เกณฑ์ที่สนใจไปที่การประมาณค่าที่ดีของพารามิเตอร์ในตัวแบบ และเกณฑ์ที่สนใจค่าความแปรปรวนของค่าพยากรณ์ สำหรับเกณฑ์ที่สนใจการประมาณค่าที่ดีของพารามิเตอร์ในตัวแบบที่รู้จักและถูกนำไปใช้มากที่สุดคือ เกณฑ์ D-Optimality เป็นเกณฑ์ที่มีแนวคิดว่าการออกแบบการทดลองที่ดีควรมีคุณสมบัติบางประการของเมทริกซ์โมเมนต์ (Moment Matrix) ดังสมการ (3) และมีค่าดีเทอร์มิแนนต์ (Determinant Matrix) ดังสมการ (4) จากข้อตกลงเบื้องต้นที่ค่าคลาดเคลื่อนสุ่มแจกแจงแบบปกติโดยมีความแปรปรวนคงที่ได้ค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) ของเกณฑ์นี้คือ D-Efficiency มีรูปแบบสมการดังนี้ (ลิททิสค์, 2559)

$$M = \frac{(X^T X)}{N} \quad (3)$$

$$|M| = \frac{|X^T X|}{N^P} \quad (4)$$

$$D - \text{Efficiency} = \left(\frac{|X^T X|}{N^P} \right)^{\frac{1}{P}} * 100 \quad (5)$$

ค่าดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์ข้อมูลซึ่งเป็นตัวเศษของ D-Efficiency นั้นแปรผกผันกับค่าความแปรปรวนของตัวประมาณพารามิเตอร์ดังสมการ (6) ดังนั้นแผนแบบที่มีค่า D-efficiency สูงคือแผนแบบที่สามารถในการประมาณค่า β ได้ดี

$$\text{var}(\hat{\beta}) \propto \frac{1}{|X^T X|} \quad (6)$$

2.4.3 การกำหนดจำนวนชุดลักษณะขั้นต่ำที่ใช้ในการศึกษา

จำนวนชุดคุณลักษณะขั้นต่ำในการออกแบบแบบสอบถามด้วยเทคนิควิเคราะห์ Choice-Based Conjoint สามารถกำหนดได้ดังนี้ (Hair et al., 2014)

$$MS = TLA - NA + 1 \quad (7)$$

โดยที่	MS	คือ จำนวนชุดคุณลักษณะขั้นต่ำ
	TLA	คือ จำนวนระดับคุณลักษณะทั้งหมด (Total number of levels across all attributes) ซึ่งมีค่าเท่ากับจำนวนค่าระดับ (Levels) x จำนวนคุณลักษณะ (Attributes)
	NA	คือ จำนวนคุณลักษณะทั้งหมด (Number of Attributes)

2.5 แบบจำลองโลจิตแบบมีเงื่อนไข (Conditional Logit Model)

แบบจำลองโลจิตแบบมีเงื่อนไข (Conditional Logit Model) เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดย McFadden ในปี ค.ศ. 1973 พื้นฐานแบบจำลองมาจากแบบจำลองถดถอยโลจิสติกส์ (Logistic Regression) มีความแตกต่างที่การวิเคราะห์ผลโดยมองผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน แต่สำหรับแบบจำลองโลจิตแบบมีเงื่อนไขมองสถานการณ์จริงที่ผู้ตอบแบบสอบถามคือบุคคลเดียวกัน โดยกำหนดให้ลูกค้ามีความพึงพอใจต่อคุณลักษณะต่างๆของสินค้าเหมือนกัน สัมประสิทธิ์ของตัวแปรคุณลักษณะจะมีค่าคงที่และทางเลือกต่างๆ ที่มีอยู่มีคุณสมบัติเป็นอิสระที่ไม่เกี่ยวข้องกันในสายตาผู้บริโภค (ปิติพัฒน์, 2563) มีความนิยมนำมาใช้วิเคราะห์ผล Choice-Based Conjoint Analysis (Hauber et al., 2016)

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ (Logistic Regression) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์สถิติเชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) มีเป้าหมายเพื่อทำนายโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจซึ่งก็คือตัวแปรตาม (Dependence Variable; Y) โดยอาศัยสมการโลจิสติกส์ที่สร้างขึ้นจากชุดตัวแปรทำนายหรือตัวแปรอิสระ (Independence Variables; X's) โดยหากเป็นข้อมูลเชิงกลุ่ม (Categorical Variables) จะต้องแปลงเป็นตัวแปรทวิที่มีค่า 0 กับ 1 ก่อน และระหว่างตัวแปรทำนายจะต้องมีความสัมพันธ์กันต่ำ การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (ยุทธ, 2555)

1) การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ทวิ (Binary Logistic Regression) ใช้กับตัวแปรตามที่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย โดยมี 2 ค่า คือมีค่าเท่ากับ 0 กับ 1 คือกลุ่มที่มีเหตุการณ์และกลุ่มที่ไม่มีเหตุการณ์

2) การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์แบบพหุกลุ่ม (Multinomial Logistic Regression) ใช้กับตัวแปรตามหลายค่ามากกว่า 2 กลุ่ม เช่น โรงพยาบาลมีมาตรฐานการให้บริการสูง ปานกลาง และต่ำ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์แบบถดถอยโลจิสติกส์ทวิที่มีตัวแปรทำนายหลายค่า โดยที่ตัวแปรทำนายคือค่าระดับคุณลักษณะของสินค้าหรือบริการต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะต้องแปลงตัวแปรทำนายที่อยู่ในรูปเชิงกลุ่ม (Categorical Variables) ให้อยู่ในรูปตัวแปรทวิที่มีค่า 0 กับ 1 เสมอ ใช้ฟังก์ชันโลจิสติกดังนี้

$$p(y) = \frac{1}{1+e^{-f(x)}} = \frac{e^{f(x)}}{1+e^{f(x)}} \quad (8)$$

เมื่อ $p(y)$ = ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ
 $f(x)$ = ฟังก์ชันของตัวแปรทำนาย

ในการวิเคราะห์เมื่อตัวแปรทำนายมีมากกว่า 1 ตัวหรือสามารถแทนด้วยฟังก์ชันของตัวแปรทำนายด้วยฟังก์ชันผลิตภัณฑ์คุณลักษณะและค่าระดับ (V) จะได้ฟังก์ชันดังนี้

$$P_y = \frac{e^{V(\beta, X_i)}}{1+e^{V(\beta, X_i)}} \quad (9)$$

$$Q_y = 1 - P_y = 1 - \frac{e^{V(\beta, X_i)}}{1+e^{V(\beta, X_i)}} = \frac{1+e^{V(\beta, X_i)} - e^{V(\beta, X_i)}}{1+e^{V(\beta, X_i)}} \quad (10)$$

$$Q_y = \frac{1}{1+e^{V(\beta, X_i)}} \quad (11)$$

สมมติให้ P_y = ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ($y = 1$)

Q_y = ความน่าจะเป็นของการไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ($y = 0$)

แบบจำลองโลจิสติกวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์หนึ่งๆ โดยพัฒนามาจากแบบจำลองเชิงเส้น (Linear Probability Model; LPM) ซึ่งมีความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability) ดังสมการ (ปีติพัฒน์, 2563)

$$P_i = E(Y = 1|X_i) = \beta_0 + \beta_1 X_i \quad (12)$$

โดยที่ X_i คือกลุ่มของตัวแปรอธิบาย และ Y คือตัวแปรตาม ซึ่งมีลักษณะข้อมูลแบบ 2 ทางเลือกสำหรับแบบจำลองโลจิสต์ได้กำหนดฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Distribution Function: CDF) เป็นแบบโลจิสติกส์ (Logistic Cumulative Distribution Function) โดยใช้ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$P_i = E(Y = 1|X_i) = \frac{1}{1+e^{-V(\beta, X_i)}} = \frac{e^{V(\beta, X_i)}}{1+e^{V(\beta, X_i)}} \quad (13)$$

เรียกสมการ (13) ว่า ฟังก์ชันการแจกแจงแบบโลจิสติกส์ (Logistic Distribution Function) โดยที่ค่า $V(\beta, X_i)$ มีค่าอยู่ระหว่าง $-\infty$ ถึง ∞ ทำให้ค่า P_i อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 นอกจากนี้ P_i ยังมีความสัมพันธ์ในลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นกับตัวแปร X_i และพารามิเตอร์ β สอดคล้องกับเงื่อนไขข้างต้น จากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายกับตัวแปรอิสระของการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกไม่เป็นรูปเชิงเส้น จึงต้องมีการปรับความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปเชิงเส้นเรียกว่า Odd Ratio

Odd Ratio หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์เกิดขึ้นกับความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์ไม่เกิดขึ้นได้ดังสมการ

$$\text{Odd} = \frac{P_i \text{ (โอกาสเลือกทางเลือก } i)}{Q_i \text{ (โอกาสไม่เลือกทางเลือก } i)}}{1-P_i} \quad (14)$$

$$\text{Odd} = \frac{P_i}{1-P_i} = e^{V(\beta, X_i)} \quad (15)$$

ทั้งนี้หากเขียนสมการแบบจำลองโลจิสติกส์อยู่ในรูป \log ของ odds เรียกว่า ค่าโลจิส (Logit) หรือ Logistic Response Function ให้อยู่ในรูปค่าลอการิทึมธรรมชาติ (Natural Logarithm) ได้ดังนี้

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = V(\beta, X_i) \quad (16)$$

โดยที่ L_i คือ Log of odd ratio ซึ่งสมการดังกล่าวมีลักษณะเชิงเส้นทั้งกับตัวแปร X_i และพารามิเตอร์ β ดังนั้นจึงเรียกสมการ (16) ว่า Logit Model ซึ่งเป็นเทคนิคทางสถิติในการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรทำนายหรือตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ตัวแปรตามมีลักษณะเป็นเชิงกลุ่ม 2 ค่าหรือ 2 ทางเลือก คือ การตัดสินใจเลือกหลักสูตรมหาบัณฑิตทางเลือกนี้หรือไม่หลักสูตรมหาบัณฑิตทางเลือกนี้ของผู้ตอบแบบสอบถาม

2.5.1 ผลการวิเคราะห์ของเทคนิค Choice-based Conjoint

จากการวิเคราะห์แบบสอบถามที่กล่าวมา ผลลัพธ์สุดท้ายของ Choice-Based Conjoint ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญที่นำมาใช้ในการหาความพึงพอใจในค่าระดับของคุณลักษณะในผลิตภัณฑ์ได้ รายละเอียดดังนี้ (Zha et al., 2020)

1) ค่าอรรถประโยชน์ (Utility)

ค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละค่าระดับ (Levels) ในแต่ละคุณลักษณะ (Attributes) พิจารณาความพึงพอใจของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายต่อแต่ละค่าระดับในคุณลักษณะนั้นๆ ในคุณลักษณะหนึ่งค่าระดับที่มีค่าอรรถประโยชน์สูงกว่าแสดงว่าความชื่นชอบมากกว่าค่าระดับที่มีค่าอรรถประโยชน์ต่ำกว่า ในทางกลับกันอาจมีค่าระดับบางค่าที่ค่าอรรถประโยชน์ติดลบแปรผลในทางตรงกันข้ามกับค่าความชอบได้เช่นกัน

2) ค่าความสำคัญ (Importance Score)

ค่าความสำคัญใช้พิจารณาว่าผู้เรียนเป้าหมายจากการสำรวจมีพึงพอใจในคุณลักษณะ (Attribute) ไตมากที่สุดหรือคุณลักษณะใดที่ผู้เรียนเป้าหมายพิจารณาน้อยที่สุดในการตัดสินใจเลือกหลักสูตรมหำบัณฑิตในการศึกษาต่อปริญญาโทด้วยสมการดังนี้

$$W_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^m R_i} \quad (17)$$

$$R_i = \max(V_{ij}) - \min(V_{ij}) \quad (18)$$

โดยที่ W_i คือค่าความสำคัญของแต่ละคุณลักษณะที่ i สามารถหาได้จากค่าพิสัย R_i ของค่าอรรถประโยชน์ในค่าระดับของคุณลักษณะที่ i

2.5.2 ความเหมาะสมของแบบจำลอง Conditional Logit Model

สำหรับวิธีการประมาณการแบบจำลองที่มีตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ (Binary Choice) เป็นวิธีการประมาณการแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood; ML) และเป็น การประมาณสมการแบบจำลองที่ไม่ใช่เส้นตรง โดยค่าความเข้ากันของแบบจำลอง (Model Fitting) จำเป็นต้องมีการปรับใหม่ที่เรียกว่า McFadden R^2 หรือ Pseudo R^2 ซึ่งเป็นค่าของดัชนีของสัดส่วน

ความเป็นไปได้ (Likelihood Ratio Index) และเป็นที่ยอมรับใช้ในการวัดความเข้ากันของแบบจำลอง ดังสมการต่อไปนี้ (ปิติพัฒน์, 2563)

$$R_{McF}^2 = 1 - \frac{LLF_{ur}}{LLF_r} \quad (19)$$

โดยที่ LLF_{ur} คือ Unrestricted Log Likelihood Function ที่มีค่าสูงสุดและไม่มีข้อจำกัด ซึ่งตัวแปรทุกตัวจะถูกรวมอยู่ในแบบจำลองหรือผลรวมค่าความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Residual Sum of Square; RSS) ส่วน LLF_r คือ Restricted Log Likelihood Function ที่มีค่าสูงสุดและมีข้อจำกัดหรือผลรวมของค่าเบี่ยงเบนทั้งหมดยกกำลังสอง (Total Sum of Squares; TSS)

2.5.3 การทดสอบสถิติสำคัญของสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง

การทดสอบสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์หรืออรรถประโยชน์ สามารถทดสอบด้วยสถิติทดสอบของวอลด์ (Wald statistic) มาทดสอบสมมติฐานที่กำหนดให้ ดังนี้ (ยูทช, 2555)

$$\begin{aligned} H_0: & \text{ตัวแปรทำนายไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์} \\ \text{หรือ } H_0: & \beta_i = 0 \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, \dots, p \\ H_1: & \beta_i \neq 0 \end{aligned}$$

ในการทดสอบถ้าผลการทดสอบยอมรับ H_0 แสดงว่า ตัวแปรทำนาย i ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ ดังนั้นไม่มีผลต่อความน่าจะเป็นของเหตุการณ์นั้น และถ้าทดสอบพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติหรือยอมรับ H_1 และสัมประสิทธิ์เป็นบวกแสดงว่าตัวแปรทำนายนั้นมีผลต่อการเพิ่มความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ และสัมประสิทธิ์เป็นลบแสดงว่าตัวแปรทำนายนั้นมีผลต่อการลดความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สถิติการทดสอบวอลด์จะมีการแจกแจงแบบ χ^2 และ $df = 1$ โดยสมการทดสอบสถิติวอลด์ (w) ดังนี้

$$w = \left[\frac{\beta}{SE(\beta)} \right]^2 \quad (20)$$

โดยที่ $SE(\beta)$ คือ Standard Error ของการประมาณค่า Maximum Likelihood

2.5.4 การคัดเลือกตัวแปรทำนายเข้าวิเคราะห์แบบจำลอง

ในการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติก สมการถดถอยโลจิสติกที่ดีจะต้องประกอบด้วยตัวแปรทำนายที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าทำนายโอกาสที่จะเกิดขึ้นนั้นใกล้เคียงกับความเป็นจริง ในการเลือกตัวแปรทำนายเข้าวิเคราะห์ เพื่อให้ได้สมการถดถอยโลจิสติกส์ที่ดีที่นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้คือ

Forward Method เป็นการวิเคราะห์หัดถอยโลจิสติกส์แบบคืบหน้า โดยคัดเลือกตัวแปรทำนายที่อธิบายความผันแปรของตัวแปรเกณฑ์ได้สูงสุดและมีนัยสำคัญเข้าสมการก่อน จากนั้นจึงเลือกตัวแปรทำนายที่อธิบายความผันแปรของตัวแปรเกณฑ์ได้อันดับรองลงมา และมีนัยสำคัญทางสถิติเข้าสมการตามลำดับ การนำตัวแปรทำนายเข้าสมการจะทำเช่นนี้เรื่อย ๆ ไป จนกระทั่งไม่มีตัวแปรทำนายใดที่อธิบายความผันแปรของตัวแปรเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกแล้ว การนำตัวแปรทำนายเข้าสมการแบบ Forward Method มีขั้นตอนดังนี้ (ยูทช, 2555)

- 1) Forward Stepwise: สัดส่วนความเป็นไปได้ (Likelihood Ratio) หรือ Forward LR เริ่มต้นจากการนำตัวแปรทำนายเข้าสมการทีละ 1 ตัว โดยที่ตัวแปรทำนายที่เลือกเข้าสมการทำให้ค่าทำนายโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจถูกต้องมากขึ้น เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกตัวแปรทำนายเข้าสมการคือ ค่าแสดงความสัมพันธ์ที่มากที่สุดก่อนและมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำตัวแปรทำนายเข้าสมการแล้วจะมีการตรวจสอบตัวแปรทำนายนั้นว่า ควรจะถูกตัดออกหรือควรจะคงอยู่ในสมการโดยพิจารณาจากอัตราส่วนความเป็นไปได้หรือการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนความเป็นไปได้ (-2 Likelihood Ratio) ถ้าค่าสัดส่วนความเป็นไปได้ลดลงแสดงว่าตัวแปรทำนายควรจะคงอยู่ในสมการ
- 2) Forward Stepwise: วอลด์ (Wald) วิธีนี้เหมือนกับวิธี Forward LR เพียงแต่จะพิจารณาจากค่าสถิติของวอลด์ (Wald statistic) เท่านั้น
- 3) Forward Stepwise: Condition วิธีนี้จะเหมือนกับวิธี Forward LR แตกต่าง กันตรงที่วิธี Forward LR เป็นวิธีที่ไม่มีเงื่อนไข (unconditional) ส่วนวิธีนี้มีเงื่อนไข (condition) ความแตกต่างของแบบมีเงื่อนไขและไม่มีเงื่อนไข

2.6 การวิเคราะห์กลุ่มแฝง (Latent Class Analysis)

การวิเคราะห์กลุ่มแฝง (Latent Class Analysis; LCA) เป็นวิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์เกี่ยวกับพฤติกรรม ทักษะคิด ซึ่งเป็นความแตกต่างของกลุ่มย่อยหรือประเภทของแต่ละบุคคลอย่างชัดเจน ในการวิเคราะห์กลุ่มแฝง (subclasses) ที่เกิดขึ้นในชุดข้อมูล ทำให้สามารถเข้าใจถึงองค์ประกอบที่มีผลในกลุ่มนั้นๆ (Santorico & Austin, 2017) ถ้าใช้กับชุดข้อมูลการตอบแบบสำรวจผู้เรียนเป็นการจัดกลุ่มผู้เรียนแต่ละบุคคลเข้าไปในแต่ละกลุ่มแฝงที่เกิดขึ้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความพึงพอใจในหลักสูตรมหัศจรรย์ที่เหมือนกันหรือคุณลักษณะร่วมกันในกลุ่มผู้เรียนเดียวกัน หรือความแตกต่าง

กันระหว่างกลุ่มมาใช้ในการวิเคราะห์ผลพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกหลักสูตรมหาวิทยาลัยของผู้เรียนได้

ตัวแปรแฝง (Latent Variables) เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดได้จากตัวแปรสังเกต (Indicator Variables) ได้ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป แต่ละตัวของการวิเคราะห์กลุ่มแฝงจัดเป็นตัวแปรจัดกลุ่ม (Categorical Variable) การวิเคราะห์กลุ่มแฝงมีลักษณะคล้ายกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่วัดตัวแปรแฝง (Latent Variables) ที่มาจากตัวแปรสังเกตได้คล้ายกัน โดยตัวแปรสังเกตได้เป็นตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝงและความคลาดเคลื่อนโดยไม่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร ซึ่งความแตกต่างของแต่ละการวิเคราะห์มาจากประเภทของตัวแปรดังสรุปในตาราง (ธวัชชัย, 2563)

ตารางที่ 3 ประเภทของแบบจำลองตัวแปรแฝง

ประเภทของ ตัวแปรแฝง/ตัวบ่งชี้	ตัวแปรแฝงต่อเนื่อง (Continuous Latent Variable)	ตัวแปรแฝงจัดกลุ่ม (Categorical Latent Variable)
ตัวบ่งชี้แบบต่อเนื่อง (Continuous)	การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)	การวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (Latent Profile Analysis)
ตัวบ่งชี้จัดกลุ่ม (Categorical)	การวิเคราะห์คุณลักษณะแฝง (Latent Trait Analysis)	การวิเคราะห์กลุ่มแฝง (Latent Class Analysis)

การวิเคราะห์กลุ่มแฝง มีจุดประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการ คือ อย่างแรกเพื่อจำแนกของความแตกต่างของแต่ละตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์ ซึ่งต้องทำการวิเคราะห์และอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรในความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างกลุ่มตัวแปรที่สังเกตได้ และจุดประสงค์ถัดมาเพื่อจำแนกความแตกต่างของแต่ละบุคคล เช่น ความชอบหรือความพึงพอใจของผู้เรียนเป้าหมาย สามารถดูลักษณะของแต่ละบุคคลที่กำลังศึกษานั้นมีลักษณะหรือพฤติกรรมอย่างไร ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์กลุ่มแฝง คือ จำนวนสมาชิกของกลุ่มแฝงที่เป็นไปได้ทั้งหมดและความหลากหลายของลักษณะตัวแปรแฝง โดยมีสมการขึ้นต้นมาจากกฎความน่าจะเป็นทั้งหมด (Law of Total Probability) แบบมีเงื่อนไข ดังนี้ (Santorico & Austin, 2017)

$$P(Y = y) = \sum_{x=1}^C P(Y = y | X = x)P(X = x) \quad (21)$$

โดยที่ y คือ น้ำหนักเฉลี่ยของความน่าจะเป็นของกลุ่ม C การวิเคราะห์กลุ่มแบบแฝงจะกำหนดให้ตัวแปรอิสระในแต่ละกลุ่ม ดังนั้นความน่าจะเป็นของตัวแปรแฝง I^{th} ที่สังเกตได้ในกลุ่ม X โดยที่ Y_l มีค่า 0 หรือ 1 (ตัวแปรตอบสนองแบบสองทางเลือก) และมีการกระจายแบบตัวแปรสุ่มแบบเบอร์นูลลี (Bernoulli Random Variables) กำหนดให้ $p_{l,x}$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝง I^{th} ในกลุ่มแฝง x การกระจายตัวแบบมีเงื่อนไขของ Y_l ที่ $X = x$ ดังสมการนี้

$$P(Y = y) = \sum_{x=1}^C \prod_{l=1}^L P(Y_l = y_l | X = x)P(X = x) \quad (22)$$

$$P(Y = y) = \sum_{x=1}^C \prod_{l=1}^L p_{l,x}^{y_l} (1 - p_{l,x})^{1-y_l} P(X = x) \quad (23)$$

$$P(Y = y) = \sum_{x=1}^C P(X = x) \prod_{l=1}^L p_{l,x}^{y_l} (1 - p_{l,x})^{1-y_l} \quad (24)$$

หากกำหนดฟังก์ชันความเป็นไปได้ของเวกเตอร์ตัวแปรสังเกตได้จำนวนการทดลอง n^{th} คือ L_n ดังนั้นการหาความเป็นไปได้ดังสมการ

$$L = \prod_{n=1}^N L_n = \prod_{n=1}^N \left[\sum_{x=1}^C P(X_n = x) \prod_{l=1}^L p_{l,x}^{y_l} (1 - p_{l,x})^{1-y_l} \right] \quad (25)$$

ทั้งนี้สัมประสิทธิ์ของแบบจำลองการวิเคราะห์แฝงใช้วิธีประมาณการแบบภาวะความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation) โดยกำหนดให้ L ให้ค่าความน่าจะเป็นสูงสุด

2.6.1 อัลกอริทึมในการหาค่าพารามิเตอร์แบบจำลอง LCA

Expectation Maximization Algorithm (EM-Algorithm) เป็นเกณฑ์ในการชี้วัดถึงความแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจำลองการวิเคราะห์กลุ่มแฝงจากการประมาณค่าความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation; MLE) โดยอาศัยขั้นตอนของ EM-Algorithm เป็นวิธีการเชิงตัวเลขที่อาศัยหลักการวนซ้ำๆ (Iterative procedure) เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นสูงสุดของพารามิเตอร์ของการแจกแจงในกรณีที่มีข้อมูลสูญหาย EM-algorithm นำมาใช้กับแบบจำลองการวิเคราะห์แฝงเนื่องจากแต่ละบุคคลที่จะมาเป็นสมาชิกในกลุ่มแฝงเป็นค่าที่ยังไม่ทราบ จึงสามารถมองได้ว่าเป็นข้อมูลสูญหายได้ โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ กระบวนการหาค่าคาดหมาย (Expectation; E-step) และกระบวนการหาค่าสูงสุด (Maximization; M-step) โดยการหาความน่าจะเป็นสูงสุดของ $\log(\log\text{-likelihood})$ ของสมการนี้ (Santorico & Austin, 2017)

$$\ln L = \ln \prod_{n=1}^N [\sum_{x=1}^C P(X=x) \prod_{l=1}^L p_{l,x}^{y_l} (1-p_{l,x})^{1-y_l}] \quad (26)$$

โดย EM-Algorithm ทำซ้ำในการหาค่าคาดหมายและค่าสูงสุด จนกระทั่งความแตกต่างในแต่ละการทำซ้ำต่ำกว่าค่าผลรวมทั้งหมด เริ่มแรกจากการหาค่าใดๆสำหรับ $P(X=x)$ และ $p_{l,x}$ และกำหนดค่าเหล่านั้นด้วย $P(X=x)^{old}$ และ $p_{l,x}^{old}$ ในขั้นตอนของการหาค่าคาดหมาย ความน่าจะเป็นของสมาชิกในกลุ่มที่สูญหายถูกคำนวณด้วยทฤษฎีเบย์ (Bays' Theorem) ดังสมการ

$$P(X=x|Y=y) = \frac{P(X_n=x) \prod_{l=1}^L p_{l,x}^{y_l} (1-p_{l,x})^{1-y_l}}{\sum_{x=1}^C P(X=x) \prod_{l=1}^L p_{l,x}^{y_l} (1-p_{l,x})^{1-y_l}} \quad (27)$$

ในขั้นตอนของการหาค่าสูงสุด การประมาณค่าพารามิเตอร์จะถูกเปลี่ยนแปลงเพื่อหา log-likelihood ดังสมการต่อไปนี้

$$P(X=x)^{new} = \frac{\sum_{x=1}^C P(X=x|Y=y)}{N} \quad (28)$$

$$p_{l,x}^{new} = \frac{\sum_{x=1}^C y_l P(X=x|Y=y)}{\sum_{x=1}^C P(X=x|Y=y)} \quad (29)$$

ได้ผลลัพธ์เป็นความน่าจะเป็นของกลุ่มใหม่ โดย $p_{l,x}^{new}$ คือ ผลลัพธ์เป็นความน่าจะเป็นของกลุ่มใหม่สำหรับตัวแปรแฝง l^{th} อัลกอริทึมนี้ทำซ้ำหาค่าใหม่จากค่าเก่า จนกระทั่ง log-likelihood โดยรวมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

2.6.2 ความเหมาะสมของแบบจำลองการวิเคราะห์กลุ่มแฝง

การพิจารณาตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์จะต้องมีการทดสอบด้านสถิติเพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือหรือความเหมาะสมของแบบจำลอง (Goodness of Fit) ว่าแบบจำลองที่สร้างเข้าได้กับข้อมูลจริงหรือไม่ หรือสามารถบอกถึงความสามารถในการอธิบายว่าตัวแปรตัวหนึ่งมีผลต่อทำให้ตัวแปรอีกตัวหนึ่งเปลี่ยนแปลงได้มากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาจากค่า Akaike Information Criterion และ Bayesian Information Criterion

Akaike Information Criterion (AIC) เป็นเกณฑ์สำหรับการคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมภายใต้ตัวแบบที่มีการใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน แต่มีจำนวนพารามิเตอร์แตกต่างกันที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระชุดหนึ่ง ตัวแบบที่เหมาะสมคือตัวแบบที่มีค่า AIC ต่ำกว่า

$$AIC = -2LL + 2k \quad (30)$$

โดยที่ LL คือ ค่าลอการิทึมฟังก์ชันความเป็นไปได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ (Maximum Log likelihood Function)
k = จำนวนพารามิเตอร์ที่ประมาณค่า (Estimated parameters)

Bayesian Information Criterion (BIC) เป็นเกณฑ์สำหรับการคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมอีกเกณฑ์หนึ่งที่ปรับมาจากตัวสถิติ AIC โดยนำขนาดตัวอย่างมาพิจารณาด้วย ตัวแบบที่เหมาะสมคือตัวแบบที่มีค่า BIC ต่ำกว่า เกณฑ์นี้ใช้ฟังก์ชันความน่าจะเป็น (Likelihood function) และมีความสัมพันธ์กับตัวสถิติ AIC

$$BIC = -2LL + 2\ln(N)k \quad (31)$$

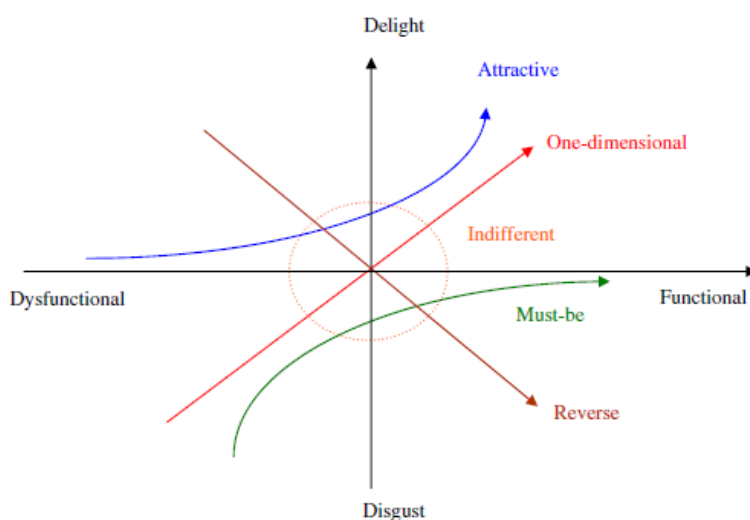
โดยที่ LL คือ ค่าลอการิทึมฟังก์ชันความเป็นไปได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ (Maximum Log likelihood Function)
k คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ประมาณค่า (Estimated parameters)
N คือ จำนวนตัวอย่างที่สำรวจ (Number of Observations)

2.7 แบบจำลองคานอ (Kano Model)

แบบจำลองคานอ (Kano Model) พัฒนาขึ้นโดย ดร. โนริยากิ คานอ ในปี ค.ศ. 1980 ผู้ชำนาญด้านคุณภาพญี่ปุ่น โดยนำแบบจำลองคานอมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบการวัดคุณภาพด้วยแบบจำลองคานอกับวิธีอื่นๆ การวัดด้วยแบบจำลองคานอให้แนวทางในการพัฒนาคุณภาพและชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการสร้างความแตกต่างของบริการให้เหนือกว่าคู่แข่งโดยอธิบายความพึงพอใจของผู้เรียนในสองมิติพร้อมกัน คือด้านการแสดงคุณภาพภายในของผลิตภัณฑ์และบริการ (Performance Quality) และด้านความพึงพอใจของผู้เรียน (Satisfaction) ดังรูปภาพที่ 5 สามารถแบ่งคุณภาพผลิตภัณฑ์หรือบริการได้เป็น 5 ลักษณะได้แก่ (มาริสตา, 2558)

- 1) **คุณลักษณะพื้นฐาน (Must-be Attributes)** เป็นคุณลักษณะที่ผลิตภัณฑ์และบริการ “ต้องมี” ซึ่งหากคุณลักษณะนี้ไม่ตอบสนองต่อผู้เรียน ผู้เรียนจะเกิดความไม่พึงพอใจทันที และแม้ว่าผู้เรียนจะได้รับในคุณลักษณะนี้แล้วก็ตาม ผู้เรียนก็ไม่ได้มีความพึงพอใจเพิ่มขึ้น

- 2) **คุณลักษณะมิติเดียว (One-Dimensional Attributes)** เป็นคุณลักษณะที่มีผลต่อความพึงพอใจเป็นสัดส่วนกัน กล่าวคือหากสถานศึกษาส่งมอบคุณลักษณะของหลักสูตรมหาวิทยาลัยที่ดีมากยิ่งขึ้นเท่าไร ความพึงพอใจของผู้เรียนจะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น โดยความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงแบบแปรผันตรง
- 3) **คุณลักษณะแบบดึงดูด (Attractive Attributes)** เป็นคุณลักษณะที่ไม่ได้เกิดขึ้นจากความคาดหวังของผู้เรียน แต่อยู่นอกเหนือสิ่งที่คาดการณ์ไว้ หากไม่มีคุณลักษณะนี้ก็ไม่ได้ส่งผลต่อความไม่พึงพอใจของผู้เรียน แต่หากสามารถตอบสนองได้จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจและดึงดูดใจคุณลักษณะนี้ ซึ่งคุณลักษณะนี้สามารถสร้างประสบการณ์ที่ดีแก่ลูกค้าเกิดความภักดีต่อตราผลิตภัณฑ์และบริการ หากต้องการเป็นผู้นำเหนือคู่แข่งในตลาดจำเป็นต้องสร้างคุณลักษณะนี้
- 4) **คุณลักษณะแบบเฉย ๆ (Indifferent Attributes)** เป็นคุณลักษณะประเภทนี้ไม่ส่งผลให้ผู้เรียนรู้สึกพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจแต่อย่างใด จึงเป็นคุณลักษณะที่มีหรือไม่มีก็ได้ในหลักสูตรมหาวิทยาลัย
- 5) **คุณลักษณะแบบตรงข้าม (Reverse Attributes)** เป็นคุณลักษณะที่ผู้เรียนเมื่อได้รับหรือมีคุณลักษณะดังกล่าวในหลักสูตรมหาวิทยาลัย ส่งผลให้ผู้เรียนรู้สึกไม่พอใจ ในทางกลับกันหากผู้เรียนไม่ได้รับคุณลักษณะประเภทนี้ ผู้เรียนจะรู้สึกพอใจ



รูปภาพที่ 5 คุณภาพ 5 ประเภทตามแบบจำลองคานอ
(ที่มา: Wang & Wu, 2014)

2.7.1 ขั้นตอน Kano Model

ขั้นตอนการออกแบบและวิเคราะห์แบบจำลองคาโน สามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

- 1) การจำแนกความต้องการของผู้เรียน จากการร้องเรียนของผู้เรียน (Voice of Customer) หรือคุณลักษณะที่ต้องการทดสอบผู้เรียน โดยคุณลักษณะที่ไม่มีในหลักสูตรมหัศจรรย์ฉบับปัจจุบัน
- 2) การสร้างแบบสอบถามคาโน การสร้างแบบสอบถามตามหลักของคาโนโมเดล มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจว่าถ้ามีคุณลักษณะนั้นอยู่ในหลักสูตรมหัศจรรย์ ผู้เรียนมีความรู้สึกอย่างไร ซึ่งเป็นคำถามแบบ Functional และในทางตรงกันข้ามถ้าไม่มีคุณลักษณะนั้นอยู่ในหลักสูตรมหัศจรรย์ ผู้เรียนมีความรู้สึกอย่างไร ซึ่งเป็นคำถามแบบ Dysfunctional

ตารางที่ 4 การออกแบบแบบสอบถาม Kano Model

หน้าที่ (Functional) ที่ได้จากคำถาม	คำตอบ
ถ้าหลักสูตรมหัศจรรย์มีคุณลักษณะนี้ ผู้เรียนรู้สึกอย่างไร (Function Question)	1) ชอบ/พอใจ (Like)
	2) เป็นสิ่งจำเป็น(Must be)
	3) เฉยๆ (Neutral)
	4) ขอมรับได้ (Live with)
	5) ไม่ชอบ/ไม่พอใจ (Dislike)
ถ้าหลักสูตรมหัศจรรย์ไม่มีคุณลักษณะนี้ ผู้เรียนรู้สึกอย่างไร (Dysfunction Question)	1) ชอบ/พอใจ (Like)
	2) เป็นสิ่งจำเป็น(Must be)
	3) เฉยๆ (Neutral)
	4) ขอมรับได้ (Live with)
	5) ไม่ชอบ/ไม่พอใจ (Dislike))

- 3) การวิเคราะห์และคำนวณผลจากแบบจำลองคาโน เมื่อรวบรวมผลจากแบบสอบถามนำมาวิเคราะห์แบบจำลองคาโนดังตารางที่ 4 ที่มีทั้งผลจากคำถาม Functional และ Dysfunctional จะได้คำตอบ 5 รูปแบบที่บ่งบอกคุณลักษณะนั้นๆ

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ประเภทคุณลักษณะด้วยตาราง Kano

(ที่มา: Xu et al., 2009)

Customer Requirement		Dysfunctional				
		Like	Must-be	Neutral	Live with	Dislike
Functional	Like	Q	A	A	A	Q
	Must-be	R	I	I	I	M
	Neutral	R	I	I	I	M
	Live with	R	I	I	I	M
	Dislike	R	R	R	R	Q

โดย	A (Attractive)	คือ คุณลักษณะนี้ดึงดูดผู้เรียน
	O (One-dimensional)	คือ คุณลักษณะนี้อยู่ส่วนที่ทำให้ผู้เรียนพอใจ
	M (Must-be)	คือ คุณลักษณะนี้จำเป็นต้องมีสำหรับหลักสูตรมหาบัณฑิต
	Q (Questionable)	คือ คุณลักษณะนี้จำเป็นต้องตระหนักเพราะอยู่ในส่วนที่ไม่พอใจ หรืออาจเกิดความผิดพลาดจากการตอบ
	R (Reverse)	คือ คุณลักษณะนี้นอกจากไม่ต้องการแล้วควรมีการปรับปรุง
	I (Indifferent)	คือ คุณลักษณะนี้ไม่แตกต่างในความรู้สึกของผู้เรียน

ตัวอย่าง จากตารางที่ 4 ในหนึ่งคุณลักษณะ ผู้ตอบแบบสอบถามได้รับคำถาม 2 คำถาม คือ คำถามด้าน Functional ถ้าผู้ตอบแบบสอบถามตอบว่า ชอบถ้ามีแบบนั้น (Like) และคำถามทางด้าน Dysfunctional ถ้าผู้ตอบแบบสอบถามตอบว่า เฉยๆ (Neutral) ผลลัพธ์ในตารางที่ 5 คือ A หรือ Attractive แสดงว่า คุณลักษณะนี้ดึงดูดผู้เรียน โดยการคำนวณผลสุดท้ายจะถูกนำมาทำการประเมิน ความต้องการที่ได้จากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด โดยประเมินในรูปความถี่ของการตอบแบบสอบถาม

2.7.2 การวิเคราะห์ความสำคัญคุณลักษณะด้วย Kano Model

การประเมินกฎ M>O>A>I

การวิเคราะห์ผลของ Kano Model เมื่อเจอสถานการณ์ที่ยากต่อการตัดสินใจ สามารถใช้กฎในการประเมิน M>O>A>I ใช้ในกรณีผลการวิเคราะห์ของคาโนได้ผลลัพธ์ที่ตัดสินใจยากหรือไม่ชัดเจน หรือการเรียงลำดับการตัดสินใจคุณลักษณะดังกล่าวในหลักสูตรมหาบัณฑิต จึงมีหลาย

งานวิจัยได้ประยุกต์ใช้กฎในการประเมิน $M > O > A > I$ เป็นการเรียงลำดับการตัดสินใจให้แก่ผู้ประกอบการ ซึ่งนับว่ามีประโยชน์อย่างมาก เนื่องจากความต้องการคุณลักษณะแรกมักเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นต้องทำการปรับปรุงหรือเพิ่มคุณลักษณะนั้นในผลิตภัณฑ์ และเป็นคุณลักษณะที่มีผลต่อการรับรู้ของผู้เรียนมากคือ Must-Be หรือ M หมายถึงคุณลักษณะนี้จำเป็นต้องมีสำหรับหลักสูตรมหัศจรรย์ ถ้าไม่มีจะส่งผลให้ผู้เรียนไม่พึงพอใจเท่าที่ควร การป้องกันความไม่พึงพอใจที่ผู้เรียนจะมีต่อหลักสูตรมหัศจรรย์ ซึ่งนับว่าสำคัญที่สุดและต้องมีการปรับปรุงหรือพิจารณา ลำดับถัดมาคือ One-dimensional หรือ O เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีความพอใจเพิ่มขึ้นและลดลงแก่คุณลักษณะดังกล่าว ลำดับสุดท้ายคือคุณลักษณะ Attractive หรือ A เป็นคุณลักษณะที่สามารถเพิ่มความพึงพอใจแก่ผู้เรียนเท่านั้น ในขณะที่คุณลักษณะ Indifferent หรือ I คุณลักษณะที่พิจารณาลำดับสุดท้ายเนื่องจากไม่ส่งผลต่อการรับรู้ใดๆ ของผู้เรียน (สมเกียรติ et al., 2014)

ค่าสัมประสิทธิ์ความพึงพอใจ (Customer Satisfaction Index; CSI)

การคำนวณสัมประสิทธิ์ระดับความพึงพอใจของลูกค้า (Customer Satisfaction Index) เป็นการคำนวณระดับความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจของผู้เรียนเป็นค่าที่สำคัญอย่างมากในการที่จะทำให้อ่านถึงระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อหลักสูตรมหัศจรรย์หรือใช้ในการตัดสินใจลำดับความสำคัญของคุณลักษณะได้เป็นอย่างดี เนื่องจากว่าในบางครั้งที่การประเมินหลักสูตรมหัศจรรย์ ได้ผลลัพธ์มาจากกลุ่มผู้เรียนที่แตกต่างกันทำให้ผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างกันและการวิเคราะห์ผลก็จะเป็นไปได้ยาก โดยสมการในการหาค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจของผู้เรียนมีดังนี้ (Wang and Wu, 2014)

$$\text{ระดับความพึงพอใจ (Satisfaction Index; SI)} = \frac{A+O}{A+O+M+I} \quad (32)$$

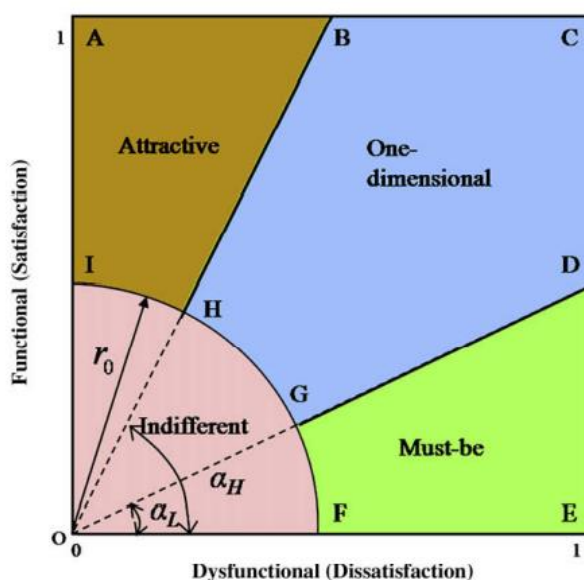
$$\text{ระดับความไม่พึงพอใจ (Dissatisfaction Index; DI)} = -\frac{M+O}{A+O+M+I} \quad (33)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ความพึงพอใจ (Customer Satisfaction Index; CSI) สามารถคำนวณได้โดยใช้ระดับความพึงพอใจ (Satisfaction Index; SI) และระดับความไม่พึงพอใจ (Dissatisfaction Index; DI) ตามสมการ

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์ความพึงพอใจ (Customer Satisfaction Index; CSI)} = \frac{|DI|}{SI} \quad (34)$$

โดยที่ SI คือ ระดับความพึงพอใจ
 DI คือ ระดับความไม่พึงพอใจ

การแยกประเภทคาโนด้วยการนำค่าระดับความพึงพอใจ (Satisfaction Index; SI) และระดับความไม่พึงพอใจ (Dissatisfaction Index; DI) มาใช้แยกประเภทคาโนในรูปแบบ A-Kano Classification ดังรูปภาพที่ 6 ซึ่งพิจารณาความสำคัญตามช่วงที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ขอบเขตของการประเมินมีคุณลักษณะพื้นฐาน (Must-be) คุณลักษณะมิติเดียว (One-Dimensional) คุณลักษณะดึงดูดใจ (Attractive) และคุณลักษณะเฉยๆ (Indifference)



รูปภาพที่ 6 A-Kano Classification

(ที่มา: Xu et al., 2009)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในกลุ่มการออกแบบหรือพัฒนาหลักสูตรมหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจทางด้านการศึกษาเพื่อใช้ในการรวบรวมคุณลักษณะหลักสูตรมหาวิทยาลัยในงานวิจัยด้านการศึกษา ถัดจากนั้นศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ทั้งด้านการศึกษาและด้าน

อุตสาหกรรมการผลิต พบว่างานวิจัยทางการศึกษานิยมใช้เครื่องมือการแปรหน้าที่คุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD) การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process; AHP) เป็นส่วนมาก ส่วนงานวิจัยอุตสาหกรรมการผลิตนิยมใช้เครื่องมือทางการตลาด ตัวอย่าง การวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis) หรือแบบจำลองคานโน (Kano Model) ซึ่งเครื่องมือทางการตลาดดังกล่าวยังพบในงานวิจัยทางการศึกษาน้อย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจ

พรเพ็ญ (2559) ศึกษาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจของผู้เรียนในการเลือกเรียนระดับบัณฑิตศึกษาและแนวทางการเพิ่มจำนวนผู้เรียนระดับบัณฑิตศึกษา โดยปัจจัยที่นำมาใช้ในศึกษามาจากแนวคิดทฤษฎีเชิงธุรกิจ ได้แก่ โมเดลพฤติกรรมผู้บริโภค ส่วนประสมทางการตลาดและความพึงพอใจของลูกค้า ผสมผสานได้ปัจจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มปัจจัยภายนอกประกอบด้วย ด้านเศรษฐกิจ ด้านเทคโนโลยี ทางการเมือง ทางสังคมวัฒนธรรม และกลุ่มปัจจัยผู้เรียน ประกอบด้วย ปัจจัยด้านวัฒนธรรม ด้านสังคม และด้านบุคคล โดยใช้แบบสอบถามมาตรวัดลิเคิร์ต (5-Likert) ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

Ivy (2008) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อนักศึกษาในการเลือกเรียนหลักสูตรมหาบัณฑิตทางการตลาด โดยใช้วิธีส่วนประสมทางการตลาด 7Ps ประกอบด้วย ด้านผลิตภัณฑ์ (Products) ในรูปแบบโปรแกรมประกอบด้วย จำนวนหน่วยกิจและจำนวนกลุ่มสาขาหลัก ด้านราคา (Price) ประกอบด้วย ค่าเรียน ความยืดหยุ่นในการจ่ายค่าเทอม ระยะเวลาของโปรแกรม ด้านบุคคล (People) ประกอบด้วย ด้านการปรึกษาหรือติดต่อบุคลากร ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) ประกอบด้วย การโฆษณา สารธารณะ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ด้านการสร้างและนำเสนอ ลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence & Presentation) ประกอบด้วย ชื่อเสียงบุคลากร ข้อมูลที่เข้าถึงได้ทางออนไลน์ ด้านช่องทางการจำหน่าย (Place) ประกอบด้วย ระบบเอกสารและอีเมลล์

Chaturvedi et al. (2020) ศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญสำหรับการเลือกสถาบันศึกษาด้านการจัดการโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) โดยผู้วิจัยได้ทำการสอบถามเบื้องต้นแก่ผู้เรียนที่มีความสนใจศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นว่าคุณลักษณะอะไรบ้างที่เป็นสิ่งสำคัญต่อสถาบันศึกษาในด้านหลักสูตรทางการจัดการที่มีอิทธิพลให้ผู้เรียนสนใจสมัครศึกษาต่อหลักสูตรนั้นๆ ได้ผลจากแบบสอบถามแยกคุณลักษณะออกเป็น 4 คุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อความพึงพอใจของ

ผู้เรียน ประกอบด้วย สถานที่ตั้งสถาบันศึกษา ค่าเล่าเรียน ชื่อเสียงสถาบันการศึกษา รายได้เฉลี่ยของผู้เรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านระบบการศึกษา พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่เก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามความสนใจหรือความพึงพอใจในปัจจุบันหรือคุณลักษณะของหลักสูตรจากกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการเก็บข้อมูลขั้นต้น การประยุกต์ใช้ส่วนประสมทางตลาด โมเดลผู้บริโภค เพื่อให้ได้คุณลักษณะต่างๆที่ต้องการศึกษา เช่น รูปแบบหลักสูตร ค่าเล่าเรียน สภาพแวดล้อม หรือปัจจัยที่สร้างความพึงพอใจหรือแรงจูงใจแก่กลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย เช่น สถานที่ตั้งสถาบันศึกษา ชื่อเสียง เป็นต้น เพื่อศึกษาปัจจัยนั้นๆ ในการพัฒนาหลักสูตรทางการศึกษาที่สามารถสร้างกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายใหม่หรือเพิ่มจำนวนกลุ่มผู้เรียนให้แก่สถาบันศึกษาได้ แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาหลักสูตรทางการศึกษาจากปัจจัยที่สำรวจจากความพึงพอใจหรือความสนใจของกลุ่มผู้เรียนยังเป็นสิ่งสำคัญในหลากหลายงานวิจัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์

1) การพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ด้านการศึกษา

วรารักษ์ (2546) ศึกษาเรื่องการประยุกต์เทคนิคการแปรหน้าที่คุณภาพในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาฯ โดยประยุกต์เทคนิคการแปรหน้าที่คุณภาพ (QFD) และการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรระดับปริญญาตรี โทและเอก โดยใช้การเก็บข้อมูลจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียกับหลักสูตร ได้แก่ ผู้ว่าจ้าง สถาบันการศึกษาระดับสูง ผู้เรียน อาจารย์ และข้อบังคับกฎเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ ผลลัพธ์จากการวิจัยประกอบด้วย 2 มิติสำคัญคือ เนื้อหาความรู้และวิธีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ นอกจากนี้ยังมีอีกหนึ่งงานวิจัย เสกสรร และ นิรชรา (2550) ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ(QFD) และการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่มีความแตกต่างคุณลักษณะที่นำมาใช้ศึกษา คือ เนื้อหาความรู้ ทักษะ และบุคลิกภาพบัณฑิต ส่วน Verma and Dawar (2013) ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลเช่นกัน

ในส่วนของ Wiklund and Wiklund (1999) ใช้เทคนิคการแปรหน้าที่คุณภาพ (QFD) เช่นกัน แต่มีการนำเทคนิคการวิเคราะห์แบบองค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis) มาใช้ร่วมด้วยในการ

ปรับปรุงหลักสูตรการศึกษา โดยการแปลงความต้องการผู้เรียนของคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่สนใจ ในอุตสาหกรรมเดียวกัน โดยวิธีการดำเนินการจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น แล้วนำข้อมูลความต้องการนำเข้า QFD จัดเรียงลำดับความสำคัญ 5 ลำดับแรก เพื่อเป็นข้อมูลในการ ออกแบบ Conjoint Analysis ประเภท Full-Profile Conjoint Analysis โดยใช้ 6 คุณลักษณะ ประกอบด้วย ลักษณะสายงานที่สนใจ, ระยะเวลาการศึกษา, ทักษะการแก้ปัญหา, รูปแบบการร่วม วิจัย, ชนิดข้อมูลวิจัย และรายงานวิจัย ลำดับถัดมา Steimle et al. (2022) เป็นอีกงานวิจัยหนึ่งที่นำ เทคนิค Conjoint Analysis มาพัฒนาหลักสูตรมหัศจรรย์ที่มีอยู่ให้สามารถรองรับสถานการณ์ โควิด-19 โดยใช้คุณลักษณะที่ปรับความแตกต่างของหลักสูตรมหัศจรรย์ด้วยค่าระดับ เพื่อหาความ พึงพอใจของกลุ่มผู้เรียนที่สามารถดึงผู้เรียนกลับมาศึกษาต่อในสถานะสถานการณ์ดังกล่าว เช่น ส่วนลดค่าเรียน ความจุคนในชั้นเรียน เป็นต้น

จากการศึกษางานวิจัยการพัฒนาหลักสูตรทางการศึกษามีความนิยมใช้เครื่องมือที่ หลากหลายมาประยุกต์หรือผสมผสานใช้ให้สอดคล้องกับคุณลักษณะที่ศึกษา โดยส่วนใหญ่พบการ ใช้ทั้ง QFD และ AHP มาผสมผสาน และยังมีบางงานวิจัยมีการใช้ Conjoint Analysis มาผสมผสาน ด้วยเช่นกันดังข้อมูลสรุปตารางที่ 6

ตารางที่ 6 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ด้านการศึกษา

ผู้วิจัย	หัวข้องานวิจัย	เครื่องมือที่เลือกใช้	คุณลักษณะที่ศึกษา
วรารักษ์ (2546)	การประยุกต์เทคนิคการแปรหน้าที่ คุณภาพในการออกแบบและพัฒนา หลักสูตรของภาควิชาวิศวกรรมอุต สาหการ จุฬา	<ul style="list-style-type: none"> ■ QFD ■ AHP 	<ul style="list-style-type: none"> ■ เนื้อหาความรู้ ■ ประสบการณ์การเรียนรู้
เสกสรร และ นिरชรา (2550)	การประยุกต์เทคนิคการแปรหน้าที่ คุณภาพในการออกแบบและพัฒนา หลักสูตรของภาควิชาวิศวกรรมอุต สาหการ สงขลานครินทร์	<ul style="list-style-type: none"> ■ QFD ■ AHP 	<ul style="list-style-type: none"> ■ เนื้อหาความรู้ ■ ทักษะ ■ นวัตกรรม

ผู้วิจัย	หัวข้องานวิจัย	เครื่องมือที่เลือกใช้	คุณลักษณะที่ศึกษา
Wiklund and Wiklund (1999)	การออกแบบและปรับปรุงหลักสูตรของมหาวิทยาลัยจากความสนใจนักศึกษา	<ul style="list-style-type: none"> ▪ QFD ▪ AHP ▪ Conjoint Analysis 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ สายงานที่สนใจ ▪ ระยะเวลาการศึกษา ▪ ทักษะแก้ปัญหา ▪ การร่วมวิจัย ▪ ชนิดข้อมูลวิจัย ▪ รายงานวิจัย
Steimle et al. (2022)	การหาความพึงพอใจของผู้เรียนในการกลับมาศึกษาต่อในสถานการณื โควิด	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conjoint Analysis 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ รูปแบบการเรียน ▪ ความปลอดภัยการเรียน ▪ ความจุคนในชั้นเรียน ▪ ส่วนลดค่าเทอม ▪ ข้อจำกัดสูงสุดจำนวนคน

2) การพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ

เมื่อศึกษางานวิจัยด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการในอุตสาหกรรมต่างๆ แต่ละงานวิจัยมีการประยุกต์ใช้เครื่องมือวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่ที่หลากหลายและสอดคล้องกับปัญหาในงานวิจัย ตัวอย่างงานวิจัยดังนี้

สันติ (2560) ศึกษาการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ข้าวบรรจุถุง เกี่ยวกับทัศนคติและความเต็มใจจ่ายของผู้บริโภคต่อข้าวบรรจุถุงที่ได้รับการรับรองการค้าที่เป็นธรรมในรูปแบบเฉพาะของประเทศไทย โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากลูกค้าด้วยแบบสอบถาม Choice-based Conjoint Analysis เป็นแบบจำลองทางเลือก (Discrete Choice Experiment) มาวิเคราะห์ผลด้วย Mixed Logit Model โดยมีการกำหนด 2 ข้อจำกัด คือ ทางเลือกที่เป็นไปไม่ได้การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือทางเลือกที่เหนือกว่าชัดเจนของการเลือกตอบ (Dominant Alternative) คือ การได้รับตรารับรองทุกรูปแบบแต่มีราคาถูกที่สุดไม่นำมาวิเคราะห์ และกำหนดทางเลือกฐาน (Baseline alternative) ซึ่งคือทางเลือกปัจจุบันอยู่ในทุกชุดทางเลือก เพื่อสามารถเปรียบเทียบความพึงพอใจลูกค้าในผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ได้

วิภาวี (2560) ศึกษาการพัฒนาด้านบริการแก่ลูกค้าเกี่ยวกับการให้บริการร้านค้าออนไลน์ต่อการตัดสินใจและความเต็มใจจ่ายซื้อผลิตภัณฑ์เสริมอาหารประเภทวิตามินผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้สูงอายุ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากลูกค้าด้วยแบบสอบถาม Choice-Based Conjoint Analysis

นำมาวิเคราะห์ผลที่ได้ด้วย Conditional logit Model โดยมีวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับทางเลือกฐาน (Baseline alternative) เช่นเดียวกัน

Rizzo et al. (2020) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมปราศจากน้ำตาลแลคโตส โดยสำรวจและเก็บข้อมูลแบบสอบถามจากการกลุ่มตลาดลูกค้าปัจจุบัน โดยเริ่มจากการสัมภาษณ์กลุ่มเพื่อมองหาคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้ในแบบสอบถามข้างต้นแบบออนไลน์ด้วยการผสมผสานเทคนิค Kano Model ศึกษาการรับรู้ของลูกค้า (Customer Perception) ต่อการมีหรือไม่มีคุณลักษณะในผลิตภัณฑ์ และ Conjoint Analysis ศึกษาความพึงพอใจของลูกค้า (Customer Preference) ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ ด้วยรูปแบบ Max-Diff Scaling มองหาลำดับความสำคัญคุณลักษณะ และ Adaptive Choice-based มองหาข้อมูลเชิงลึกของความพึงพอใจลูกค้าจากการจำลองการซื้อสินค้าได้ ทำให้สามารถแบ่งกลุ่มลูกค้า (Customer Segmentation) ได้ด้วยเทคนิค K-mean clustering โดยนำข้อมูลจาก Kano Model และ Conjoint Analysis มาใช้จากการที่ลูกค้าชื่นชอบผลิตภัณฑ์นมปราศจากแลคโตสในคุณลักษณะที่แตกต่างกันได้เป็น 3 กลุ่ม

Wang and Wu (2014) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมาร์ทโฟน โดยสำรวจและเก็บข้อมูลแบบสอบถามด้วยการผสมผสานเทคนิค Full-Profile Conjoint Analysis และ Kano Model เช่นกัน เพื่อหาความเหมาะสมของคุณลักษณะสมาร์ทโฟนจากความพึงพอใจกลุ่มตลาดลูกค้า โดยแบ่งส่วนประกอบสมาร์ทโฟนทั้งหมดเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนประกอบหลัก ที่มีค่าระดับหลากหลายใช้ Full-Profile Conjoint Analysis พร้อมทั้งแบ่งกลุ่มตลาดลูกค้า (Customer Segmentation) จากความชื่นชอบที่แตกต่างกันด้วยด้วยเทคนิค K-mean clustering ถัดมาคือส่วนประกอบเพิ่มเติมหรือส่วนประกอบที่มีหรือไม่มีในผลิตภัณฑ์ได้ใช้ Kano Model ในการสำรวจความรับรู้ของลูกค้าของการมีหรือไม่มีส่วนประกอบนั้นในผลิตภัณฑ์สมาร์ทโฟน

Zha et al. (2020) ศึกษาการตัดสินใจของลูกค้าในการซื้อผลิตภัณฑ์ตู้เย็นและเครื่องซักผ้า จากข้อมูลบนฉลากหรือชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงาน โดยใช้แบบสอบถามระดับความเห็น (5-Likert) สำหรับความพึงพอใจจากอรรถประโยชน์ที่ได้รับ ถัดมาใช้ Choice-based Conjoint Analysis สำหรับคุณลักษณะที่มีค่าระดับแตกต่างของชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์ผลความชื่นชอบของลูกค้าด้วย Conditional Logit Model ซึ่งลูกค้าแต่ละคนมักมีความชื่นชอบแตกต่างกัน (Heterogeneity) จึงใช้แบบจำลอง Latent Class Analysis เพื่อวิเคราะห์จำนวนกลุ่มตลาดลูกค้าที่มีพฤติกรรมการซื้อสินค้าตู้เย็นและเครื่องซักผ้าแตกต่างกัน งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลตัวอย่างที่หลากหลาย

จึงสามารถวิเคราะห์ข้อมูลการแบ่งกลุ่มลูกค้าได้ทั้งข้อมูลประชากรศาสตร์ (Demographic) และ ข้อมูลพฤติกรรมการซื้อสินค้า (Product Behavior) ทั้งนี้ผลจาก Choice-based Conjoint สามารถวิเคราะห์ความเต็มใจจ่าย (Willingness to Pay) ของตลาดลูกค้าแก่สินค้าได้

จากที่กล่าวมางานวิจัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ส่วนใหญ่การวิเคราะห์ผลมาจากความพึงพอใจหรือความต้องการของลูกค้าด้วยการผสมผสานเทคนิคหลากหลายที่สอดคล้องกับคุณลักษณะสินค้าหรือบริการ เพื่อให้ทราบถึงฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Utility Model) ของค่าระดับคุณลักษณะหรือคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ ผลการวิเคราะห์สามารถเรียงลำดับความสำคัญเพื่อช่วยในการตัดสินใจแก่ผู้ผลิตในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้ นอกจากนี้ยังพบงานวิจัยหลากหลายใช้เทคนิค Conjoint Analysis มาประยุกต์ใช้ศึกษาการวิเคราะห์ศักยภาพตลาด (Market Potential) เพื่อสามารถทำนายยอดขายผลิตภัณฑ์ในอนาคตได้ แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาทางการตลาดและการพยากรณ์ยอดขายจะต้องใช้ขนาดตัวอย่างที่มากเพื่อความแม่นยำในการวิเคราะห์ผลได้ ตัวอย่างงานวิจัย Lebeau et al. (2012) ใช้เทคนิค Choice-Based Conjoint Analysis ศึกษาศักยภาพตลาดและวางแผนแนะนำสำหรับการปรับใช้ในขนาดของรถยนต์ไฟฟ้ารูปแบบเบตเตอรี่ (BEVs) และรถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (PHEVs) เนื่องจากเทคนิค Choice-Based Conjoint Analysis สามารถใช้ราคาเป็นส่วนหนึ่งของคุณลักษณะมาวิเคราะห์ผลด้วย ดังนั้นสามารถต่อยอดได้ถึงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวด้านราคา (Price Sensitivity) ได้เช่นกัน Anand et al. (2018) เป็นอีกหนึ่งงานวิจัยที่ศึกษาการตัดสินใจซื้อสมาร์ตโฟนของลูกค้าโดยใช้ Choice-Based Conjoint Analysis มาศึกษาศักยภาพตลาดและการพยากรณ์ยอดขาย พร้อมทั้งการวิเคราะห์ความอ่อนไหวด้านราคาเช่นกัน

จากการศึกษางานวิจัยด้านอุตสาหกรรมการผลิตข้างต้น มองเห็นได้ว่ามีการใช้เครื่องมือทางตลาดที่หลากหลายทั้ง Conjoint Analysis แบบต่างๆ และ Kano Model รวมถึงการผสมผสานเครื่องมือขึ้นกับคุณลักษณะสินค้าที่ต้องการศึกษานั้นๆ ในการออกแบบสอบถามในการเก็บข้อมูล มีความยืดหยุ่น และสามารถปรับตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยต้องการ เช่น ข้อจำกัดการออกแบบสินค้าในตลาดจริง (Prohibition) หรือต้องการเปรียบเทียบกับทางเลือกฐาน (Base Alternative) การวิเคราะห์ผลนอกเหนือจากวัดความพึงพอใจในคุณลักษณะที่มีค่าระดับในสินค้าแตกต่างกันแล้ว สามารถให้ผลอื่นหลากหลาย เช่น การแบ่งกลุ่มตลาด (Customer Segmentation) ความเต็มใจจ่าย (Willingness to Pay) ศักยภาพตลาด (Market Potential) เป็นต้น จากตารางที่ 8 สรุปให้เห็นการนำเครื่องมือต่างๆ เก็บข้อมูลแบบสอบถามจากหลากหลายสินค้า ซึ่งหากเปรียบเทียบความแตกต่างของ

เครื่องมือเทคนิค Analytical Hierarchy Process (AHP) Conjoint Analysis (CA) และ Kano's Model (KM) ดังตารางที่ 7 นอกจากรูปแบบแบบสอบถามในการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน ยังพบว่าเทคนิค AHP มีการวิเคราะห์ที่มีความคล้ายกับ Conjoint Analysis ด้วยเทคนิค AHP มีการวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบเป็นคู่คุณลักษณะ (Pairwise) ส่วน Conjoint Analysis วิเคราะห์ในรูปอรรถประโยชน์ ในขณะที่ Kano Model อาจเป็นแบบสอบถามที่มีเทคนิคแตกต่างสิ้นเชิง แต่สามารถวิเคราะห์ประเภทของคุณลักษณะที่น่าเชื่อถือเช่นกัน

ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาการพัฒนาหลักสูตรมหัศจรรย์ใหม่ โดยนำเครื่องมือที่นิยมในอุตสาหกรรมการผลิตเทคนิค Conjoint Analysis และ Kano Model มาประยุกต์ใช้กับคุณลักษณะหลักสูตรมหัศจรรย์ที่เลือกมาศึกษา เพื่อวิเคราะห์ความพึงพอใจและความรับรู้ของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายปริญญาตรีวิศวกรรมอุตสาหกรรมหรือสาขาที่เกี่ยวข้อง ในคุณลักษณะที่มีค่าระดับแตกต่างกันในหลักสูตรมหัศจรรย์ พร้อมทั้งวิเคราะห์ถึงความพึงพอใจที่แตกต่างกันในผู้เรียนด้วยเทคนิคการแบ่งกลุ่มด้วย Latent Class Analysis

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบความแตกต่างเทคนิค AHP, CA และ KM

(ที่มา: Wang & Wu, 2014; Popovic et al., 2018)

	AHP	CA	KM
สกัดความพึงพอใจลูกค้า	ใช่	ใช่	จำกัด
ดึงความรู้ของลูกค้า	ไม่	ไม่	ใช่
มุมมองความพึงพอใจลูกค้า	ไม่	ไม่	ใช่
ระยะเวลาทำแบบสอบถาม	นาน	นาน	รวดเร็ว
ความซับซ้อนการคำนวณ	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ
ผลลัพธ์	ความสัมพันธ์ คุณลักษณะ	อรรถประโยชน์ ของคุณลักษณะ	การแบ่งกลุ่ม คุณลักษณะ

ตารางที่ 8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ

ผู้วิจัย	ผลิตภัณฑ์	เครื่องมือที่ใช้วิจัย	วิธีการวิจัย	ผลลัพธ์
สันติ (2560)	ข้าวบรรจุถุงที่รับ การรับรองการค้า	Choice-Based Conjoint Analysis	Choice-Based Conjoint Analysis คุณลักษณะ 6 คุณลักษณะ มีค่าระดับ 2-4 ระดับ การวิเคราะห์หาค่า Mixed Logit Model ข้อจำกัด: ทางเลือกเป็น "ไปไม่ได้" (Dominant Alternative) และทางเลือกฐาน (Baseline Alternative)	ความพึงพอใจลูกค้า (Customer Preference)
วิภาวี (2560)	ผลิตภัณฑ์เสริม อาหารวิตามิน	Choice-Based Conjoint Analysis	Choice-Based Conjoint Analysis คุณลักษณะ 4 คุณลักษณะ มีค่าระดับ 2-4 ระดับ การวิเคราะห์หาค่า Conditional Logit Model ข้อจำกัด: ทางเลือกฐาน (Baseline Alternative)	ความพึงพอใจลูกค้า (Customer Preference)
Rizzo et al. (2020)	นมที่ปราศจาก น้ำตาลแลคโตส	1. Maximum Difference Scaling 2. Adaptive Conjoint Analysis 3. Kano Model 4. K-Mean Clustering	MaxDiff และ Adaptive Conjoint Analysis คุณลักษณะ 9 คุณลักษณะ ที่มีค่าระดับ 2-5 ระดับ การวิเคราะห์หาค่า ความพึงพอใจค่าระดับคุณลักษณะ Kano Model คุณลักษณะ 25 คุณลักษณะ การวิเคราะห์หาค่า การแบ่งกลุ่ม Kano	ความพึงพอใจลูกค้า (Customer Preference) การรับรู้ของลูกค้า (Customer Perception) การแบ่งกลุ่มลูกค้า (Customer Clustering)
มาริสสา (2558)	รถยนต์	1. QFD 2. Kano Model	QFD และ Kano Model คุณลักษณะ รถยนต์ 3 รุ่นที่มีคุณลักษณะ 8-9 คุณลักษณะ การวิเคราะห์หาค่า การแบ่งกลุ่ม Kano	ความพึงพอใจลูกค้า (Customer Preference) การรับรู้ของลูกค้า (Customer Perception)

ตารางที่ 8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ

ผู้วิจัย	ผลิตภัณฑ์	เครื่องมือที่ใช้วิจัย	วิธีการวิจัย	ผลลัพธ์
Wang and Wu (2014)	สมาร์ตโฟน	1. Full Profile Conjoint Analysis 2. Kano Model 3. K-Mean Clustering	Full Profile Conjoint Analysis คุณลักษณะ 9 คุณลักษณะ ที่มีค่าระดับ 2-5 ระดับ การวิเคราะห์ผล เพื่อค้นหาและค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ Kano Model คุณลักษณะ 6 คุณลักษณะ การวิเคราะห์ผล การแบ่งกลุ่ม Kano	ความพึงพอใจลูกค้า (Customer Preference) การรับรู้ของลูกค้า (Customer Perception) การแบ่งกลุ่มลูกค้า (Customer Segmentation)
Zha et al. (2020)	ผู้ยื่น เครื่องซักผ้า	1. Choice-based Conjoint Analysis 2. Latent Class Analysis	Choice-Based Conjoint Analysis คุณลักษณะ 5 คุณลักษณะ ที่มีค่าระดับ 2-3 ระดับ การวิเคราะห์ผล Conditional Logit Model	ความพึงพอใจลูกค้า (Customer Preference) การแบ่งกลุ่มลูกค้า (Customer Segmentation)
Anand et al. (2018)	สมาร์ตโฟน	1. Full-Profile Conjoint Analysis 2. Latent Class Analysis	Full-Profile Conjoint Analysis คุณลักษณะ 4 คุณลักษณะ ที่มีค่าระดับ 2-4 ระดับ การวิเคราะห์ผล By SPSS	ความพึงพอใจลูกค้า (Customer Preference) Consumer's Choice Probability การพยากรณ์ยอดขาย
Lebeau et al. (2012)	รถยนต์ไฟฟ้า	Choice-based Conjoint Analysis	Choice-Based Conjoint Analysis คุณลักษณะ 9 คุณลักษณะ ที่มีค่าระดับ 5-10 ระดับ การวิเคราะห์ผล Multiple Regression & Multinomial Logit Model	ความพึงพอใจลูกค้า (Customer Preference) การจำลองตลาด (Market Simulation) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวราคา (Price Sensitivity)

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

- 1) โปรแกรม Excel: ใช้ในการจัดเตรียมข้อมูลและวิเคราะห์ผล
- 2) โปรแกรม R-Studio: ใช้ในการออกแบบ, จัดเตรียมข้อมูล และวิเคราะห์ผล
- 3) โปรแกรม Google Form: ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถาม

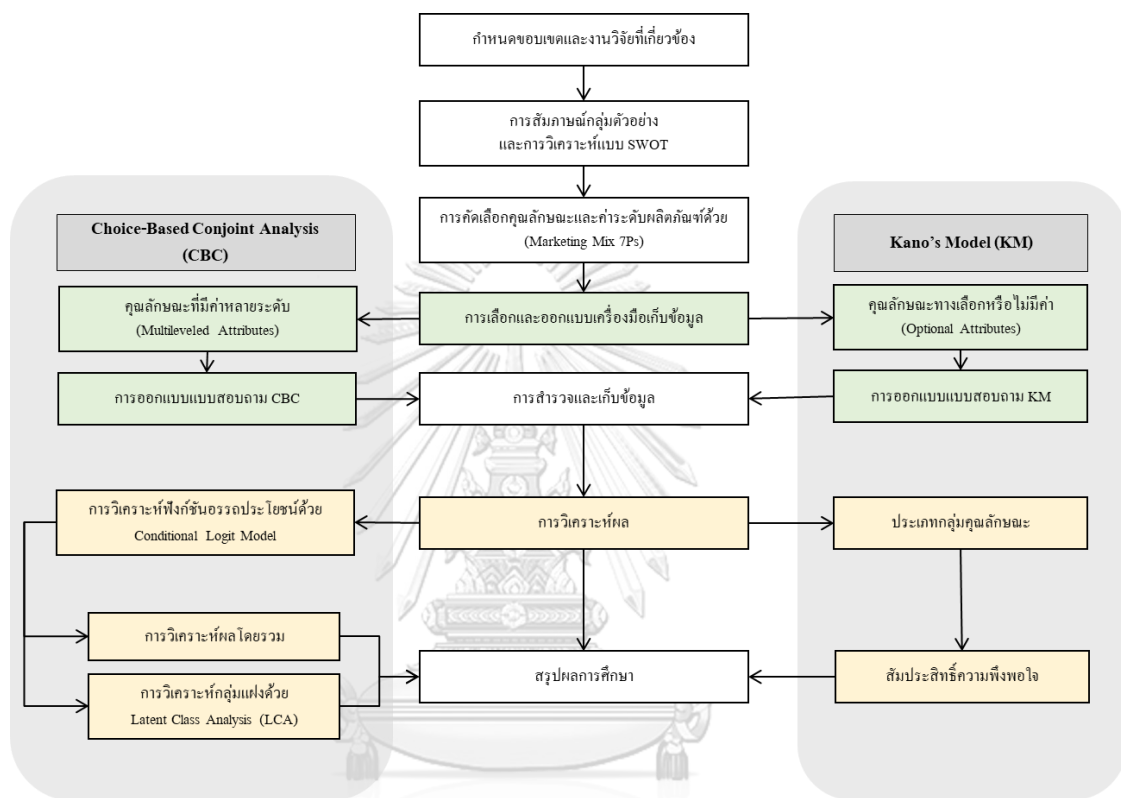
3.2 วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาและขอบเขตที่ศึกษา และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นเป็นการศึกษารูปแบบหลักสูตรมหำบัณฑิตสาขากรณีศึกษาในปัจจุบันของสถาบันการศึกษาต่างๆ ที่เป็นที่ยอมรับทั้งในและต่างประเทศ เพื่อศึกษารูปแบบความแตกต่างของหลักสูตรมหำบัณฑิตสาขากรณีศึกษาที่มีอยู่ในตลาดปัจจุบัน พร้อมทั้งสัมภาษณ์กลุ่มผู้เรียนเป้าหมายและใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบ SWOT เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันของหลักสูตรมหำบัณฑิตจากการรวบรวมข้อมูลและมุมมองของผู้เรียนปริญญาตรีวิศวกรรมอุตสาหกรรม เพื่อมองหาโอกาสและแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรมหำบัณฑิตรูปแบบใหม่ได้ จากการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ผลข้างต้นสามารถเป็นแนวทางในการรวบรวมและคัดเลือกคุณลักษณะ (Attributes) และค่าระดับ (Levels) ของคุณลักษณะหลักสูตรมหำบัณฑิตด้วยเทคนิคส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mix; 7Ps) ที่ใช้ในการศึกษาของงานวิจัยนี้ ผลสรุปจากการคัดเลือกคุณลักษณะสามารถเห็นรูปแบบของคุณลักษณะมี 2 รูปแบบ คือ

- 1) คุณลักษณะที่มีหลายค่าระดับ (Multilevel Attributes)
- 2) คุณลักษณะที่ไม่มีค่าระดับหรือคุณลักษณะทางเลือก (Optional Attributes)

ความแตกต่างของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหำบัณฑิต ผู้วิจัยจึงศึกษาเครื่องมือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development Tools) ที่เหมาะสม โดยใช้ตัวบ่งชี้ความพึงพอใจกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายจากรูปแบบคุณลักษณะทั้งหมด เพื่อสามารถเพิ่มผู้เรียนเป้าหมายปริญญาตรีเข้ามาศึกษาต่อปริญญาโทในหลักสูตรมหำบัณฑิตใหม่ได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ 2 เทคนิคประกอบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบ Choice-based Conjoint (CBC) สำหรับคุณลักษณะที่มีค่าหลายระดับ และ

เทคนิค Kano Model (KM) สำหรับคุณลักษณะที่ไม่มีค่าระดับหรือคุณลักษณะทางเลือก เพื่อได้ผลลัพธ์คือรูปแบบผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหัศจรรย์ใหม่ที่เกิดจากการผสมผสานคุณลักษณะและค่าระดับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์จากการวิเคราะห์ความต้องการของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายปริญญาตรีวิศวกรรมอุตสาหกรรมและสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยมีแผนภาพวิธีการวิจัยโดยรวมดังรูปภาพที่ 7



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รูปภาพที่ 7 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยรวม
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 การค้นหาและกลั่นกรองความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่

ในการศึกษาการหลักสูตรมหัศจรรย์ใหม่ เริ่มต้นจากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยศึกษาผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหัศจรรย์วิศวกรรมอุตสาหกรรมในตลาดปัจจุบันทั้งของหลักสูตรมหัศจรรย์ของสถาบันกรณีศึกษาและสถาบันอื่นๆ ทั้งในและต่างประเทศ เพื่อมองเห็นความหลากหลายและความแตกต่างจากหลักสูตรกรณีศึกษาในปัจจุบันอย่างไรบ้าง โดยมีรายละเอียดความแตกต่างในคุณลักษณะที่น่าสนใจและสามารถนำมาใช้ในการวิจัยได้ ดังต่อไปนี้

หลักสูตรครอบคลุมหรือหลักสูตรเฉพาะทาง

หลักสูตรมหาบัณฑิตในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นหลักสูตรครอบคลุมที่สามารถตอบ โจทย์ให้แก่กลุ่มผู้เรียนมีความสนใจหลากหลายในการตัดสินใจเลือกเรียนวิชาด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม มากมาย และบางหลักสูตรทั้งในและต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่มีรูปแบบหลักสูตรเฉพาะทาง พบหลักสูตรมหาบัณฑิตเฉพาะทางที่มีความหลากหลาย เพื่อตอบ โจทย์ความสนใจเฉพาะทางแก่ กลุ่มผู้เรียนได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น

- M.S. of Operations Research and Information Engineering มหาวิทยาลัย Cornell
- M.S. of Technology and Engineering Management มหาวิทยาลัย MIT
- M.S. of Analytics, Industrial Engineering and Operation Research มหาวิทยาลัย Berkeley
- M.S. of Human Factors and Health Systems Engineering มหาวิทยาลัย Wisconsin-Madison
- M.S. of Human Factors Engineering and Ergonomics มหาวิทยาลัย Virginia Polytechnic
- M.S. of Manufacturing Systems Engineering มหาวิทยาลัย Virginia Polytechnic
- M.S. of Supply Chain Engineering มหาวิทยาลัย Harvard
- M.S. of Design Engineering มหาวิทยาลัย Harvard
- วิศวกรรมมหาบัณฑิตการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมมหาบัณฑิตวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมและ โลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- M.S. of Innovation Management for Business and Industry สหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รูปแบบการสอนและภาษาที่ใช้

เนื่องจากสถานการณ์โควิด-19 ในปัจจุบันทำให้การเรียนการสอนต้องมีการปรับตัวตาม เศรษฐกิจบ้านเมือง จึงพบว่าหลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่ในต่างประเทศมีรูปแบบการสอนแบบ ออนไลน์มากขึ้น เพื่อให้สามารถรองรับผู้เรียนเป้าหมายทั้งในและต่างประเทศของประเทศนั้นๆ ซึ่ง รูปแบบการสอนออนไลน์สามารถลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มความสะดวกสบายอีกแนวทางหนึ่งแก่กลุ่ม ผู้สนใจศึกษาต่อ นอกจากนี้ยังเพิ่มตัวเลือกในการตัดสินใจกลุ่มผู้สนใจศึกษาต่อสามารถเลือก หลักสูตรที่มีการสอนโดยใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ ทำให้รูปแบบการสอนในปัจจุบันมี

ความหลากหลายมากขึ้นทั้งการสอนแบบชั้นเรียน การสอนแบบออนไลน์ และการสอนแบบผสมผสานที่มีทั้งชั้นเรียนและออนไลน์ในระดับชั้นเรียน แตกต่างกันไปในแต่ละหลักสูตร

ช่วงเวลาเรียนและระยะเวลาการศึกษา

การศึกษาต่อปริญญาโทมักมีความหลากหลายของกลุ่มผู้เรียนทั้งกลุ่มผู้เรียนที่ศึกษาต่อปริญญาโทเต็มเวลา และกลุ่มผู้เรียนที่ต้องการศึกษาต่อปริญญาโทและทำงานไปด้วย ทำให้ช่วงเวลาเรียนของหลักสูตรมหาบัณฑิตจึงเป็นคุณลักษณะหลักสูตรสำคัญในการตัดสินใจเลือกเรียนที่สอดคล้องกับความแตกต่างในกลุ่มผู้เรียน โดยหลักสูตรมหาบัณฑิตทั้งในและต่างประเทศจะมีทั้งหลักสูตรเรียนในเวลาปกติหรือเรียนวันจันทร์ถึงวันศุกร์ทั้งแบบช่วงเวลาทำงาน หรือหลังจากเวลาทำงาน หรือหลักสูตรเรียนวันหยุดสุดสัปดาห์ นอกจากนี้ระยะเวลาการศึกษาต่อปริญญาโทส่วนใหญ่ในประเทศไทยคือ 2 ปี หากในต่างประเทศมีบางหลักสูตรมีระยะเวลาการศึกษาต่อ 1 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาการสอนที่กลุ่มผู้เรียนได้รับแตกต่างกันไป

รูปแบบงานวิจัย

งานวิจัยเป็นส่วนหนึ่งและมีความสำคัญในการศึกษาระดับปริญญาโท จัดว่าเป็นผลผลิตอย่างหนึ่งที่กลุ่มผู้สนใจศึกษาต่อได้รับในการเลือกศึกษาต่อในหลักสูตรมหาบัณฑิตใดๆ ส่วนใหญ่งานวิจัยมีรูปแบบวิทยานิพนธ์หรือสารนิพนธ์ทั้งในและต่างประเทศ นอกจากนี้ยังพบบางหลักสูตรมหาบัณฑิตในต่างประเทศมีงานวิจัยในรูปแบบสอบประมวลผล การฝึกงาน เป็นต้น ที่สร้างผลผลิตให้แก่กลุ่มผู้เรียนปริญญาโทแตกต่างกัน

หลักสูตรสหวิทยาการหรือสหสาขา

เนื่องจากวิศวกรรมอุตสาหกรรมเป็นวิศวกรรมศาสตร์ที่มีความหลากหลายศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง และมีบทบาทในหลากหลายธุรกิจและอุตสาหกรรม ที่มีการใช้องค์ความรู้หลากหลายวิชาเกี่ยวข้อง ไม่จำเพาะสาขาวิชาใดวิชาหนึ่ง พบว่าทั้งในและต่างประเทศมีบางหลักสูตรมหาบัณฑิตเป็นหลักสูตรสหวิทยาการหรือสหสาขา (Interdisciplinary) โดยการผสมผสานศาสตร์ด้านวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ หรืออื่นๆที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่าง หลักสูตรสหสาขาวิชาการจัดการความเสี่ยงและภัยพิบัติ หลักสูตรสหสาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน บัณฑิต

วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ฯ หลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นต้น

หลักสูตรร่วมสถาบัน

หลักสูตรร่วมสถาบันเป็นอีกหนึ่งจุดเด่นที่สามารถเพิ่มตลาดให้กลุ่มผู้เรียนใหม่ได้ โดยทั้งขยายและเปิดโอกาสผู้เรียนสามารถเรียนสองสาขาขึ้นไป โดยใช้เวลาเท่ากับหรือน้อยกว่าการเรียนแยกสาขาเดียว โดยสามารถเป็นปริญญาควบคู่หรือไม่ก็ได้ ซึ่งผู้เรียนอาจได้รับปริญญาจากสถาบันเดียวกันหรือต่างสถาบันก็ได้ขึ้นกับรูปแบบหลักสูตรที่ออกแบบมา ตัวอย่าง หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตการจัดการทางวิศวกรรมของจุฬาลงกรณ์ฯร่วมกับหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัย Warwick ประเทศอังกฤษ ในสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งจากสามตัวเลือก ได้แก่ Engineering Business Management หรือ Supply Chain and Logistics Management หรือ Service Management and Design เป็นต้น

โครงการกลุ่มผู้เรียน

เนื่องจากกลุ่มตลาดผู้เรียนปริญญาโทมีความหลากหลายทั้งกลุ่มผู้เรียนจบใหม่ และกลุ่มผู้เรียนทำงานที่มีประสบการณ์การทำงานแตกต่างกัน ทำให้เกิดหลากหลายความต้องการหลักสูตรมหาบัณฑิตที่สามารถตอบโจทย์กลุ่มผู้เรียนนั้นๆ พบว่าบางหลักสูตรมหาบัณฑิตมีจัดโครงการกลุ่มผู้เรียนที่สามารถตอบโจทย์ความต้องการที่แตกต่างกันของกลุ่มผู้เรียนได้ ตัวอย่าง หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการดำเนินงาน ของมหาวิทยาลัย Berkeley มีโครงการกลุ่มผู้เรียนเชิงเทคนิคและกลุ่มผู้เรียนเชิงการจัดการ เป็นต้น

ค่าเล่าเรียนต่อภาคการศึกษา

ปัจจัยเชิงราคาเป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินใจของลูกค้ำในการเลือกซื้อสินค้าและบริการใดๆ หากเป็นทางการศึกษาค่าเรียนจึงเป็นสิ่งที่กลุ่มผู้ที่สนใจศึกษาต่อพิจารณา ค่าเรียนมีความหลากหลายขึ้นกับรูปแบบหลักสูตรการศึกษาและโครงสร้างมหาวิทยาลัยนั้น ตัวอย่าง หลักสูตรมหาบัณฑิตที่สอนด้วยภาษาอังกฤษจะมีราคาสูงกว่าภาษาไทย หลักสูตรเฉพาะทางของกลุ่มผู้เรียนที่ทำงานหรือช่วงเวลานอกเวลาราชการจะมีราคาสูงกว่าหลักสูตรที่รองรับการเรียนของผู้เรียนในเวลาราชการ ในส่วนหลักสูตรปัจจุบันของกรณีศึกษาจะมี 2 ค่าเรียนที่แตกต่างกันคือ ค่าเรียนถูก 33,500

บาทต่อภาคการศึกษาของหลักสูตรโปรแกรมปกติที่รองรับกลุ่มผู้เรียนในเวลาราชการ และ 63,500 บาทต่อภาคการศึกษาของหลักสูตรโปรแกรมพิเศษที่รองรับกลุ่มผู้เรียนนอกเวลาราชการ เมื่อศึกษาหลักสูตรและคณะอื่นๆของมหาวิทยาลัยครุศึกษา กรณีมีคุณลักษณะดึงดูดเพิ่มขึ้นแก่กลุ่มผู้เรียนตามโครงสร้างคณะและมหาวิทยาลัยสามารถมีค่าเรียนที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 100,000 บาทต่อภาคการศึกษา

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมหรือสาขาที่เกี่ยวข้อง พบว่าหลักสูตรโดยส่วนใหญ่เป็นรูปแบบหลักสูตรครอบครัวหรือเฉพาะทางอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีการสอนเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ที่สามารถรองรับหรือเป็นทางเลือกอย่างใดอย่างหนึ่งการเรียนในเวลาหรือนอกเวลาราชการ เพื่อครอบคลุมกลุ่มตลาดผู้เรียนที่ต้องการเรียนเต็มเวลาและผู้เรียนที่เรียนพร้อมทำงานด้วย การเรียนการสอนมักเป็นการเรียนแบบชั้นเรียน หรือสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบเป็นออนไลน์ได้ ส่วนงานวิจัยมักเป็นวิทยานิพนธ์หรือสารนิพนธ์ ทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นคุณลักษณะพื้นฐานของหลักสูตรมหาบัณฑิตทางวิศวกรรมที่ผู้วิจัยได้ศึกษา ขณะเดียวกันพบบางหลักสูตรสามารถมีคุณลักษณะเพิ่มเติมเพื่อสร้างแรงดึงดูด เพิ่มตลาดกลุ่มผู้เรียน หรือตอบโจทย์กลุ่มตลาดผู้เรียนได้มากขึ้น ได้แก่ หลักสูตรวิทยาการ หลักสูตรร่วมมือต่างสถาบัน และกลุ่มโครงการผู้เรียน เป็นต้น การผสมผสานด้วยคุณลักษณะหรือค่าระดับคุณลักษณะหลักสูตรแตกต่างกันไป ส่งผลให้มีรูปแบบผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหาบัณฑิตที่หลากหลาย และสามารถกำหนดค่าเรียนที่สอดคล้องกับการออกแบบหลักสูตรและโครงสร้างมหาวิทยาลัย เป็นทางเลือกในการตัดสินใจแก่กลุ่มตลาดผู้สนใจศึกษาต่อปริญญาโทในตลาดการศึกษาปัจจุบันได้

3.4 การประเมินหลักสูตรปัจจุบันด้วยเทคนิค SWOT

จากการศึกษารูปแบบหลักสูตรมหาบัณฑิตด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมในสถาบันต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ หลังจากนั้นเป็นระดมความคิดเห็นทั้งจากคณาจารย์และการสัมภาษณ์กลุ่มผู้เรียนเป้าหมายปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม (Focus group) ในประเด็นความสนใจศึกษาต่อและหลักสูตรมหาบัณฑิตที่สนใจ เพื่อเข้าสู่การประเมินหลักสูตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมสาขาครุศึกษาปัจจุบันด้วยเทคนิค SWOT (SWOT Analysis) เพื่อค้นหาจุดเด่นพร้อมทั้งโอกาสที่เป็นไปได้ และพิจารณาจุดอ่อนรวมถึงปัญหาและอุปสรรค หลักสูตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมของสถาบันการศึกษาครุศึกษาปัจจุบันเป็นที่รู้จัก และเป็นหลักสูตรที่ครอบคลุมหลากหลายสาขาทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมพร้อมรองรับกลุ่มผู้เรียนทั้งในและนอกเวลา

ราชการได้ ทำให้เป็นจุดแข็งที่สามารถตอบโจทย์กลุ่มผู้สนใจศึกษาต่อได้ครอบคลุม ขณะเดียวกัน หลักสูตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมมีเพียงหลักสูตรเดียว จึงยังไม่สามารถตอบโจทย์กลุ่มผู้สนใจศึกษาต่อในสาขาเฉพาะทางย่อยของวิศวกรรมอุตสาหกรรมมากนัก ดังนั้นหลักสูตรมหาบัณฑิตปัจจุบันยังไม่สามารถครอบคลุมตลาดกลุ่มตลาดผู้สนใจศึกษาต่อที่ต้องการต่อยอดความสนใจเฉพาะทางจากการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมอุตสาหกรรมหรือต่อยอดความรู้ความเชี่ยวชาญจากสายงานที่มีความสนใจมากขึ้น เนื่องด้วยสถานการณ์ปัจจุบันที่มีปัญหาโควิด-19 และความเปลี่ยนแปลงทางความรู้และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลหลักสูตรมหาบัณฑิตวิศวกรรมอุตสาหกรรมหลากหลายสถาบันการศึกษาทั้งในและต่างประเทศเกิดการปรับตัวทั้งรูปแบบการเรียนการสอนพร้อมทั้งเปิดหลักสูตรมหาบัณฑิตสาขาเฉพาะทางใหม่มากขึ้น โดยหลักสูตรมีเนื้อปรับเปลี่ยนจากความเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีมากขึ้น ตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและบทบาทของข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และปัญญาประดิษฐ์ มีประโยชน์ต่อหลากหลายธุรกิจ เช่น หลักสูตรการจัดการวิเคราะห์ข้อมูลและเทคโนโลยีข้อมูล สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (Nida) หรือความรู้ความสนใจทางการเงิน เช่น หลักสูตรวิศวกรรมทางการเงินของโครงการหลักสูตรร่วมมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (Nida) เป็นต้น

ดังนั้นจากการประเมินข้อมูลข้างต้นด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ SWOT Analysis ของหลักสูตรมหาบัณฑิตวิศวกรรมอุตสาหกรรมปัจจุบัน พบว่าหลักสูตรมีจุดแข็งด้วยรูปแบบหลักสูตรที่ครอบคลุมเนื้อหาหลากหลายแก่ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหรือผสมผสานได้ พร้อมทั้งตอบโจทย์ความต้องการกลุ่มผู้เรียนทั้งในและนอกเวลาราชการ แต่ยังไม่สามารถตอบโจทย์กลุ่มตลาดผู้สนใจศึกษาต่อปริญญาโทในหลักสูตรสาขาเฉพาะทางที่เกี่ยวข้องของวิศวกรรมอุตสาหกรรมมากนัก จึงเป็นจุดอ่อนของหลักสูตรมหาบัณฑิตในปัจจุบัน ส่วนนี้จึงสามารถเป็นอีกหนึ่งคุณลักษณะสำคัญที่สามารถสร้างโอกาสในการพัฒนาหลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่ที่สามารถดึงดูดผู้เรียนเป้าหมายปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมที่สนใจศึกษาต่อปริญญาโทกลุ่มใหม่ให้แก่สถาบันการศึกษาได้ ซึ่งในการพัฒนาหลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่จะต้องมีการวิเคราะห์ถึงอุปสรรคในตลาดหลักสูตรมหาบัณฑิตปัจจุบันที่มีความหลากหลายและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามความรู้และเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์ความแตกต่างในตลาด จึงเป็นสิ่งที่สามารถนำมาศึกษาเพื่อพัฒนาหลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่ประกอบไปด้วย ดังแสดงแผนภาพ SWOT ดังรูปภาพที่ 8



รูปภาพที่ 8 การวิเคราะห์ SWOT ของหลักสูตรมหบัณฑิตปัจจุบัน

3.5 การรวบรวมและคัดเลือกคุณลักษณะที่ใช้ในแบบสอบถาม

สำหรับการคัดเลือกคุณลักษณะและค่าระดับคุณลักษณะของหลักสูตรมหบัณฑิตในการเก็บข้อมูลสำรวจความต้องการหลักสูตรมหบัณฑิตจากกลุ่มผู้เรียนปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยนี้ได้ใช้ส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mix 7Ps) เพื่อคัดเลือกคุณลักษณะที่สามารถครอบคลุมความต้องการของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย รวมถึงการวิเคราะห์ด้านประชากรศาสตร์ (Demographic) และเกณฑ์พฤติกรรมการตัดสินใจเลือกหลักสูตรมหบัณฑิต (Product Behavior) ของแต่ละผู้เรียนในการวิเคราะห์ผล มีรายละเอียดดังนี้

1) เกณฑ์ประชากรศาสตร์ (Demographic)

- เพศ
- การศึกษาระดับปริญญาตรี
- ค่าใช้จ่ายต่อเดือน
- ความสนใจศึกษาต่อปริญญาโท

2) เกณฑ์พฤติกรรมศาสตร์ (Product Behavior) โดยใช้คุณลักษณะที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาปริญญาโทด้วยเทคนิคส่วนประสมทางการตลาด 7Ps ได้ทั้งหมด 6 คุณลักษณะที่มีค่าระดับ (Multilevel Attributes) และ 4 คุณลักษณะที่มีหรือไม่มีค่าระดับ (Optional Attributes) ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 คุณลักษณะของหลักสูตรมหัศจรรย์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

ส่วนประสมทางตลาด	คุณลักษณะ (Attributes) (จำนวนค่าระดับ)	ค่าระดับ (Levels)
ด้านผลิตภัณฑ์ (Product)	1. ภาษาที่ใช้สอน (2)	ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ
	2. สาขาเฉพาะทาง (4)	ระบบโซ่อุปทาน (Supply Chain Systems) ระบบการผลิต (Manufacturing Systems) การวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ (Business Data Analytics) ปัจจัยมนุษย์และกายศาสตร์ (Human Factors & Ergonomics)
	3. รูปแบบงานวิจัย (2)	วิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์
ด้านราคา (Price)	4. ค่าเรียนต่อเทอม (3)	33,500 บาทต่อเทอม 63,500 บาทต่อเทอม 100,000 บาทต่อเทอม
ด้านช่องทางการจัด จำหน่าย (Place)	5. ช่วงเวลาเรียน (2)	ในเวลาราชการ นอกเวลาราชการ
	ด้านกระบวนการ (Process)	6. รูปแบบการสอน (3)
ด้านส่งเสริมการตลาด (Promotion)	7. สหวิทยาคาร	มีหรือไม่มี
	8. ร่วมมือกับสถาบันอื่น	มีหรือไม่มี
ด้านบุคคล (People)	9. ประสบการณ์ทำงาน ผู้สมัคร	มีหรือไม่มี
ด้านลักษณะทาง กายภาพ (Physical)	10. โครงการหลักสูตร	มีหรือไม่มี

3.6 การออกแบบและการวิเคราะห์ผลแบบสอบถาม

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ความต้องการรูปแบบหลักสูตรมหัศจรรย์ใหม่จากความต้องการของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ Choice-Based Conjoint และ Kano Model ดังนั้นการสำรวจความต้องการหลักสูตรมหัศจรรย์จึงจัดเป็นการจำลองรูปแบบ

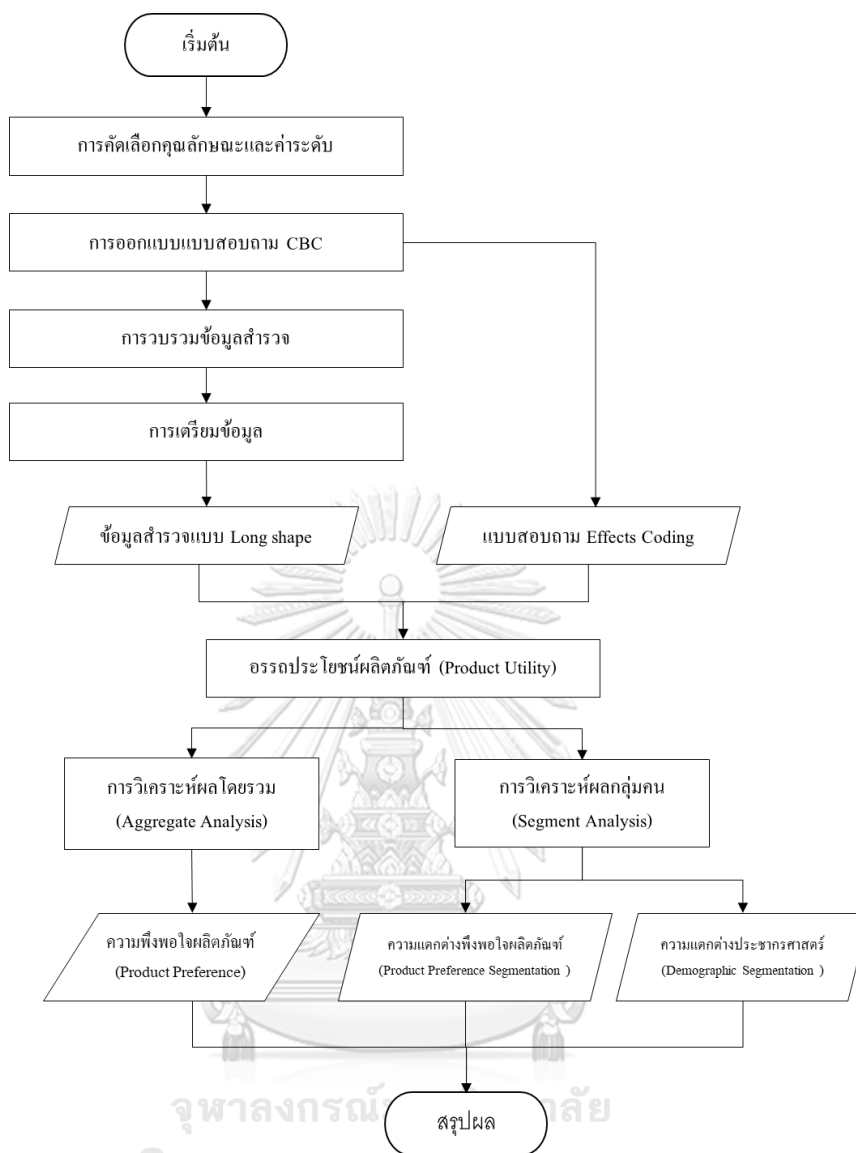
หลักสูตรมหำบัณฑิตสมมติ โดยแบบสอบถามด้วยเทคนิค Choice-Based Conjoint เก็บรวบรวมความพึงพอใจ (Customer Preference) จากผู้ทำแบบสำรวจเลือกรูปแบบผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหำบัณฑิตที่พึงพอใจมากที่สุดเพียง 1 ทางเลือกหรือทางเลือกไม่เลือกตอบ ดังนั้นในแต่ละทางเลือกรูปแบบผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหำบัณฑิตต้องได้รับการตรวจสอบหรือมีความเหมาะสมและสามารถเป็นไปได้ในการออกแบบหลักสูตรมหำบัณฑิต ส่วนแบบสอบถามของ Kano Model เก็บรวบรวมการรับรู้ (Customer Perception) ของผู้ทำแบบสำรวจในคุณลักษณะที่มีหรือไม่มีในหลักสูตรมหำบัณฑิต ในแต่ละทางเลือกตอบหรือคุณลักษณะเป็นตัวแทนของรูปแบบหลักสูตรมหำบัณฑิตสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ขั้นตอนการออกแบบและวิเคราะห์ผลโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.6.1 Choice-Based Conjoint Analysis (CBC)

การมองหาความต้องการผู้เรียนด้วย Choice-Based Conjoint เริ่มต้นจากการออกแบบแบบสอบถามการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) ที่สามารถใช้อธิบายและเรียนรู้พฤติกรรมของชุดคุณลักษณะที่ถูกเลือก เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลความพึงพอใจหลักสูตรมหำบัณฑิตของผู้เรียนทั้งการวิเคราะห์ผลโดยรวม (Overall Analysis) และการวิเคราะห์ผลโดยแบ่งกลุ่ม (Segment Analysis) ดังแสดงแผนผังรูปภาพที่ 9

การออกแบบแบบสอบถาม CBC

การออกแบบแบบสอบถามที่นำมาใช้ใน Choice-based Conjoint ใช้การออกแบบการทดลองแฟกทอเรียลเชิงเศษส่วน (Fractional Factorial Design) เป็นการลดจำนวนการทดลองลงจากแบบการทดลองแฟกทอเรียลแบบเต็มจำนวน (Full Factorial Design) งานวิจัยนี้มีคุณลักษณะในส่วน of Choice-Based Conjoint ทั้งหมด 6 คุณลักษณะ โดยแต่ละคุณลักษณะมีค่าระดับแตกต่างกัน คือ ภาษาที่ใช้สอนมี 2 ระดับ รูปแบบงานวิจัยมี 2 ระดับ ช่วงเวลาเรียนมี 2 ระดับ รูปแบบการสอนมี 3 ระดับ ค่าเรียนมี 3 ระดับ และหลักสูตรเฉพาะทางมี 4 ระดับ ดังตารางที่ 10 ซึ่งเมื่อทำการออกแบบแบบสอบถามด้วยการทดลองแฟกทอเรียลแบบเต็มจำนวน จะได้ผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหำบัณฑิตมากถึง 288 หลักสูตร ซึ่งจำนวนผลิตภัณฑ์มากเกินไปจนยากต่อการพิจารณาของผู้ตอบแบบสอบถาม



รูปภาพที่ 9 แผนภาพการออกแบบและวิเคราะห์ผล CBC

ตารางที่ 10 คุณลักษณะและค่าระดับสำหรับ Choice-based Conjoint

คุณลักษณะ (Attributes)	จำนวน ระดับ	ค่าระดับ (Level)
1. ภาษาที่ใช้สอน	2	ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ
2. สาขาเฉพาะทาง	4	ระบบโซ่อุปทาน (Supply Chain Systems) ระบบการผลิต (Manufacturing Systems)

คุณลักษณะ (Attributes)	จำนวน ระดับ	ค่าระดับ (Level)
		การวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ (Business Data Analytics) ปัจจัยมนุษย์และกายศาสตร์ (Human Factors & Ergonomics)
3. รูปแบบงานวิจัย	2	วิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์
4. ค่าเรียนต่อเทอม	3	33,500 บาทต่อเทอม 63,500 บาทต่อเทอม 100,000 บาทต่อเทอม
5. ช่วงเวลาเรียน	2	ในเวลาราชการ นอกเวลาราชการ
6. รูปแบบการสอน	3	แบบชั้นเรียน แบบออนไลน์ แบบผสมผสาน

ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม R ในการออกแบบ Choice-Based Conjoint ด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลอง โดยโปรแกรม R เป็นโปรแกรม Open Source ที่ไม่มีค่าใช้จ่าย สามารถใช้งานในการออกแบบหรือวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ แพ็คเกจ (Package) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ idfix เป็นแพ็คเกจใช้ในการออกแบบแบบจำลองแบบทางเลือก (Discrete Choice Experiments) ถูกพัฒนาโดย Frits Traets ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามด้วยคำสั่ง CEA ในการหาทางเลือกจากการออกแบบแบบ Full Factorial Design ด้วยการเปลี่ยนค่าระดับแต่ละคุณลักษณะ เพื่อลดค่า DB-error ทำซ้ำจนถึงค่าจำกัดของคำสั่ง (Traets et al., 2020) ในการสร้างแบบสอบถามจะใช้การลงรหัสแทนค่าตัวแปรอิสระเชิงกลุ่ม (Categorical Variable) ที่นิยม 2 รูปแบบ คือ การลงรหัสแบบดัมมี่ หรือการลงรหัสแบบอิทธิพล (Effect coding) เพื่อสามารถวิเคราะห์การถดถอยได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้ (ฉัตรศิริ, 2549)

การลงรหัสแบบดัมมี่ (Dummy Coding)

เป็นการลงรหัสเพื่อพิจารณาถึงกลุ่มอ้างอิง หรือในการออกแบบการทดลอง กลุ่มควบคุมคือกลุ่มอ้างอิง ทำให้เกิดตัวแปรใหม่ที่มีค่า 0 หรือ 1 ตัวแปรจะแทนตัวแปรค่าระดับของคุณลักษณะตัว

แปรเติม หลักในการลงรหัสคัมมีนั้น จะต้องสร้างจำนวนตัวแปรเท่ากับ $k-1$ ตัว เมื่อ k คือจำนวนกลุ่มของตัวแปร ส่วนที่เหลือ 1 กลุ่มคือกลุ่มอ้างอิง ดังนั้นแบบสำรวจที่ใช้การลงรหัสคัมมี สามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทางเลือกผลิตภัณฑ์ฐาน (Baseline Alternative) หรือ ผลิตภัณฑ์ปัจจุบันกับทางเลือกผลิตภัณฑ์ใหม่ได้

การลงรหัสแบบอิทธิพล (Effect coding)

การลงรหัสแบบอิทธิพลหรือ Effect coding จะคล้ายกับการลงรหัสคัมมี เพียงแต่ในกลุ่มอ้างอิงนั้น การลงรหัสคัมมี จะให้ค่าเป็น 0 ในทุกๆ ตัวแปรฐาน แต่ในขณะที่การลงรหัสแบบอิทธิพลจะให้ค่าเป็น -1 ทุกๆ ตัวแปรฐาน ดังนั้นผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทุกทางเลือกผลิตภัณฑ์แต่ละกลุ่มกับค่าเฉลี่ยรวมทุกทางเลือกผลิตภัณฑ์

งานวิจัยนี้ใช้ Choice-Based Conjoint Analysis ในการสำรวจความต้องการจากทางเลือกในแบบสำรวจที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ทั้งหมด ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การลงรหัสแบบอิทธิพลสามารถแปลงเป็นค่าระดับในแต่ละคุณลักษณะได้ดังตารางที่ 11 เพื่อสามารถวัดความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าอรรถประโยชน์ในแต่ละค่าระดับคุณลักษณะ ตัวอย่างแบบสอบถาม Choice-Based Conjoint ข้อ 1 และ 2 ผลลัพธ์ที่ได้จากแพ็คเกจ *idifix* รูปภาพที่ 10 การแปลงความหมาย ตัวอย่าง กำหนดคุณลักษณะภาษาที่ใช้สอนคือ Var1 ช่วงเวลาเรียนคือ Var2 งานวิจัยคือ Var3 รูปแบบการสอนคือ Var4 หลักสูตรเฉพาะทางคือ Var5 และค่าเรียนคือ Var6 จึงมีค่าระดับเป็น 2,2,2,3,4 และ 3 ตามลำดับจากรูปคำถามที่ 1 ทางเลือกที่ 1 (set1.alt1) ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์หลักสูตรคุณลักษณะที่ค่าระดับ 2,2,2,2,2 ในแต่ละคุณลักษณะที่กำหนดและทางเลือกไม่เลือกตอบ (alt5.cte) ในขณะที่คำถามที่ 1 ทางเลือกที่ 2 (set1.alt2) ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์หลักสูตรคุณลักษณะที่ค่าระดับ 1,2,1,2,1,4 ในแต่ละคุณลักษณะที่กำหนดตามลำดับและทางเลือกไม่เลือกตอบ (alt5.cte) เป็นต้น

ตารางที่ 11 การแปลงค่าระดับคุณลักษณะด้วย Effect coding

จำนวนค่าระดับ	2 ระดับ	3 ระดับ		4 ระดับ		
	β_1	β_1	β_2	β_1	β_2	β_3
ค่าระดับที่ 1	1	1	0	1	0	0
ค่าระดับที่ 2	-1	0	1	0	1	0
ค่าระดับที่ 3		-1	-1	0	0	1
ค่าระดับที่ 4				-1	-1	-1

	alt5.cte	Var11	Var21	Var31	Var41	Var42	Var51	Var52	Var53	Var61	Var62
set1.alt1	0	-1	-1	-1	0	1	0	1	0	0	1
set1.alt2	0	1	-1	1	0	1	1	0	0	-1	-1
set1.alt3	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0
set1.alt4	0	-1	-1	-1	1	0	0	0	1	-1	-1
no.choice	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
set2.alt1	0	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	-1	-1	-1
set2.alt2	0	-1	-1	-1	1	0	-1	-1	-1	0	1
set2.alt3	0	-1	1	1	0	1	0	1	0	1	0
set2.alt4	0	1	1	1	1	0	0	0	1	-1	-1
no.choice	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปภาพที่ 10 ตัวอย่างแบบสอบถาม CBC จากแฟ้มเก็บ idfix โปรแกรม R

ความพึงพอใจผู้เรียนต่อรูปแบบหลักสูตรมหัพัตตด้วย CBC

เนื่องจากข้อมูลเก็บรวบรวมด้วยโปรแกรม Google Form จะมีการวิเคราะห์ผลด้วยสถิติพื้นฐาน จึงไม่สามารถวิเคราะห์ผลจาก Choice-based Conjoint ที่ถูกต้องได้ งานวิจัยนี้จึงใช้โปรแกรม R ในการวิเคราะห์ผล โดยข้อมูลที่ได้รับจาก Google form จะอยู่ในรูปแบบ Wide Format กล่าวคือเป็นข้อมูลที่ทางเลือกทั้งหมดอยู่ในแถวเดียวกัน โดยแต่ละแถวคือข้อมูลรายบุคคลที่เลือกตอบทางเลือกทั้งหมด มาทำการแปลงข้อมูลในรูปแบบ Long Format ที่มีข้อมูล 0 และ 1 ในแต่ละทางเลือกตอบ

การวิเคราะห์ผลแบบสอบถาม Choice-based Conjoint ด้วยการวิเคราะห์แบบ Conditional Logit Model ใช้คำสั่ง clogit แฟ้มเก็บ idfix เป็นการประมาณค่าของ Logistic Regression ด้วยความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) โดยผลลัพธ์ที่ได้คือค่าอรรถประโยชน์ (Utility หรือ Part-worth) หรือค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่มีรูปแบบสมการ (35) และสามารถเอาไปคำนวณค่าความสำคัญ (Importance Score) ของคุณลักษณะด้วยสมการ (14)

$$V_a = \beta_{SCS}X_{SCS} + \beta_{MS}X_{MS} + \beta_{BDA}X_{BDA} + \beta_{HFE}X_{HFE} + \beta_{Thai}X_{Thai} + \beta_{Eng}X_{Eng} + \beta_{Full}X_{Full} + \beta_{Part}X_{Part} + \beta_{Thesis}X_{Thesis} + \beta_{IS}X_{IS} + \beta_{class}X_{class} + \beta_{Online}X_{Online} + \beta_{Hybrid}X_{Hybrid} + \beta_{33.5K}X_{33.5K} + \beta_{63.5K}X_{63.5K} + \beta_{100K}X_{100K} \quad (35)$$

โดยที่ V_a คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของรูปแบบการวิเคราะห์ a
 β_i คือ สัมประสิทธิ์ของค่าระดับแต่ละคุณลักษณะ i
 X_i คือ ตัวแปรอิสระของค่าระดับแต่ละคุณลักษณะ i

และรายละเอียดของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่เกี่ยวกับค่าระดับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ i

- All คือ รูปแบบการวิเคราะห์โดยรวม (Overall Analysis)
- Segment คือ รูปแบบการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มของกลุ่มที่ m (Segment Analysis)
- MS คือ หลักสูตรเฉพาะทางค่าระดับระบบการผลิต (Manufacturing System)
- BDA คือ หลักสูตรเฉพาะทางค่าระดับการวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ (Business Data Analytics)
- HFE คือ หลักสูตรเฉพาะทางค่าระดับปัจจัยมนุษย์และกายศาสตร์
(Human Factors & Ergonomics)
- SCS คือ หลักสูตรเฉพาะทางค่าระดับระบบโซ่อุปทาน (Supply Chain System)
- Thai คือ ภาษาที่ใช้สอนที่มีค่าระดับภาษาไทย
- Eng คือ ภาษาที่ใช้สอนที่มีค่าระดับภาษาอังกฤษ
- Full คือ ช่วงเวลาเรียนที่มีค่าระดับเรียนในเวลาราชการ
- Part คือ ช่วงเวลาเรียนที่มีค่าระดับเรียนนอกเวลาราชการ
- Thesis คือ รูปแบบงานวิจัยที่มีค่าระดับวิทยานิพนธ์
- IS คือ รูปแบบงานวิจัยที่มีค่าระดับสารนิพนธ์
- Class คือ รูปแบบการสอนที่มีค่าระดับชั้นเรียน
- Online คือ รูปแบบการสอนที่มีค่าระดับออนไลน์
- Hybrid คือ รูปแบบการสอนที่มีค่าระดับผสมผสาน
- 33.5K คือ ค่าเรียนที่มีค่าระดับ 33,500 บาทต่อภาคการศึกษา
- 63.5K คือ ค่าเรียนที่มีค่าระดับ 63,500 บาทต่อภาคการศึกษา
- 100K คือ ค่าเรียนที่มีค่าระดับ 100,000 บาทต่อภาคการศึกษา

การแบ่งกลุ่มผู้เรียน (Customer Segmentation)

การพิจารณาจำนวนกลุ่มผู้เรียน (Segment) ที่มีความชื่นชอบแฝงในค่าระดับของคุณลักษณะหลักสูตรมหำบัณฑิตที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มจากการเลือกตอบจากแบบสำรวจด้วยการแบ่งกลุ่มแฝงหรือ Latent Class Analysis เพื่อวิเคราะห์จำนวนกลุ่มผู้เรียนที่มีสมาชิกผู้เรียนในกลุ่มที่มีความพึงพอใจในทางเลือกผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหำบัณฑิตที่มีความคล้ายคลึงกันจากภายใต้การเลือกตอบแบบสำรวจ ถัดจากนั้นแต่ละกลุ่มผู้เรียนเข้าสู่การวิเคราะห์ความพึงพอใจในหลักสูตรมหำบัณฑิตแบบใดด้วยเทคนิค Choice-Based Conjoint Analysis การแบ่งกลุ่มแฝงนี้จึงจัดเป็นการแบ่งกลุ่มกลุ่มผู้เรียนที่พิจารณาจากความแตกต่างพฤติกรรม (Product Behavior Segmentation) ของการตัดสินใจเลือกเรียนหลักสูตรมหำบัณฑิต นอกจากนี้เป็นการศึกษาข้อมูลประชากรศาสตร์ (Demographic Segmentation) ของแต่ละกลุ่มที่เกิดจากการแบ่งกลุ่มด้านความแตกต่างพฤติกรรมควบคู่ เพื่อสามารถเข้าใจกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายในแต่ละรูปแบบหลักสูตรมหำบัณฑิตได้มากขึ้น

จำนวนกลุ่มผู้เรียนจากการวิเคราะห์ด้วย Latent Class Analysis ผู้วิจัยได้เลือกใช้แพ็คเกจ poLCA พัฒนาโดย Drew A. Linzer และ Jeffrey B. Lewis โดยพิจารณาค่า Akaike's Information Criterion หรือ AIC และ Bayesian Information Criterion หรือ BIC ที่มีค่าต่ำ พร้อมพิจารณาค่า Maximum Likelihood Function หรือ Log-Likelihood (MLF) แสดงความเหมาะสมของแบบจำลองจากการใช้ตัวแปรในการวิเคราะห์ (Number of Parameters) ที่มีจำนวนน้อย (Linzer & Lewis, 2011)

3.6.2 Kano Model (KM)

การออกแบบแบบสอบถาม KM

แบบสอบถาม Kano Model ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลความรู้ในคุณลักษณะของหลักสูตรมหำบัณฑิตจากกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย โดยลักษณะคำถามของ Kano Model ประกอบด้วยคำถามการรับรู้ของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายถ้าหลักสูตรมหำบัณฑิตใหม่มีคุณลักษณะนั้น (Positive Question) และคำถามการรับรู้ของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายถ้าหลักสูตรมหำบัณฑิตใหม่ไม่มีคุณลักษณะนั้น (Negative Question) โดยกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายมี 5 ทางเลือกเกี่ยวกับความรู้สึกของผู้ตอบแบบสอบถามในหลักสูตรมหำบัณฑิตที่มีหรือไม่มีคุณลักษณะนั้นคือ ชอบ ควรมี เฉย รับได้ และไม่ชอบ โดยงานวิจัยนี้ใช้คุณลักษณะไม่มีค่าระดับหรือคุณลักษณะทางเลือกของหลักสูตรมหำบัณฑิต มีทั้งหมด

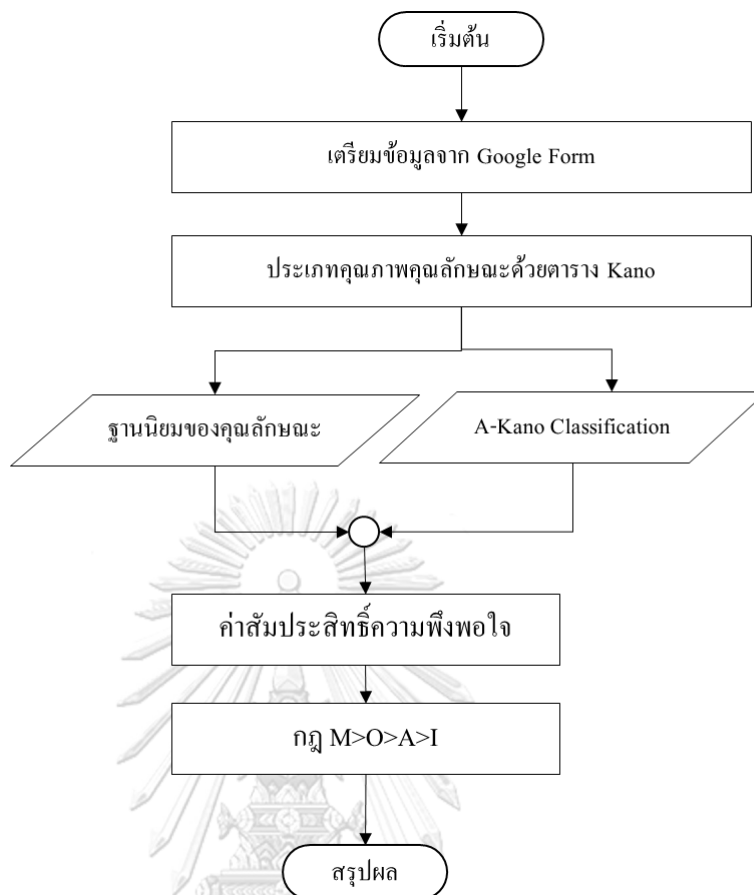
4 คุณลักษณะ คือ เกณฑ์ผู้สมัครมีประสบการณ์การทำงาน หลักสูตรร่วมมือกับสถาบันอื่น หลักสูตรสหวิทยาการ และโครงการผู้เรียน ดังแสดงได้ในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 คุณลักษณะที่ใช้ใน Kano Model

คุณลักษณะ (Attribute)	หน้าที่คาโน (Function)	รายละเอียดในคำถาม		
			ชอบ	ไม่ชอบ
1. ประสบการณ์การทำงานผู้สมัคร	Positive	มีประสบการณ์การทำงาน	_____	_____
	Negative	ไม่มีประสบการณ์การทำงาน		
2. ร่วมมือกับสถาบันอื่น	Positive	หลักสูตรร่วมกับสถาบันอื่น	_____	_____
	Negative	ไม่เป็นหลักสูตรร่วมกับสถาบันอื่น		
3. โครงการผู้เรียน	Positive	มีโครงการผู้เรียน	_____	_____
	Negative	ไม่มีโครงการผู้เรียน		
4. สหวิทยาการ	Positive	เป็นสหวิทยาการ	_____	_____
	Negative	ไม่เป็นสหวิทยาการ		

ความรับรู้ของผู้เรียนต่อคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ด้วย KM

การวิเคราะห์ผลของ Kano Model เป็นการประยุกต์ใช้ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel จากข้อมูลที่ได้รับมาจาก Google Form การสรุปประเด็นประเภทคุณลักษณะด้วยแบบจำลองคาโนได้ 2 รูปแบบ คือ อย่างแรกใช้สถิติพื้นฐานด้วยจำนวนข้อมูลที่มีจำนวนเยอะที่สุดโดยใช้หลักการฐานนิยม (Mode) สามารถสรุปความต้องการของผู้เรียน โดยค่าฐานนิยมแต่ละคุณลักษณะจะถูกจัดอยู่ในประเภท Attractive One-dimensional Must-be Indifference หรือ Reverse และทำการพล็อตกราฟ A-Kano Classification ที่มาจากการคำนวณค่าระดับความไม่พึงพอใจ (DI) และค่าระดับความพึงพอใจ (SI) ในการพิจารณาประเภทคุณภาพของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ หากต้องการพิจารณาลำดับความสำคัญคุณลักษณะนั้น สามารถคำนวณสัมประสิทธิ์ความพึงพอใจ (CSI) หรือใช้กฎ $M > O > A > I$ เพื่อพิจารณาลำดับความสำคัญของคุณลักษณะต่างๆ ที่ควรมีในผลิตภัณฑ์ แสดงรายละเอียดดังแผนภาพที่ 11



รูปภาพที่ 11 แผนภาพการออกแบบและวิเคราะห์ผล KM

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 การสำรวจข้อมูล

ในแบบสอบถามที่ใช้สำรวจความต้องการหลักสูตรมหัศจรรย์จากกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย วิทยาลัยวิศวกรรมอุตสาหกรรมและสาขาที่เกี่ยวข้องใช้โปรแกรม Google Form ดังรูปภาพที่ 12 เก็บสำรวจข้อมูลรูปแบบออนไลน์ผ่านผู้เรียนกำลังศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมอุตสาหกรรมและสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องจากมหาวิทยาลัยต่างๆ ในประเทศไทย ผ่านทางเครือข่ายสังคมออนไลน์ เช่น เฟซบุ๊ก (Facebook) พันทิป (Pantip.com) และบุคคลใกล้ชิด เป็นต้น

Section 1 of 6

แบบสำรวจความต้องการหลักสูตรปริญญาโทของผู้เรียนปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์

แบบสำรวจนี้จำลองหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตใหม่ โดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis) และแบบจำลองคานาโน (Kano's Model)

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป
 ตอนที่ 2 ข้อมูลความสนใจศึกษาต่อปริญญาโทวิศวกรรมศาสตร์
 ตอนที่ 3 หลักสูตรมหาบัณฑิตด้วยวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis)
 ตอนที่ 4 หลักสูตรมหาบัณฑิตด้วยแบบจำลองคานาโน (Kano's Model)

CHULALONGKORN UNIVERSITY
 รูปภาพที่ 12 ตัวอย่างแบบสำรวจออนไลน์ Google Form

4.2 การเก็บข้อมูล

เนื่องจากหลักสูตรบัณฑิตวิศวกรรมศาสตรสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมมี 98 หลักสูตรจากมหาวิทยาลัย 26 แห่งในประเทศไทย (TCAS, 2565) และวิศวกรรมสาขาอื่นที่สามารถต่อยอดในหลักสูตรมหัศจรรย์วิศวกรรมอุตสาหกรรม เช่น ระบบการผลิต เครื่องกล คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า เคมี เป็นต้น ทางผู้วิจัยจึงทำการสำรวจโดยใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ เก็บแบบสอบถามจำนวนทั้งหมด 110 ตัวอย่าง โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่กุมภาพันธ์ 2565 ถึง เมษายน 2565 ระยะเวลา 3 เดือนผู้วิจัยใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Johnson (Orme, 2006) สำหรับขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการ

วิเคราะห์โดยวิธีการแบบจำลองทางเลือก (Discrete Choice Experiment) โดยการประมาณด้วยความเชื่อมั่น 95% และค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5% ดังสมการ

$$n \geq 500 \frac{l}{J*s} \quad (36)$$

โดยที่ n คือ ขนาดตัวอย่าง
 l คือ จำนวนระดับ (Levels) จากคุณลักษณะ (Attributes) ที่มีระดับมากที่สุด
 J คือ จำนวนทางเลือก (Alternatives) ในชุดทางเลือก ไม่นับทางเลือกไม่เลือกตอบ
 S คือ จำนวนชุดทางเลือกที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องตอบ

จากแบบสอบถาม 12 คำถาม แต่ละคำถามมี 4 ทางเลือกและ 1 ทางเลือกแบบไม่เลือกตอบ (ไม่มีทางเลือกที่พึงพอใจ) ได้ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำ

$$n \geq 500 \frac{4}{4*12} \geq 42 \text{ ตัวอย่าง} \quad (37)$$

ดังนั้นขนาดตัวอย่างในการสำรวจต้องไม่ต่ำกว่า 42 ตัวอย่าง เพื่อการวิเคราะห์ที่เหมาะสม โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สำรวจตัวอย่างทั้งสิ้น 110 ตัวอย่างจากนักเรียนเป้าหมายปริญญาตรีมหาวิทยาลัยต่างๆ ในประเทศไทย

4.3 ข้อมูลจากการสำรวจ

4.3.1 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้
 ตารางที่ 13 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์

ลักษณะด้านประชากรศาสตร์	ความถี่ (จำนวนคน)	อัตราร้อยละ (เปอร์เซ็นต์)
เพศ		
ชาย	72	65%
หญิง	38	35%
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือน		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	14	13%
5,000 ถึง 15,000 บาท	69	63%

ลักษณะด้านประชากรศาสตร์	ความถี่ (จำนวนคน)	อัตราร้อยละ (เปอร์เซ็นต์)
มากกว่า 15,000 บาท	27	25%
ภาษาของหลักสูตร		
ภาษาไทย	107	97%
ภาษาอังกฤษ	3	3%
วิศวกรรมสาขาวิชา		
อุตสาหกรรม	88	87%
ระบบการผลิต	2	2%
เครื่องกล	2	2%
สารสนเทศและการสื่อสาร	2	2%
เคมี	2	2%
ไฟฟ้า	1	1%
คอมพิวเตอร์	1	1%
ระบบเครื่องมือวัด	1	1%
โลจิสติกส์	1	1%
สิ่งแวดล้อม	1	1%
มหาวิทยาลัยที่กำลังศึกษา		
จุฬาลงกรณ์	67	61%
นเรศวร	20	18%
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ	9	8%
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	3	3%
ราชภัฏสงขลานครินทร์	3	3%
เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	2	2%
เทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	1	1%
เทคโนโลยีสุรนารี	1	1%
ธรรมศาสตร์	1	1%
บูรพา	1	1%
สงขลานครินทร์	1	1%
อัสสัมชัญ	1	1%

4.1.1 ข้อมูลความสนใจศึกษาต่อปริญญาโทของบัณฑิตของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้

ตารางที่ 14 ข้อมูลความสนใจศึกษาต่อปริญญาโทบัณฑิต

กิจกรรม	ความถี่ (จำนวนคน)	อัตราร้อยละ (เปอร์เซ็นต์)
ความสนใจศึกษาต่อปริญญาโทหลังสำเร็จการศึกษาปริญญาตรี		
สนใจศึกษาต่อทันที	20	18%
ต้องการทำงานก่อน	84	76%
ไม่สนใจศึกษาต่อ	6	5%
ระยะเวลาหลังสำเร็จการศึกษาที่คาดว่าจะศึกษาต่อปริญญาโท		
หลังจากทำงาน 1-2 ปี	44	52%
หลังจากทำงาน 3-5 ปี	36	43%
มากกว่า 5 ปี	4	5%
หลักสูตรปริญญาโทสาขาอื่นๆ ที่สนใจ		
บริหารธุรกิจ (MBA)	20	35%
การเงิน (MIF)	8	14%
การจัดการและการบริหาร	7	12%
วิทยาศาสตร์ข้อมูล	7	12%
การวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ	6	11%
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	2	4%
เศรษฐศาสตร์	2	4%
การจัดการทางวิศวกรรม	1	2%
สิ่งแวดล้อม	1	2%
คณิตศาสตร์	1	2%

จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 13 พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูล กลุ่มผู้เรียนปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์พิเศษร้อยละ 65 และพิเศษร้อยละ 35 กำลังศึกษาปริญญาตรีสาขากรณีศึกษา วิศวกรรมอุตสาหกรรมโดยตรงคิดเป็นร้อยละ 87 และสาขาอื่นๆที่สามารถศึกษาต่อปริญญาโท บัณฑิตวิศวกรรมอุตสาหกรรมได้คิดเป็นร้อยละ 13 ได้แก่ ระบบการผลิต เครื่องกล ไฟฟ้า

คอมพิวเตอร์ สารสนเทศและการสื่อสาร ระบบเครื่องมือวัด โลจิสติกส์ และสิ่งแวดล้อม จากมหาวิทยาลัยทั้งหมด 12 มหาวิทยาลัย ได้แก่ มหาวิทยาลัยกรณีศึกษาคิดเป็นร้อยละ 61 และมหาวิทยาลัยอื่นๆ ร้อยละ 39 โดยส่วนใหญ่กำลังศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรการสอนภาษาไทย ร้อยละ 97 และภาษาอังกฤษร้อยละ 3 มีค่าใช้จ่ายต่อเดือนระดับกลางอยู่ที่ 5,000 บาท ถึง 15,000 บาท ต่อเดือนคิดเป็นร้อยละ 63 ลำดับถัดมาค่าใช้จ่ายมากกว่า 15,000 บาทคิดเป็นร้อยละ 25 และต่ำกว่า 5,000 บาทคิดเป็นร้อยละ 13

เมื่อพิจารณาถึงความสนใจหรือวางแผนการศึกษาต่อปริญญาโทของกลุ่มผู้เรียนปริญญาตรี จากตารางที่ 10 ส่วนใหญ่วางแผนไว้หลังจากทำงานคิดเป็นร้อยละ 76 รองลงมาต้องการศึกษาต่อหลังจบปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 18 และไม่สนใจศึกษาต่อปริญญาโทคิดเป็นร้อยละ 5 ในกลุ่มตัวอย่างวางแผนศึกษาต่อปริญญาโทหลังจากทำงานส่วนใหญ่คาดการณ์หลังจากทำงาน 1-2 ปีคิดเป็นร้อยละ 52 ลำดับถัดมาคือหลังจากทำงาน 3-5 ปีคิดเป็นร้อยละ 43 และหลังจากทำงานมากกว่า 5 ปีคิดเป็นร้อยละ 5 นอกเหนือจากหลักสูตรปริญญาโทสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมแล้ว หลักสูตรปริญญาโทสาขาหรืออื่นๆที่ผู้เรียนสนใจและเป็นทางเลือกในการตัดสินใจศึกษาต่อปริญญาโทคือ หลักสูตรด้านการบริหารธุรกิจร้อยละ 35 การเงินคิดเป็นร้อยละ 14 การบริหารและการจัดการร้อยละ 12 หลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ข้อมูลร้อยละ 12 การวิเคราะห์ข้อมูลหรือธุรกิจคิดเป็นร้อยละ 12 ด้านวิศวกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์ แบ่งเป็นหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ร้อยละ 2 วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมคิดเป็นร้อยละ 1 การบริหารการจัดการวิศวกรรมร้อยละ 1 และอื่นๆ เศรษฐศาสตร์ร้อยละ 2 และสาขาคณิตศาสตร์ร้อยละ 1 ตามลำดับ

ดังนั้นจากผลการสำรวจโดยรวมสรุปข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ได้ว่ากลุ่มผู้เรียนที่นำมาวิเคราะห์คือกลุ่มผู้เรียนกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและมหาวิทยาลัยกรณีศึกษา ส่วนใหญ่การเรียนของระดับปริญญาตรีที่กำลังศึกษาสอนด้วยภาษาไทย มีค่าใช้จ่ายต่อเดือนอยู่ในระดับกลาง และกลุ่มผู้เรียนที่สำรวจมาวางแผนการศึกษาต่อปริญญาโทโดยต้องการทำงานก่อนศึกษาต่อปริญญาโทโดยวางแผนหลังจากทำงาน 1-2 ปี

4.2 การวิเคราะห์ผล

เมื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่ตรวจสอบแล้ว ขั้นตอนลำดับถัดมาคือการวิเคราะห์ผลโดยรวม (Overall Analysis) ของแบบสอบถาม Choice Based Conjoint และ Kano Model และแบ่งกลุ่มผู้เรียน

(Customer Segmentation) เพื่อวิเคราะห์ความชื่นชอบที่แตกต่างกันของกลุ่มผู้เรียน โดยใช้ Latent Class Analysis จากข้อมูลส่วน Choice Based Conjoint โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

4.2.1 การวิเคราะห์ผลด้วย Choice Based Conjoint (CBC)

สำหรับการวิเคราะห์ของ Choice Based Conjoint (CBC) งานวิจัยนี้เปรียบเสมือนวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการจากความพึงพอใจของลูกค้าโดยใช้แบบสอบถาม จึงเป็นการวิเคราะห์ความพึงพอใจรูปแบบหลักสูตรมหานิติของวิศวกรรมอุตสาหกรรมในคุณลักษณะ (Attributes) และค่าระดับ (Levels) ของคุณลักษณะแต่ละรูปแบบมีผลต่อความพึงพอใจหรือการตัดสินใจผู้เรียนปริญญาตรีในการเลือกศึกษาต่อปริญญาโทอย่างไรบ้าง โดยใช้ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามตอบทางเลือกที่ชื่นชอบหรือไม่เลือกตอบแต่ละคำถามของแบบสอบถามส่วน Choice Based Conjoint มาวิเคราะห์ด้วย Conditional Logit Model เพื่อได้ค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละค่าระดับในคุณลักษณะหนึ่ง โดยมีรูปแบบการวิเคราะห์ทั้งโดยรวม (Overall) และการวิเคราะห์จากกลุ่มผู้เรียน (Customer Segmentation) ที่ผ่านการแบ่งกลุ่มด้วยเทคนิค Latent Class Analysis มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1.1 การวิเคราะห์ผล CBC โดยรวม (Overall Analysis)

สำหรับค่าวอลด์ (Wald statistic) เป็นการทดสอบสมมติฐานที่กำหนดให้ ดังนี้

H_0 : ตัวแปรทำนายไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง Odd Ratio

H_1 : ตัวแปรทำนายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง Odd Ratio

จากสมมติฐานของสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองตามตารางที่ 15 เมื่อพิจารณาค่าสถิติสัดส่วนความเป็นไปได้ (Likelihood Ratio Index) เท่ากับ 369.3 และค่า P-Value เท่ากับ $2e-16$ สำหรับค่าสถิติวอลด์มีค่าเท่ากับ 328.7 และค่า P-Value เท่ากับ $2e-16$ ซึ่งสรุปได้ว่า ปฏิเสธ H_0 นั้นหมายความว่าตัวแปรทำนายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง Odd Ratio อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งหมายความว่าสามารถนำค่าดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ผลต่อไปได้

ตารางที่ 15 ค่าสถิติผลแบบจำลองการวิเคราะห์ CBC โดยรวม

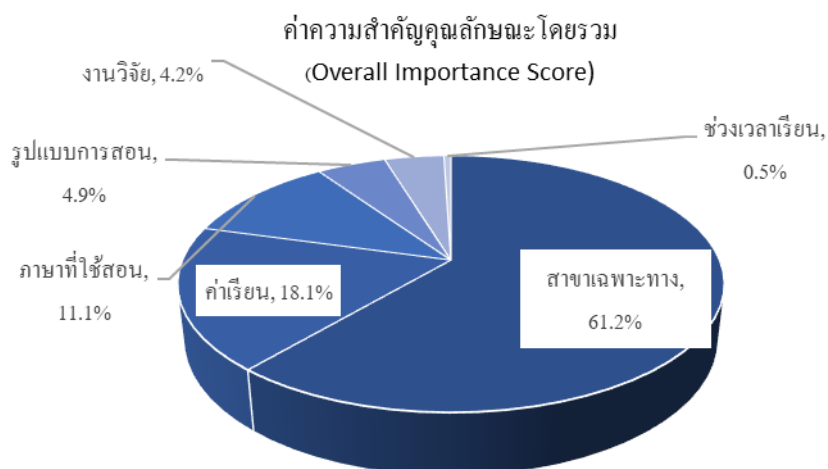
ค่าสถิติ		P-value
Likelihood Ratio	369.3	<2e-16
Wald	328.7	<2e-16

การวิเคราะห์ความพึงพอใจผลิตภัณฑ์

ในส่วนของความพึงพอใจรูปแบบหลักสูตรมหบัณฑิตจากผู้เรียนปริญญาตรีโดยรวมทั้งหมด 104 คนที่มีความสนใจศึกษาต่อปริญญาโท เมื่อพิจารณาความพึงพอใจจากคะแนนความสำคัญ (Importance Score) ของคุณลักษณะ ดังแสดงตารางที่ 16 และรูปภาพที่ 13 ของคุณลักษณะหลักสูตรมหบัณฑิตพบว่า คนส่วนใหญ่พิจารณาคคุณลักษณะด้านสาขาเฉพาะทางเป็นอย่างมากคิดเป็นร้อยละ 61.3 ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเรียนต่อปริญญาโทในหลักสูตรมหบัณฑิตใดๆ และให้ความสำคัญต่อบัณฑิตด้านราคา คือ ค่าเรียน คิดเป็นร้อยละ 18.1 เป็นลำดับถัดมา ภาษาที่ใช้สอนก็มีความสำคัญคิดเป็นร้อยละ 11.1 นอกจากนั้นคือ รูปแบบการสอน รูปแบบงานวิจัย และช่วงเวลาเรียน คิดเป็นร้อยละ 4.9, 4.2 และ 0.5 ตามลำดับในการตัดสินใจเลือกเรียนหลักสูตรมหบัณฑิตที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 16 ค่าความสำคัญคุณลักษณะโดยรวม (Overall)

คุณลักษณะ	ลำดับความสำคัญ	ค่าความสำคัญ
สาขาเฉพาะทาง	1	61.3%
ค่าเรียน	2	18.1%
ภาษาที่ใช้สอน	3	11.1%
รูปแบบการสอน	4	4.9%
รูปแบบงานวิจัย	5	4.2%
ช่วงเวลาเรียน	6	0.5%



รูปภาพที่ 13 ค่าความสำคัญคุณลักษณะหลักสูตรโดยรวม (Overall)

เมื่อเราทราบถึงคะแนนความสำคัญ หรือ Importance Score ของคุณลักษณะเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นจึงมาวิเคราะห์อัตราประโยชน์ หรือ Utility ในแต่ละค่าระดับของคุณลักษณะแสดงในตารางที่ 17 และรูปภาพที่ 14 ในหนึ่งคุณลักษณะค่าระดับที่มีค่าอัตราประโยชน์สูงกว่าแสดงว่าความชื่นชอบมากกว่าค่าระดับที่มีค่าอัตราประโยชน์ต่ำกว่า หรือค่าระดับที่ค่าอัตราประโยชน์ติดลบแสดงผลในทางตรงกันข้ามกับค่าความชื่นชอบของค่าระดับเป็นบวกได้เช่นกัน จากผลการวิเคราะห์ลำดับคะแนนความสำคัญอันดับแรกในคุณลักษณะหลักสูตรเฉพาะทาง พบว่าคนส่วนใหญ่มีความชื่นชอบหลักสูตรเฉพาะทางการวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ (Business Data Analytics) มากที่สุด รองลงมาคือระบบโซ่อุปทาน (Supply Chain Systems) ระบบการผลิต (Manufacturing Systems) และปัจจัยมนุษย์และการยศาสตร์ (Human Factor & Ergonomics) ตามลำดับ คุณลักษณะถัดมาคือค่าเรียน เป็นปัจจัยด้านราคา พบว่าหากค่าเรียนสูงถึง 100,000 บาทต่อภาคการศึกษาเป็นราคาที่สูงเกินไปหรืออาจมีผลให้ผู้เรียนไม่มีความสนใจศึกษาต่อในหลักสูตรดังกล่าว แต่ในขณะเดียวกันสามารถยอมรับค่าเรียน 63,500 บาทต่อภาคการศึกษาได้หากหลักสูตรควบคุมภาษาที่ใช้สอนแบบภาษาอังกฤษตามลักษณะการออกแบบหลักสูตรข้างต้น ดังนั้นค่าเรียน 33,500 บาทต่อภาคการศึกษาจึงยังเป็นที่พึงพอใจด้วยเช่นกัน ดังนั้นคุณลักษณะหลักสูตรภาษาที่ใช้สอนเป็นภาษาอังกฤษจึงเป็นที่ชื่นชอบมากกว่าภาษาไทยด้วยเช่นกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนคุณลักษณะอื่นๆ ผู้เรียนมีความชื่นชอบหลักสูตรที่มีรูปแบบการสอนแบบผสมผสานทั้งชั้นเรียนและออนไลน์ งานวิจัยรูปแบบสารนิพนธ์ และช่วงเวลาเรียนแบบนอกเวลาราชการ ตามลำดับ แต่คุณลักษณะรูปแบบการสอน งานวิจัย และ

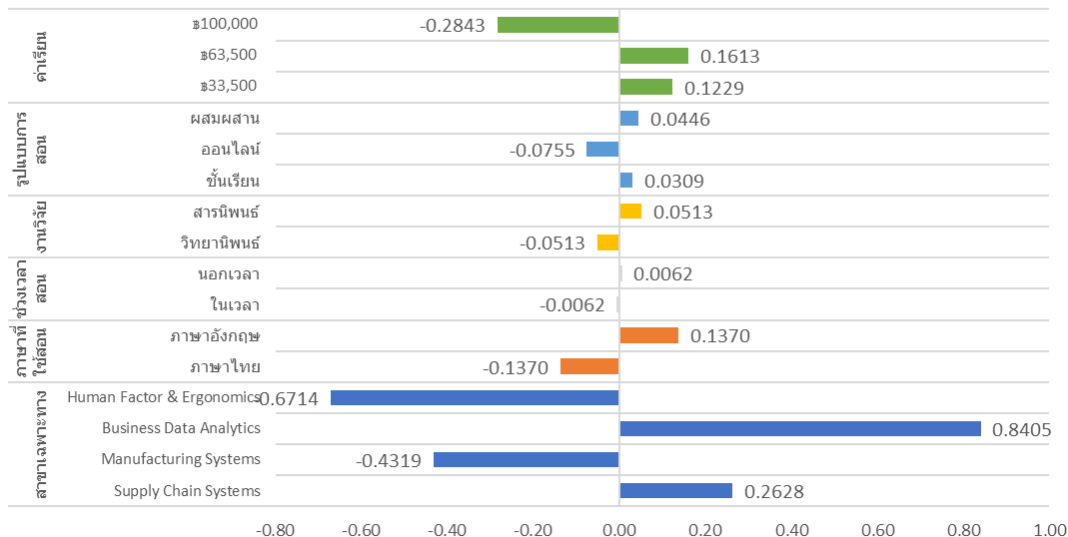
ช่วงเวลาเรียน ดังกล่าวอาจไม่มีผลต่อผู้เรียนปริญญาตรีในการตัดสินใจศึกษาต่อในหลักสูตรนั้นมากนัก

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ CBC โดยรวม

คุณลักษณะ	ค่าระดับ	อรรถประโยชน์		Odd Ratio	Z
สาขาเฉพาะทาง	ระบบโซ่อุปทาน	0.2628	***	1.3006	4.3010
	ระบบการผลิต	-0.4319	***	0.6493	-5.7180
	การวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ	0.8405	***	2.3176	15.9010
	การยศาสตร์	-0.6714	***	0.5110	-7.6470
ภาษาที่ใช้สอน	ภาษาไทย	-0.1370	***	0.8720	-3.5640
	ภาษาอังกฤษ	0.1370	***	1.1469	3.5640
ช่วงเวลาเรียน	ภายในเวลา	-0.0062		0.9938	-0.1670
	นอกเวลา	0.0062		1.0063	0.1670
รูปแบบงานวิจัย	วิทยานิพนธ์	-0.0513		0.9500	-1.4460
	สารนิพนธ์	0.0513		1.0527	1.4460
รูปแบบการสอน	ชั้นเรียน	0.0309		1.0313	0.6010
	ออนไลน์	-0.0755		0.9273	-1.5420
	ผสมผสาน	0.0446		1.0456	0.7900
ค่าเรียน	33,500 บาท	0.1229	*	1.1308	2.0720
	63,500 บาท	0.1613	**	1.1751	3.2760
	100,000 บาท	-0.2843	***	0.7526	-5.4680

หมายเหตุ *** มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01, ** มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05, * มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.1

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์โดยรวม
Choice-Based Conjoint Analysis



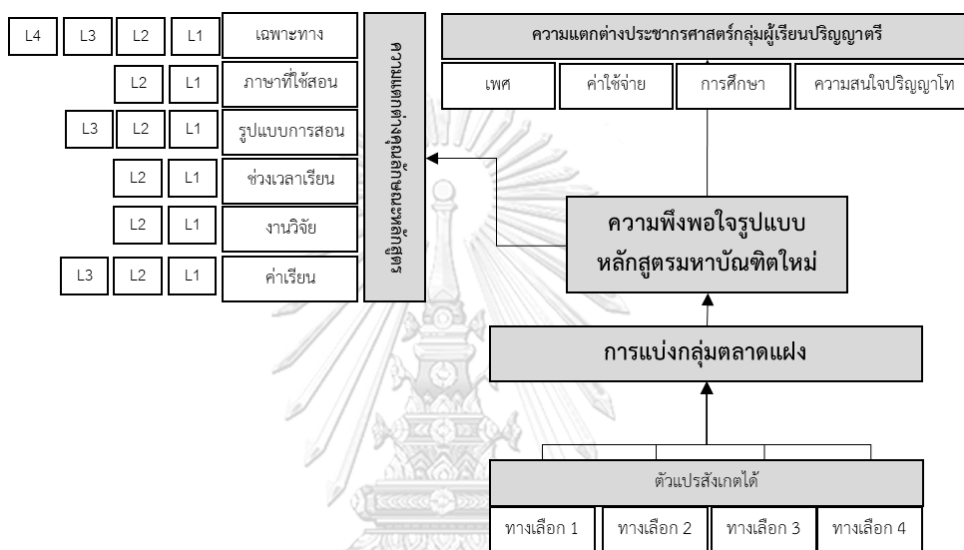
รูปภาพที่ 14 กราฟอรรถประโยชน์โดยรวม

แต่เนื่องจากความแตกต่างของบุคคลทั้งด้านประชากรศาสตร์ (Demographic) หรือ พฤติกรรมความชื่นชอบในผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหาบัณฑิต (Product Behavior) รวมทั้งวิศวกรรมอุตสาหกรรมเป็นสาขาที่มีความหลากหลายและครอบคลุมหลากหลายด้าน อาจมีผลต่อความชื่นชอบในผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันแฝงอยู่ได้ ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการวิเคราะห์ผลโดยรวมอาจไม่ถูกต้องเสมอไป จึงได้นำผลการสำรวจมาแบ่งกลุ่มคนก่อน จากภายใต้การเลือกตอบในแบบสอบถาม อาจมีลักษณะพฤติกรรมที่แตกต่างกันหลายๆกลุ่ม (Segments) ซ่อนอยู่ ด้วยเทคนิค Latent Class Analysis ก่อน โดยที่พฤติกรรมในการเลือกมีลักษณะคล้ายๆกัน จะมีแสดงถึงความชื่นชอบแบบเดียวกัน แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ในแบบจำลอง Conditional Logit Model อีกครั้ง ซึ่งทำให้สามารถเข้าถึงความพึงพอใจของกลุ่มผู้เรียนและใกล้เคียงความเป็นจริง เพื่อสามารถพัฒนาหลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่ได้ตรงกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายจริงได้ดียิ่งขึ้น

4.2.1.2 การวิเคราะห์ผล CBC แต่ละกลุ่มผู้เรียน (Segment Analysis)

การแบ่งกลุ่มผู้เรียน (Customer Segmentation) ที่มีความชื่นชอบหลักสูตรมหาบัณฑิตแตกต่างกันเป็นกลุ่มๆ งานวิจัยนี้วิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างใน 2 รูปแบบ คือ การแบ่งกลุ่มพฤติกรรมความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหาบัณฑิต (Product Behavior Segmentation) เป็น

เกณฑ์หลัก หลังจากนั้นศึกษาความแตกต่างประชากรศาสตร์ (Demographic Segmentation) ของแต่ละกลุ่มผู้เรียน การแบ่งกลุ่มพฤติกรรมความพึงพอใจในหลักสูตรมหบัณฑิต วิเคราะห์ด้วย Conditional Logit Model จากแบบสอบถาม Choice-based Conjoint Analysis เมื่อได้กลุ่มผู้เรียนที่มีความแตกต่างในความพึงพอใจหลักสูตรมหบัณฑิต จากนั้นศึกษาข้อมูลประชากรศาสตร์ของกลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อสามารถหาข้อมูลเชิงลึกหรือเหตุผลของความพึงพอใจในหลักสูตรมหบัณฑิตที่แตกต่างกันได้ ดังรูป



รูปภาพที่ 15 แผนผังภาพรวมการวิเคราะห์กลุ่มผู้เรียน

การพิจารณาจำนวนกลุ่มผู้เรียน (Customer Segmentation) ที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Latent Class Analysis (LCA) เมื่อพิจารณาค่า Bayesian Information Criterion หรือ BIC ดังตารางที่ 18 ผลของ LCA จากการแบ่งพฤติกรรมการเลือกจากความชื่นชอบด้วยจำนวนกลุ่มแบ่งออกเป็น 2 ถึง 5 กลุ่มตามความเหมาะสมของคุณลักษณะและขนาดตัวอย่าง โดยมีค่า Maximum Likelihood Function หรือ Log-Likelihood (MLF) พิจารณาเหมาะสมของแบบจำลอง เมื่อค่า MLF มากขึ้นเมื่อจำนวนกลุ่มเพิ่มมากขึ้น จากนั้นพิจารณาค่า BIC ของแต่ละกลุ่มที่แบ่งได้ โดยงานวิจัยนี้เลือกพิจารณาด้วยเกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลองและค่าสัดส่วนของการคัดเลือกแบบจำลองต่างๆ การคัดเลือกกลุ่มด้วย BIC ที่มีค่าต่ำสุดคือ 3,634.66 ในการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มแบบจำลอง สามารถแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยมีการใช้ตัวแปรในการวิเคราะห์ (Number of Parameters) น้อยที่สุดที่ 97 ตัวแปร

ตารางที่ 18 การคัดเลือกจำนวนกลุ่มด้วย Latent Class Analysis

จำนวนกลุ่ม	Log-Likelihood	BIC	Number of Parameters
2	2,268.61	3,634.66	97
3	2,067.68	3,659.88	146
4	1,911.84	3,730.18	195
5	1,921.92	3,966.40	244

จากตารางที่ 18 พบว่าจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมที่สุดคือ จำนวน 2 กลุ่ม อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลการแบ่งกลุ่มเป็นจำนวนเท่ากับ 3 เพื่อพิจารณาว่าเหมาะสมหรือไม่ พบว่าการแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่มไม่มีความจำเป็น เนื่องจาก 2 กลุ่มย่อยจาก 3 กลุ่ม มีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งทำให้สรุปผลได้ว่าจำนวนกลุ่มเท่ากับ 2 มีความเหมาะสม

ดังนั้นสรุปได้ว่าการคัดเลือกกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายที่มีความชื่นชอบหลักสูตรมหาลัยที่แตกต่างกันด้วยเทคนิค Latent Class Analysis หากพิจารณาจากค่า BIC ที่มีต่ำที่สุด จำนวนตัวแปรน้อยที่สุด พร้อมทั้งความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่เหมาะสม สามารถแบ่งจำนวนกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่มจากการเลือกตอบแบบสอบถามส่วน Choice Based Conjoint

ความแตกต่างความพึงพอใจผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหาลัย (Product Preference Segmentation)

ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1 หลักสูตรเฉพาะทางระบบโซ่อุปทาน ค่าเรียนต่ำกว่า 100,000 บาท

จากสมมติฐานของสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองตามตารางที่ 19 เมื่อพิจารณาค่าสถิติสัดส่วนความเป็นไปได้ (Likelihood Ratio Index) เท่ากับ 221 และค่า P-Value เท่ากับ $<2e-16$ สำหรับค่าสถิติวอลด์มีค่าเท่ากับ 138.2 และค่า P-Value เท่ากับ $<2e-16$ ซึ่งสรุปได้ว่า ปฏิเสธ H_0 นั้นหมายความว่าตัวแปรทำนายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง Odd Ratio อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสามารถนำค่าดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ผลได้

ตารางที่ 19 ค่าสถิติผลแบบจำลองการวิเคราะห์ CBC ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1

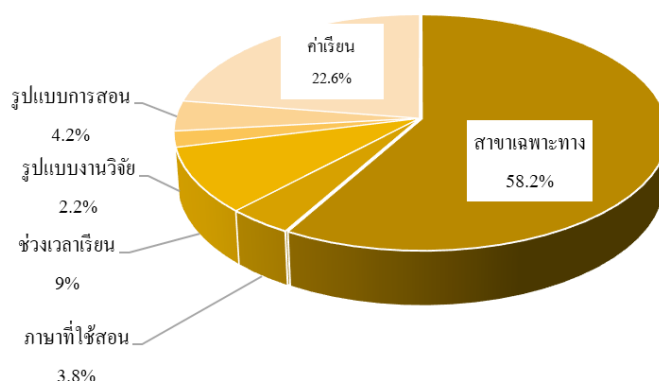
ค่าสถิติ	P-value	
Likelihood Ratio	221	$<2e-16$
Wald	138.2	$<2e-16$

ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1 มีจำนวน 47 คนคิดเป็นร้อยละ 45 จากกลุ่มตัวอย่าง เมื่อพิจารณาความสำคัญต่อคุณลักษณะของหลักสูตรมหัศจรรย์จากค่าคะแนนความสำคัญ หรือ Importance Score ดังตารางที่ 20 และรูปภาพที่ 16 ค่าคะแนนความสำคัญของคุณลักษณะมากที่สุดคือหลักสูตรเฉพาะทางคิดเป็นร้อยละ 58.2 ลำดับถัดมาเป็นคุณลักษณะค่าเรียนคิดเป็นร้อยละ 22.6 นอกจากนี้คุณลักษณะหลักสูตรด้านช่วงเวลาเรียน รูปแบบการสอน ภาษาที่ใช้สอน และรูปแบบงานวิจัย คิดเป็นร้อยละ 9.0 4.2 3.8 และ 2.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 20 ค่าความสำคัญคุณลักษณะหลักสูตรของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1

คุณลักษณะ	ลำดับความสำคัญ	ค่าระดับความสำคัญ
สาขาเฉพาะทาง	1	58.2%
ค่าเรียน	2	22.6%
ช่วงเวลาเรียน	3	9.0%
รูปแบบการสอน	4	4.2%
ภาษาที่ใช้สอน	5	3.8%
รูปแบบงานวิจัย	6	2.2%

ค่าความสำคัญคุณลักษณะของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1



รูปภาพที่ 16 ค่าความสำคัญคุณลักษณะของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1

จากตารางที่ 21 และรูปภาพที่ 17 ผู้เรียนในกลุ่มนี้พิจารณาจากคุณลักษณะความสำคัญลำดับแรกคือหลักสูตรเฉพาะทางมีความชื่นชอบในหลักสูตรเฉพาะทางด้านระบบโซ่อุปทาน (Supply Chain Systems) (ค่าอรรถประโยชน์ 0.5043) มากที่สุด ขณะที่ปัจจัยมนุษย์และการยศาสตร์

(Human Factor & Ergonomics) ฟังพอน้อยที่สุด หากหลักสูตรที่มีค่าเรียนสูงถึง 100,000 บาท (ค่า อรรถประโยชน์ -0.2592) ต่อภาคการศึกษา มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจผู้เรียนไม่เลือกศึกษาต่อปริญญาโทในหลักสูตรดังกล่าวได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ถ้าหลักสูตรมีค่า เรียน 35,000 บาท (ค่าอรรถประโยชน์ 0.1536) พร้อมด้วยช่วงเวลาเรียนนอกเวลาราชการ (ค่า อรรถประโยชน์ 0.0807) ที่มีการสอนด้วยภาษาไทย (ค่าอรรถประโยชน์ 0.0343) และรูปแบบสอน แบบชั้นเรียน (ค่าอรรถประโยชน์ 0.0325) โดยทำวิจัยแบบวิทยานิพนธ์ (ค่าอรรถประโยชน์ 0.0195) จัดเป็นหลักสูตรที่มีอรรถประโยชน์สูงสุดสำหรับผู้เรียนกลุ่มนี้ สามารถแสดงอยู่ในรูปของฟังก์ชัน อรรถประโยชน์ (Utility Function) ดังสมการ

$$V_{seg1} = 0.5043X_{SCS} - 0.1354X_{MS} + 0.1656X_{BDA} - 0.5346X_{HFE} + 0.0343X_{Thai} - 0.0343X_{Eng} - 0.0807X_{Full} + 0.0807X_{Part} + 0.0195X_{Thesis} - 0.0195X_{IS} + 0.0325X_{Class} - 0.0417X_{Online} + 0.0092X_{Hybrid} + 0.1536X_{33.5K} + 0.0956X_{63.5K} - 0.2492X_{100K} \quad (38)$$

ทั้งนี้หากพิจารณาค่า Odd Ratio หรือค่า $\exp(\beta)$ พบว่าถ้าหากหลักสูตรมหาบัณฑิตเป็น หลักสูตรเฉพาะทางสาขาระบบโซ่อุปทาน จะส่งผลให้โอกาสของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1 เลือก ศึกษาต่อในหลักสูตรดังกล่าวเพิ่มขึ้น 1.6559 หรือร้อยละ 65.59 เมื่อเทียบกับหลักสูตรปริญญาโทที่ ไม่ใช่สาขาเฉพาะทางระบบโซ่อุปทาน และถ้าเป็นหลักสูตรสาขาเฉพาะทางปัจจัยมนุษย์และการย ศาสตร์จะส่งผลให้ผู้เรียนในกลุ่มนี้เลือกศึกษาต่อในหลักสูตรนี้ลดลง 0.5859 หรือร้อยละ 41.41 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับหลักสูตรปริญญาโทที่ไม่ใช่สาขาปัจจัยมนุษย์และการยศาสตร์ ต่อมาพิจารณาถึง ค่าเรียนเป็นปัจจัยเชิงราคา หากหลักสูตรปริญญาโทมีค่าเรียนสูงถึง 100,000 บาทต่อภาคการศึกษา โอกาสที่ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1 เลือกศึกษาต่อในหลักสูตรนี้ลดลง 0.7795 หรือร้อยละ 22.05 อย่าง มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

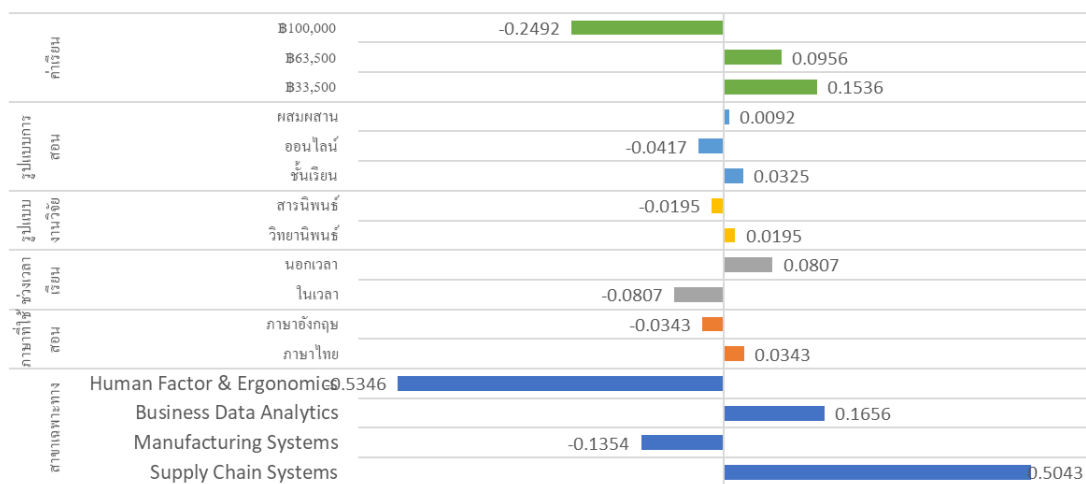
ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ CBC ของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1

คุณลักษณะ	ค่าระดับ	อรรถประโยชน์		Odd Ratio	Z
สาขาเฉพาะทาง	ระบบโซ่อุปทาน	0.5043	***	1.6559	6.4910
	ระบบการผลิต	-0.1354		0.8734	-1.5420
	การวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ	0.1656	*	1.1801	2.1160
	การยศาสตร์	-0.5346	***	0.5859	-4.7430
ภาษาที่ใช้สอน	ภาษาไทย	0.0343		1.0349	0.6800

คุณลักษณะ	ค่าระดับ	อรรถประโยชน์	Odd Ratio	Z
ช่วงเวลาเรียน	ภาษาอังกฤษ	-0.0343	0.9662	-0.6800
	ภายในเวลา	-0.0807	0.9225	-1.5630
	นอกเวลา	0.0807	1.0841	1.5630
รูปแบบงานวิจัย	วิทยานิพนธ์	0.0195	1.0197	0.4040
	สารนิพนธ์	-0.0195	0.9807	-0.4040
รูปแบบการเรียน	ชั้นเรียน	0.0325	1.0330	0.4650
	ออนไลน์	-0.0417	0.9591	-0.6480
	ผสมผสาน	0.0092	1.0093	0.1210
ค่าเรียน	33,500 บาท	0.1536	.	1.1660
	63,500 บาท	0.0956		1.1003
	100,000 บาท	-0.2492	***	0.7795

หมายเหตุ *** มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01, ** มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05, * มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.1

อรรถประโยชน์ของค่าระดับของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1



รูปภาพที่ 17 กราฟอรรถประโยชน์ค่าระดับของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1

ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2 หลักสูตรเฉพาะทางวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ สอนด้วยภาษาอังกฤษ

จากสมมติฐานของสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองตามตารางที่ 22 พิจารณาค่าสถิติสัดส่วนความเป็นไปได้ (Likelihood Ratio Index) เท่ากับ 547.5 และค่า P-Value เท่ากับ $<2e-16$ สำหรับค่าสถิติวอลด์มีค่าเท่ากับ 357.4 และค่า P-Value เท่ากับ $<2e-16$ ซึ่งสรุปได้ว่า ปฏิเสธ H_0 นั้นหมายความว่าตัวแปรทำนายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง Odd Ratio อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสามารถนำค่าดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ผลได้

ตารางที่ 22 ค่าสถิติผลแบบจำลองการวิเคราะห์ CBC ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2

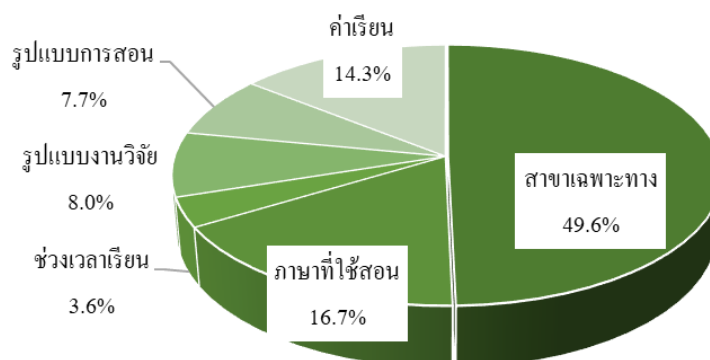
ค่าสถิติ		P-value
Likelihood Ratio	547.5	$<2e-16$
Wald	357.4	$<2e-16$

ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2 มีจำนวน 58 คนคิดเป็นร้อยละ 55 จากกลุ่มตัวอย่าง เมื่อพิจารณาความสำคัญต่อคุณลักษณะของหลักสูตรมหาดัชนีจากค่าคะแนนความสำคัญ หรือ Importance Score ดังตารางที่ 23 และรูปภาพที่ 18 ค่าคะแนนความสำคัญมากที่สุดคือหลักสูตรเฉพาะทางคิดเป็นร้อยละ 49.6 ลำดับถัดมาเป็นคุณลักษณะภาษาที่ใช้สอนคิดเป็นร้อยละ 16.7 ในขณะที่เดียวกันจึงเป็นคุณลักษณะค่าเรียนคิดเป็นร้อยละ 14.3 นอกจากนี้คุณลักษณะหลักสูตรด้านรูปแบบงานวิจัยรูปแบบการสอน และช่วงเวลาเรียนคิดเป็นร้อยละ 8.0 7.7 และ 3.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 23 ค่าความสำคัญคุณลักษณะหลักสูตรของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2

คุณลักษณะ	ลำดับความสำคัญ	ค่าความสำคัญ
สาขาเฉพาะทาง	1	49.6%
ภาษาที่ใช้สอน	2	16.7%
ค่าเรียน	3	14.3%
รูปแบบงานวิจัย	4	8.0%
รูปแบบการสอน	5	7.7%
ช่วงเวลาเรียน	6	3.6%

ค่าความสำคัญคุณลักษณะของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2



รูปภาพที่ 18 ค่าความสำคัญคุณลักษณะของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2

จากตารางที่ 24 และรูปภาพที่ 19 ผู้เรียนกลุ่มนี้มีความชื่นชอบพิจารณาจากคุณลักษณะความสำคัญลำดับแรกคือหลักสูตรเฉพาะทาง ความพึงพอใจในหลักสูตรเฉพาะทางการวิเคราะห์ข้อมูลทางธุรกิจ (ค่าอรรถประโยชน์ 1.6426) มากที่สุด แต่ในขณะเดียวกันมีความพึงพอใจมีค่าลบหลักสูตรเฉพาะทางระบบการผลิต (ค่าอรรถประโยชน์ -0.9880) และปัจจัยมนุษย์และการยศาสตร์ (อรรถประโยชน์ -0.7302) คุณลักษณะถัดมาคือที่ความพึงพอใจต่อภาษาที่ใช้สอนโดยพึงพอใจหลักสูตรที่มีการสอนด้วยภาษาอังกฤษ (อรรถประโยชน์ 0.0343) มากกว่าหลักสูตรที่มีการสอนด้วยภาษาไทย (อรรถประโยชน์ -0.0343) ต่อมาจึงเป็นคุณลักษณะค่าเรียน โดยค่าเรียน 100,000 บาทต่อภาคการศึกษา (อรรถประโยชน์ -0.4814) เป็นค่าเรียนที่สูงเกินไปเช่นกัน แต่ผู้เรียนกลุ่มนี้สามารถยอมรับค่าเรียน 63,500 บาทต่อภาคการศึกษาได้ (อรรถประโยชน์ 0.2773) เพื่อครอบคลุมหลักสูตรการสอนด้วยภาษาอังกฤษที่พึงพอใจด้วย คุณลักษณะด้านรูปแบบงานวิจัยมีความชื่นชอบงานวิจัยสารนิพนธ์ (อรรถประโยชน์ 0.2122) มากกว่าวิทยานิพนธ์ (อรรถประโยชน์ -0.2122) หากหลักสูตรที่มีการสอนแบบออนไลน์มีผลต่อความพึงพอใจค่าลบ (อรรถประโยชน์ -0.1866) ที่ส่งผลให้ผู้เรียนกลุ่มนี้พิจารณาศึกษาต่อปริญญาโทในหลักสูตรดังกล่าวนี้ต่ำกว่าหลักสูตรที่มีการสอนด้วยรูปแบบผสมผสาน (อรรถประโยชน์ 0.2189) จากที่กล่าวมาข้างต้นอยู่ในระดับความเชื่อมั่น 95% นอกจากนี้หากหลักสูตรมหบัณฑิตมีช่วงเวลาเรียนในเวลาราชการ (อรรถประโยชน์ 0.0966) จัดว่าเป็นรูปแบบหลักสูตรมหบัณฑิตอรรถประโยชน์สูงสุดสำหรับผู้เรียนกลุ่มนี้ โดยแสดงอยู่ในรูปของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Utility Function) ดังสมการ

$$V_{seg2} = 0.0756X_{SCS} - 0.9880X_{MS} + 1.6426X_{BDA} - 0.7302X_{HFE} - 0.4436X_{Thai} + 0.4436X_{Eng} + 0.0966X_{Full} - 0.0966X_{Part} - 0.2122X_{Thesis} + 0.2122X_{IS} -$$

$$0.0323X_{Class} - 0.1866X_{Online} + 0.2189X_{Hybrid} + 0.2040X_{33.5K} + 0.2773X_{63.5K} - 0.4813X_{100K} \quad (39)$$

ทั้งนี้หากพิจารณาค่า Odd Ratio หรือ $\exp(\beta)$ พบว่าถ้าหากหลักสูตรปริญญาโทใดเป็นหลักสูตรเฉพาะทางสาขาการวิเคราะห์ธุรกิจ จะส่งผลให้โอกาสของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2 เลือกศึกษาต่อในหลักสูตรดังกล่าวเพิ่มขึ้น 5.1684 เท่าเมื่อเทียบกับหลักสูตรมหาบัณฑิตที่ไม่ใช่สาขาเฉพาะทางสาขาการวิเคราะห์ธุรกิจ ในขณะที่เดียวกันหากเป็นหลักสูตรเฉพาะทางปัจจัยมนุษย์และการยศาสตร์จะส่งผลให้โอกาสของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2 เลือกศึกษาต่อในหลักสูตรดังกล่าวลดลง 0.4818 หรือลดลงร้อยละ 51.82 ส่วนหลักสูตรเฉพาะทางระบบการผลิตจะส่งผลให้โอกาสการตัดสินใจของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2 เลือกศึกษาต่อในหลักสูตรดังกล่าวลดลง 0.3723 หรือลดลงร้อยละ 62.77 เมื่อเปรียบเทียบกับหลักสูตรที่ไม่ใช่ปัจจัยมนุษย์และการยศาสตร์และระบบการผลิตตามลำดับ หากหลักสูตรสอนด้วยภาษาอังกฤษจะส่งผลให้โอกาสของผู้เรียนกลุ่มนี้เลือกศึกษาต่อในหลักสูตรดังกล่าวเพิ่มขึ้น 1.5582 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 55.82 ในขณะที่หลักสูตรสอนด้วยภาษาไทยจะส่งผลให้โอกาสของผู้เรียนกลุ่มนี้เลือกศึกษาต่อในหลักสูตรดังกล่าวลดลง 0.6418 หรือร้อยละ 35.82 หลักสูตรที่มีค่าเรียน 100,000 บาทต่อภาคการศึกษาจะผลให้ผู้เรียนกลุ่มนี้เลือกศึกษาต่อในหลักสูตรนี้ลดลง 0.6180 หรือลดลงร้อยละ 38.2 ในขณะที่ค่าเรียน 63,500 ต่อภาคการศึกษา จะส่งผลให้โอกาสของผู้เรียนกลุ่มนี้เลือกศึกษาต่อในหลักสูตรดังกล่าวเพิ่มขึ้น 1.3196 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 31.96 และสุดท้ายหลักสูตรที่มีการสอนแบบผสมผสานจะส่งผลให้โอกาสของผู้เรียนกลุ่มนี้เลือกศึกษาต่อในหลักสูตรดังกล่าวเพิ่มขึ้น 1.2477 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 24.77 แต่ถ้าหลักสูตรสอนแบบออนไลน์จะส่งผลให้โอกาสของผู้เรียนกลุ่มนี้เลือกศึกษาต่อในหลักสูตรดังกล่าวลดลง 0.8298 หรือลดลงร้อยละ 17.02 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

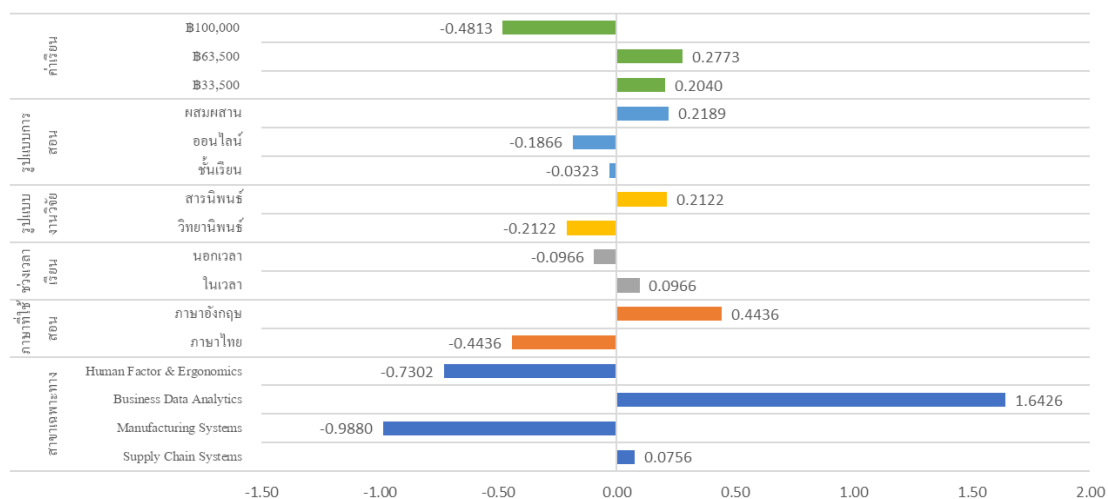
ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ CBC ของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2

คุณลักษณะ	ค่าระดับ	อรรถประโยชน์	Odd Ratio	Z	
สาขาเฉพาะทาง	ระบบโซ่อุปทาน	0.0756	1.0786	0.6720	
	ระบบการผลิต	-0.9880	***	0.3723	-6.0620
	การวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ	1.6426	***	5.1684	18.0910
	การยศาสตร์	-0.7302	***	0.4818	-4.8530
ภาษาที่ใช้สอน	ภาษาไทย	-0.4436	***	0.6418	-6.3890

คุณลักษณะ	ค่าระดับ	อรรถประโยชน์		Odd Ratio	Z
ช่วงเวลาเรียน	ภาษาอังกฤษ	0.4436	***	1.5582	6.3890
	ภายในเวลา	0.0966		1.1015	1.5750
รูปแบบงานวิจัย	นอกเวลา	-0.0966		0.9079	-1.5750
	วิทยานิพนธ์	-0.2122	***	0.8088	-3.4460
รูปแบบการเรียน	สารนิพนธ์	0.2122	***	1.2363	3.4460
	ชั้นเรียน	-0.0323		0.9682	-0.3800
	ออนไลน์	-0.1866	*	0.8298	-2.2690
ค่าเรียน	ผสมผสาน	0.2189	*	1.2447	2.2690
	33,500 บาท	0.2040	*	1.2263	2.1350
	63,500 บาท	0.2773	***	1.3196	3.4230
	100,000 บาท	-0.4813	***	0.6180	-5.5460

หมายเหตุ *** มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01, ** มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05, * มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.1

อรรถประโยชน์ของค่าระดับของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2



รูปภาพที่ 19 กราฟอรรถประโยชน์ของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2

ความแตกต่างประชากรศาสตร์ (Demographic Segmentation)

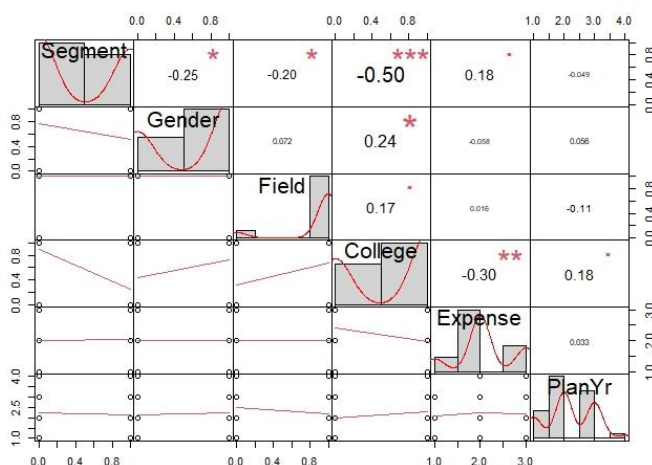
ในการวิเคราะห์ความแตกต่างด้านข้อมูลประชากรศาสตร์ของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายที่แบ่งจากเทคนิค Latent Class Analysis เป็นไปตามวัตถุประสงค์งานวิจัยในการตั้งกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย

จากการศึกษาความพึงพอใจในหลักสูตรมหาวิทยาลัยใหม่ ผู้วิจัยได้ศึกษาโดยหาความสัมพันธ์ของตัวแปร (Coefficient Correlation) เพื่อทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวระหว่าง ตัวแปรกลุ่ม ผู้เรียนเป้าหมาย (Segment) และตัวแปรประชากรศาสตร์ (Demographic) โดยการแปลงข้อมูลตัวแปรประชากรศาสตร์ที่เป็นตัวแปรกลุ่ม (Categorical variable) ให้อยู่ในรูปดังนี้

โดยที่ เพศ	คือ	เพศชายหรือเพศหญิง
สาขาเรียน	คือ	สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม โดยหรือสาขาอื่น
มหาวิทยาลัย	คือ	มหาวิทยาลัยกรณีศึกษาหรือมหาวิทยาลัยอื่น
ค่าใช้จ่าย	คือ	ค่าใช้จ่าย 3 ระดับ คือ สูง กลาง ต่ำ
ระยะเวลาแผนศึกษาต่อ	คือ 4 ระดับ	คือ ทันที่ (0 ปี) , 1-2 ปี , 3-5 ปี และมากกว่า 5 ปี

จากรูปภาพที่ 20 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์แต่ละตัว โดยจะมีค่า -1.0 ถึง 1.0 หากมีค่าเข้าใกล้ -1.0 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์อย่างมากในทิศทางตรงกันข้าม ในทางกลับกัน ถ้าหากมีค่าเข้าใกล้ +1.0 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์โดยตรงกันอย่างมาก แต่ถ้าหากมีค่าเท่ากับศูนย์แสดงว่า ตัวแปรทั้งสองตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยตัวแปรประชากรศาสตร์ที่มีความสำคัญกับการจัดแบ่งกลุ่มความพึงพอใจหลักสูตรที่แตกต่างกันของผู้เรียนเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นมากกว่า 95% คือ ตัวแปรเพศ สาขาเรียน และมหาวิทยาลัย

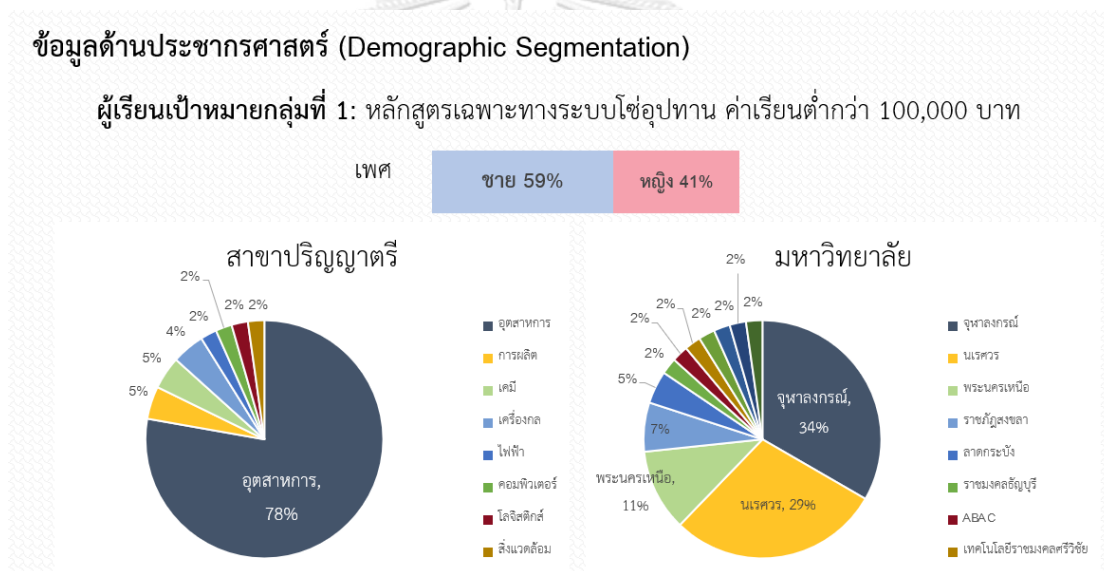
จพาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปภาพที่ 20 ตารางสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกลุ่มและประชากรศาสตร์

ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1 หลักสูตรเฉพาะทางระบบโซ่อุปทาน ค่าเรียนต่ำกว่า 100,000 บาท

เมื่อมาศึกษาข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1 จากรูปภาพที่ 21 ประกอบด้วยเพศชายร้อยละ 51 และเพศหญิง 49 กำลังศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 จาก 12 มหาวิทยาลัยที่แตกต่างกันรวมทั้งมหาวิทยาลัยกรณีศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์สาขาที่แตกต่างกัน 8 สาขาวิชารวมทั้งสาขากรณีศึกษา ส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายต่อเดือนระดับกลางคิดเป็นร้อยละ 62 รองลงมาคือค่าใช้จ่ายสูงและต่ำคิดเป็นร้อยละ 31 และ 7 ตามลำดับ ผู้เรียนในกลุ่มนี้วางแผนการศึกษาต่อปริญญาโทหลังจากทำงานแล้ว 1-2 ปี คิดเป็นร้อยละ 36 ลำดับถัดมาหลังจากทำงานแล้ว 3 ถึง 5 ปีคิดเป็นร้อยละ 33 เรียนต่อทันทีและหลังจากทำงานแล้วมากกว่า 5 ปีคิดเป็นร้อยละ 27 และ 4 ตามลำดับดังรูปที่ 21



รูปภาพที่ 21 ข้อมูลประชากรศาสตร์ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1

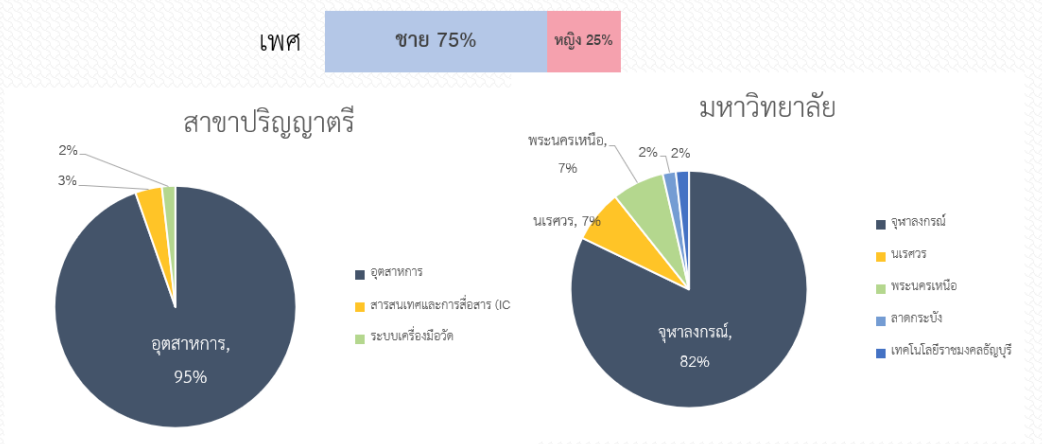
ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2 หลักสูตรเฉพาะทางวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ สอนด้วยภาษาอังกฤษ

เมื่อมาศึกษาข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2 เพศชายร้อยละ 75 และเพศหญิง 25 กำลังศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 จาก 5 มหาวิทยาลัยที่แตกต่างกันรวมทั้งมหาวิทยาลัยกรณีศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์สาขาที่แตกต่างกัน 3 สาขาวิชารวมทั้งสาขากรณีศึกษา ส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายต่อเดือนระดับกลางคิดเป็นร้อยละ 59 รองลงมาคือค่าใช้จ่ายสูงและต่ำคิดเป็นร้อยละ 21 และ 20 ตามลำดับ ผู้เรียนในกลุ่มนี้วางแผนการศึกษาต่อปริญญาโทหลังจากทำงานแล้ว 1-2 ปี คิด

เป็นร้อยละ 50 ลำดับถัดมาหลังจากทำงานแล้ว 3 ถึง 5 ปีคิดเป็นร้อยละ 34 เรียนต่อทันทีและหลังจากทำงานแล้วมากกว่า 5 ปีคิดเป็นร้อยละ 14 และ 2 ตามลำดับดังรูปภาพที่ 22

ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ (Demographic Segmentation)

ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2: หลักสูตรเฉพาะทางวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ สอนด้วยภาษาอังกฤษ



รูปภาพที่ 22 ข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2

4.2.2 การวิเคราะห์ผลด้วย Kano Model (KM)

1) การวิเคราะห์ประเภทคุณลักษณะด้วยคาโนด้วยความถี่หรือร้อยละ

สำหรับ Kano Model เป็นการวิเคราะห์หลักสูตรคุณลักษณะที่ไม่มีค่าระดับหรือคุณลักษณะทางเลือกในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรมหาวิทยาลัย งานวิจัยนี้ศึกษาคุณลักษณะหลักสูตรมหาวิทยาลัยประกอบด้วย 4 คุณลักษณะคือ เกณฑ์ผู้สมัครมีประสบการณ์การทำงาน หลักสูตรสหวิทยาการ หลักสูตรร่วมสถาบัน และ โครงการผู้เรียน จากการสำรวจโดยใช้ข้อมูลจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด การจำแนกคุณลักษณะหลักสูตรมหาวิทยาลัยโดยพิจารณาค่าร้อยละหรือความถี่ของผลลัพธ์ที่มีค่ามากที่สุดในแต่ละคุณลักษณะ จากตารางที่ 25 พบว่า คุณลักษณะทั้งหมด 4 คุณลักษณะ ถูกจัดอยู่ในประเภทของคุณลักษณะเฉยๆ หรือ Indifference ด้วยฐานนิยามที่ชัดเจน แสดงว่าคุณลักษณะเหล่านี้ไม่มีความแตกต่างในความรู้สึกของผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อหลักสูตรมหาวิทยาลัย หรือหลักสูตรมหาวิทยาลัยประกอบด้วยคุณลักษณะนั้นหรือไม่มีคุณลักษณะนั้นก็ได้ โดยคุณลักษณะเกณฑ์ผู้สมัครมีประสบการณ์การทำงานและหลักสูตรสหวิทยาการอยู่ในประเภท Indifference คิดเป็นร้อยละ 63 เท่ากัน ส่วนคุณลักษณะหลักสูตรร่วมสถาบันและการแบ่งกลุ่มผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ 60 และ 49 ตามลำดับในคาโนประเภทของ Indifference

นอกจากพิจารณาความถี่มากที่สุดหรือฐานนิยมในแต่ละคุณลักษณะหลักสูตรแล้ว อีกหนึ่งสิ่งสำคัญที่ควรพิจารณาร่วมในการประกอบการตัดสินใจความสำคัญ ความถี่ของประเภทคุณลักษณะตรงข้าม หรือ Reverse คุณลักษณะที่อยู่ในประเภทนี้ ถ้ามีในหลักสูตรมหัพัตอาจส่งผลให้ผู้เรียนไม่พอใจหรือในทางกลับกันผู้เรียนจะพึงพอใจถ้าหลักสูตรมหัพัตไม่มีคุณลักษณะนี้ ทำให้คุณลักษณะ Reverse ไม่ควรเกินร้อยละ 5 (สมเกียรติ et al., 2014) จากผลการสำรวจวิเคราะห์ห่ามี 2 คุณลักษณะที่จัดอยู่ในประเภท Reverse มากกว่าร้อยละ 5 คือ เกณฑ์ผู้สมัครมีประสบการณ์การทำงานคิดเป็นร้อยละ 20 และหลักสูตรร่วมสถาบันคิดเป็นร้อยละ 6 ดังตารางที่ 25 ตารางที่ 25 ประเภทคุณลักษณะด้วย Kano Model

คุณลักษณะ	ร้อยละคุณลักษณะแต่ละประเภทคาโน						ประเภทคาโน
	Must-be	One-dimension	Attractive	Indifferent	Reverse	Questionable	
เกณฑ์ผู้สมัครมีประสบการณ์การทำงาน	2%	5%	6%	63%	20%	4%	Indifferent
หลักสูตรสหวิทยาการ	3%	9%	14%	63%	4%	8%	Indifferent
โครงการผู้เรียน	5%	11%	11%	60%	5%	7%	Indifferent
หลักสูตรร่วมสถาบัน	1%	19%	18%	49%	6%	6%	Indifferent

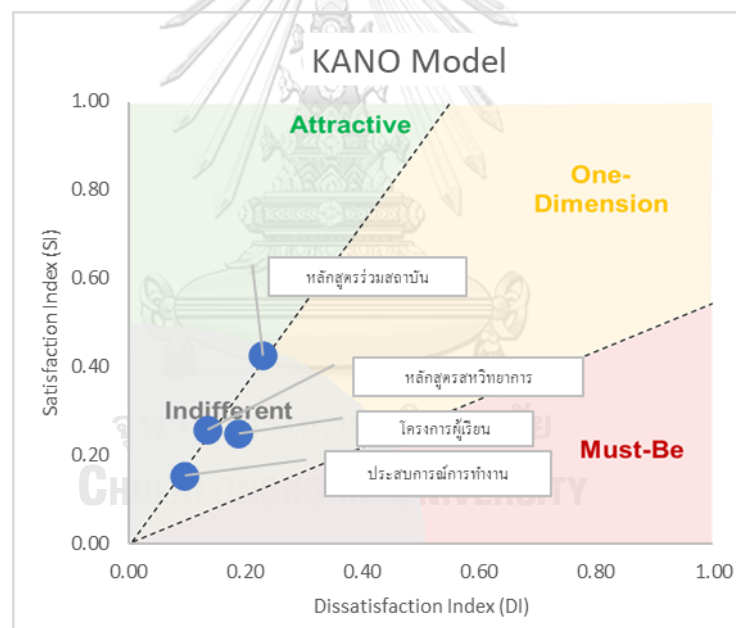
2) การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ความพึงพอใจผู้เรียน

จากตารางที่ 26 คำนวนสัมประสิทธิ์ความพึงพอใจของผู้เรียน (Customer Satisfaction Index) หรือค่า CSI เป็นค่าบอกระดับความพึงพอใจหรือความไม่พึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อมหัพัต จากการคำนวณระดับความพึงพอใจ (Satisfaction Index) หรือ SI และระดับความไม่พึงพอใจ (Dissatisfaction Index) หรือ DI คุณลักษณะใดที่มีค่า SI ใกล้เคียง +1 แสดงว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจมากขึ้นเมื่อหลักสูตรมหัพัตใหม่มีคุณลักษณะนั้น ในขณะที่ค่า DI ของคุณลักษณะที่ใกล้เคียง -1 หมายความว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจลดลงเมื่อหลักสูตรมหัพัตใหม่มีคุณลักษณะนั้น จากนั้นทำการพลอตกราฟด้วย A-Kano Classification ดังรูปภาพที่ 23 โดยค่า SI เป็นแกน x และค่า DI เป็นแกน y โดยค่า SI และ DI ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 พบว่าทุกคุณลักษณะอยู่ในประเภทของคาโนคือ Indifference หรือคุณลักษณะเฉยๆ เช่นเดียวกันกับผลการวิเคราะห์ด้วยฐานนิยม โดยหากเรียงลำดับความสำคัญในการพิจารณา ค่า CSI สามารถเรียงลำดับความสำคัญในการพิจารณาการ

พัฒนาหลักสูตรมหัศจรรย์ใหม่ด้วยคุณลักษณะดังนี้ การแบ่งกลุ่มผู้เรียน เกณฑ์ประสิทธิภาพการทำงานของผู้สมัคร หลักสูตรร่วมสถาบัน และหลักสูตรสหวิทยาการตามลำดับ

ตารางที่ 26 ค่าสัมประสิทธิ์ความพึงพอใจผู้เรียนของ Kano Model

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	สัมประสิทธิ์ความพึงพอใจ		
	SI	DI	CSI
ผู้สมัครมีประสิทธิภาพการทำงาน	0.15	-0.10	0.62
หลักสูตรสหวิทยาการ	0.26	-0.13	0.52
โครงการผู้เรียน	0.25	-0.19	0.75
หลักสูตรร่วมสถาบัน	0.43	-0.23	0.54



รูปภาพที่ 23 กราฟ A-Kano Classification

บทที่ 5

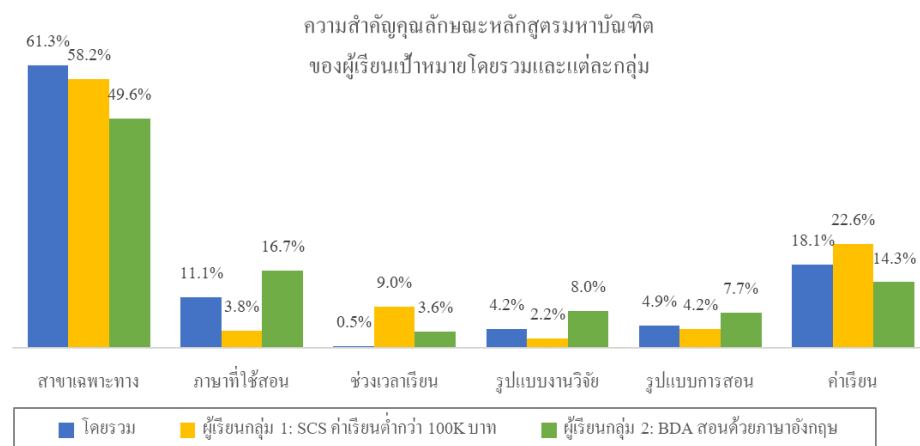
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่ด้วยโดยวิธีการศึกษาผสมผสานระหว่างการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมแบบทางเลือก (Choice-Based Conjoint Analysis) และแบบจำลองคานโน (Kano Model) จำลองสถานการณ์สมมติหลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่ เพื่อหาความพึงพอใจหรือการรับรู้ของผู้เรียนต่อคุณลักษณะหรือค่าระดับของคุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิต โดยนำมาประยุกต์ใช้กับด้านการศึกษาโดยจำลองหลักสูตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมศึกษาเป็นหลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่ที่มีความแตกต่างค่าระดับและคุณลักษณะจากหลักสูตรมหาบัณฑิตปัจจุบัน และกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายในการสำรวจคือ ผู้เรียนปริญญาตรีปีที่ 4 วิศวกรรมอุตสาหกรรมและสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยใช้แบบสำรวจออนไลน์จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 110 คน วัตถุประสงค์หลักเพื่อหาความพึงพอใจหรือการรับรู้ที่แตกต่างกันของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายในคุณลักษณะหรือค่าระดับของคุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิตต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโทของสถาบันการศึกษาใดๆ ทำให้ทราบถึงแนวทางในการพัฒนาหรือต่อยอดในการพัฒนาหลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่

คุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิตที่มีค่าระดับ (Multilevel Attributes)

คุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิตหลักสูตรที่มีค่าระดับ สำรวจและเก็บข้อมูลความต้องการหลักสูตรมหาบัณฑิตด้วยเทคนิค Choice-Based Conjoint Analysis ด้วยการออกแบบแบบสอบถามด้วยการออกแบบการทดลองในรูปแบบชุดทางเลือก ประกอบด้วย 6 คุณลักษณะที่มีค่าระดับแตกต่างกัน คือ สาขาเฉพาะทาง ภาษาที่ใช้สอน รูปแบบงานวิจัย ค่าเรียนต่อเทอม ช่วงเวลาเรียน และรูปแบบการสอน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโทของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายในค่าระดับของคุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิต ด้วยการวิเคราะห์อรรถประโยชน์ด้วย Conditional Logit Model และศึกษาความพึงพอใจแฝงที่มีความแตกต่างในกลุ่มผู้เรียนด้วยเทคนิคการแบ่งกลุ่ม Latent Class Analysis ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยผลลัพธ์สามารถแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของกลุ่มผู้เรียนที่มีความพึงพอใจหรือการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์หลักสูตรมหาบัณฑิต (Product Behavior Segmentation) และความแตกต่างของกลุ่มผู้เรียนด้านประชากรศาสตร์ (Demographic Segmentation)

สามารถสรุปผลการศึกษาดังรูปภาพที่ 24 พิจารณาค่าความสำคัญ (Importance Score) ของคุณลักษณะ (Attribute) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าไม่ว่าโดยรวม (Overall Analysis) หรือการแบ่งกลุ่ม (Segment Analysis) ผู้เรียนเป้าหมายให้ความสำคัญในการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโทจากคุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิตหลักสูตรเฉพาะทางอย่างชัดเจน ลำดับถัดมามีความแตกต่างกันโดยผลโดยรวมและผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1 ให้ความสำคัญกับค่าเรียน ขณะที่ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2 ให้ความสำคัญกับภาษาที่ใช้สอน ลำดับที่สามผลโดยรวมและผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2 จึงให้ความสำคัญกับภาษาที่ใช้สอน และคุณลักษณะอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลาเรียน รูปแบบงานวิจัย หรือรูปแบบการสอน ผลการวิเคราะห์ให้ลำดับความสำคัญแตกต่างกันทั้งโดยรวมและการแบ่งกลุ่ม แต่ไม่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโทจากคุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิตหลักสูตรมากนัก



รูปภาพที่ 24 ความสำคัญคุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิตของแต่ละกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย

เมื่อพิจารณาฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Utility Function) สูงสุดที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโทจากค่าระดับของคุณลักษณะ (Level) หลักสูตรมหาบัณฑิต ซึ่งสามารถพัฒนารูปแบบหลักสูตรมหาบัณฑิตที่แตกต่างกัน พบว่าการวิเคราะห์โดยรวมนั้น ผู้เรียนเป้าหมายมีความมีความพึงพอใจในหลักสูตรมหาบัณฑิตเฉพาะทางสาขาการวิเคราะห์ธุรกิจ (Business Data Analytics; BDA) ค่าเรียน 63,500 บาทต่อภาคการศึกษา สอนด้วยภาษาอังกฤษ รองรับช่วงเวลาเรียน

นอกเวลาราชการ รูปแบบงานวิจัยเป็นสารนิพนธ์ และรูปแบบการสอนแบบผสมผสานที่มีทั้งชั้นเรียนและออนไลน์ดังแสดงค่าอรรถประโยชน์ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 รูปแบบหลักสูตรมหัศจรรย์อรรถประโยชน์สูงสุดของโดยรวม

	สาขาเฉพาะทาง	ค่าเรียน	ช่วงเวลาเรียน	ภาษาที่ใช้สอน	รูปแบบการสอน	รูปแบบงานวิจัย
โดยรวม	BDA	63,500 บาท	นอกเวลา	อังกฤษ	ผสมผสาน	สารนิพนธ์
	(0.8405)	(0.1613)	(0.0062)	(0.1370)	(0.0446)	(0.0513)

การวิเคราะห์กลุ่มแฝงทำให้เกิดรูปแบบหลักสูตรมหัศจรรย์ที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบ ที่สามารถดึงกลุ่มผู้เรียนที่มีความแตกต่างด้านประชากรศาสตร์และความพึงพอใจหลักสูตรมหัศจรรย์ ดังนี้

ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 1 หลักสูตรเฉพาะทางระบบโซ่อุปทาน ค่าเรียนไม่เกิน 100,000 บาท

ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มนี้สัดส่วนเพศชายและหญิงใกล้เคียงกัน ทั้งสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมโดยตรงหรือ 7 ใน 9 สาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง จากหลากหลายมหาวิทยาลัย คุณลักษณะสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกหลักสูตรมหัศจรรย์ คือ หลักสูตรเฉพาะทาง และค่าเรียน โดยรูปแบบหลักสูตรมหัศจรรย์ที่มีฟังก์ชันอรรถประโยชน์สูงสุด คือ หลักสูตรมหัศจรรย์เฉพาะทางสาขาาระบบโซ่อุปทาน (Supply Chain System; SCS) ค่าเรียน 33,500 บาทต่อภาคการศึกษา สอนด้วยภาษาไทย รองรับช่วงเวลาเรียนนอกเวลาราชการ รูปแบบงานวิจัยเป็นวิทยานิพนธ์ และรูปแบบการสอนแบบชั้นเรียน ดังแสดงตารางที่ 28 ทำให้ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มนี้เรียกได้ว่า “กลุ่มต้องการหลักสูตรเฉพาะทางระบบโซ่อุปทาน ค่าเรียนไม่เกิน 100,000 บาท”

ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มที่ 2 หลักสูตรเฉพาะทางวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ สอนด้วยภาษาอังกฤษ

ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มนี้สัดส่วนเพศชายมากกว่าเพศหญิง กำลังศึกษาสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมโดยตรงหรือ 2 ใน 9 สาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง ส่วนใหญ่มหาวิทยาลัยกรณีศึกษา คุณลักษณะสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกหลักสูตรมหัศจรรย์ คือ หลักสูตรเฉพาะทาง และภาษาที่ใช้สอน โดยรูปแบบหลักสูตรมหัศจรรย์ที่มีฟังก์ชันอรรถประโยชน์สูงสุด คือ หลักสูตรมหัศจรรย์เฉพาะทางสาขาการวิเคราะห์ธุรกิจ (Business Data Analytics; BDA) ค่าเรียน 63,500 บาทต่อภาคการศึกษา สอนด้วยภาษาอังกฤษ รูปแบบการสอนแบบผสมผสานที่มีทั้งชั้นเรียนและออนไลน์ รูปแบบงานวิจัยเป็น

สารนิพนธ์ และรองรับช่วงเวลาเรียนในเวลาราชการ ดังแสดงตารางที่ 28 ทำให้ผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มนี้เรียกได้ว่า “กลุ่มต้องการหลักสูตรเฉพาะทางวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ สอนด้วยภาษาอังกฤษ”

ตารางที่ 28 รูปแบบหลักสูตรมหาบัณฑิตอรรถประโยชน์สูงสุดของแต่ละกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย

	สาขาเฉพาะทาง	ค่าเรียน	ช่วงเวลาเรียน	ภาษาที่ใช้สอน	รูปแบบการสอน	รูปแบบงานวิจัย
ผู้เรียนกลุ่ม 1	SCS	33,500 บาท	นอกเวลา	ไทย	ชั้นเรียน	วิทยานิพนธ์
	(0.5043)	(0.1536)	(0.0807)	(0.0343)	(0.0325)	(0.0195)
ผู้เรียนกลุ่ม 2	BDA	63,500 บาท	ในเวลา	อังกฤษ	ผสมผสาน	สารนิพนธ์
	(1.6426)	(0.2773)	(0.0966)	(0.4436)	(0.2189)	(0.2122)

คุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิตที่ไม่มีค่าระดับหรือทางเลือก (Optional Attributes)

คุณลักษณะหลักสูตรมหาบัณฑิตหลักสูตรที่ไม่มีค่าระดับหรือคุณลักษณะทางเลือก ได้สำรวจและเก็บข้อมูลความต้องการหลักสูตรมหาบัณฑิตด้วยเทคนิค Kano Model ด้วยแบบสอบถามสำรวจการรับรู้ของผู้เรียนเป้าหมายต่อการมีหรือไม่มีคุณลักษณะดังกล่าวในหลักสูตรมหาบัณฑิต ประกอบด้วย 4 คุณลักษณะ คือ เกณฑ์ผู้สมัครมีประสบการณ์การทำงาน หลักสูตรสหวิทยาการ หลักสูตรร่วมสถาบัน และโครงการผู้เรียน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นจากการกลุ่มประเภทเชิงคุณภาพของคาโนบอกว่าหากหลักสูตรมหาบัณฑิตใหม่ที่มีคุณลักษณะกลุ่มโครงการผู้เรียน เกณฑ์ประสบการณ์การทำงานของผู้สมัคร หลักสูตรร่วมสถาบัน หรือหลักสูตรสหวิทยาการไม่ได้มีผลต่อความพึงพอใจของผู้เรียนเป้าหมายในการเลือกหลักสูตรมหาบัณฑิตในการศึกษาต่อปริญญาโท

อย่างไรก็ดีงานวิจัยนี้มีข้อจำกัดดังต่อไปนี้

- การวิเคราะห์แบบ Choice-based Conjoint Analysis นั้น หากคุณลักษณะหรือค่าระดับคุณลักษณะที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีมากเกินไป อาจทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามเกิดความสับสนในการตัดสินใจเลือกทางเลือกต่างๆ และส่งผลให้มีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลเกิดขึ้น
- การวิเคราะห์แบบ Kano Model ในการเลือกคุณลักษณะนำมาศึกษาควรมีหลากหลายทั้งคุณลักษณะพื้นฐานหรือคุณลักษณะที่ไม่เคยมีในผลิตภัณฑ์มาก่อน และผู้ตอบแบบสอบถามสามารถรับรู้หรือเข้าใจในคุณลักษณะนั้นได้ เพื่อป้องกันผลลัพธ์ไม่สร้างความพึงพอใจ

หรืออื่นๆ ทั้งหมด แนวทางปรับปรุงโดยทำแบบสำรวจขั้นต้น (Pivot Survey) ก่อนนำ
คุณลักษณะมาสำรวจจริง

- สำหรับงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการสำรวจผ่านช่องทางออนไลน์เท่านั้น จึงไม่สามารถ
ครอบคลุมความหลากหลายในประชากรผู้เรียนเป้าหมายวิศวกรรมอุตสาหกรรมหรือสาขาที่
เกี่ยวข้องทุกสถาบันการศึกษาได้เท่าที่ควร แบบสอบถามที่ใช้ในการสำรวจใช้เวลาในการ
ทำ 2-3 นาทีต่อคน และครอบคลุมสองเทคนิคใน 1 ชุดแบบสำรวจ อาจมีรูปแบบการลด
ความยาวของแบบสอบถามที่ออกแบบได้ ด้วยการแบ่งชุดแบบสอบถามได้
- งานวิจัยนี้ทำการสำรวจด้วยสัดส่วนกลุ่มของวิศวกรรมสาขาการศึกษาและสถาบัน
กรณีศึกษาเป็นส่วนใหญ่ หากเพิ่มการกระจายของสถาบันการศึกษามากขึ้น อาจทำให้
ผลสรุปงานวิจัยแตกต่างได้

แนวทางต่อยอดงานวิจัยในอนาคต

นอกเหนือจากคุณลักษณะที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คุณลักษณะของหลักสูตรมหาลัยยังมี
ความหลากหลาย เช่น ทักษะผู้เรียน รายวิชาที่สอน ตลอดจนโครงสร้างหลักสูตร เป็นต้น ที่สามารถ
นำมาต่อยอดด้วยเทคนิคการศึกษาดังกล่าวได้รูปแบบหลักสูตรที่สอดคล้องความต้องการด้วยการ
สำรวจทั้งผู้เรียน ตลอดจนครอบคลุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับหลักสูตร ได้แก่ อาจารย์ ผู้ว่าจ้าง
สถาบันการศึกษาสูงขึ้น เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลลัพธ์รูปแบบหลักสูตรมหาลัยครอบคลุมทุกกลุ่ม
ได้มากขึ้น



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



เพศ *

ชาย

หญิง

สถานภาพปริญญาตรี *

คณะวิศวกรรมศาสตร์

International School of Engineering

Other: _____

ปริญญาตรีสาขาวิชา *

Your answer _____

มหาวิทยาลัย *

Your answer _____

ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือน *

ต่ำกว่า 5,000 บาท

5,000 – 15,000 บาท

มากกว่า 15,000 บาท

คุณมีความสนใจศึกษาต่อปริญญาโทคณะวิศวกรรมศาสตร์ หลังสำเร็จการศึกษาปริญญาตรีหรือไม่ *

สนใจ

ยังไม่สนใจ ต้องการทำงานก่อน

ไม่สนใจศึกษาต่อ หรือสนใจศึกษาปริญญาโทสาขาหรือคณะอื่น

ช่วงเวลาที่คุณคิดว่าเหมาะสมสำหรับการศึกษาต่อปริญญาโท *

หลังจากทำงานแล้ว 1-2 ปี

หลังจากทำงานแล้ว 3-5 ปี

มากกว่า 5 ปี

ไม่สนใจศึกษาต่อ

ถ้าคุณสนใจศึกษาต่อปริญญาโทคณะอื่น โปรดระบุสาขาวิชาหรือคณะที่คุณสนใจ

Your answer _____

คุณเคยศึกษาข้อมูลหลักสูตรมหาดบัณฑิตวิศวกรรมของสถาบันการศึกษาอื่นที่สนใจหรือไม่ *

ไม่เคย

เคย

ถ้าคุณเคยศึกษาข้อมูล กรุณาระบุชื่อหลักสูตรและมหาวิทยาลัยที่สนใจ (ตอบได้หลายหลักสูตร)

Your answer _____



ตอนที่ 3 หลักสูตรมหาวิทยาลัยใหม่ด้วยแบบจำลองการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis)

คำถามทั้งหมด 12 ข้อ แต่ละข้อมี 4 รูปแบบหลักสูตรแตกต่างกัน

คุณรู้จักเทคนิควิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis) หรือไม่ *



- ไม่รู้จัก
- รู้จักแบบทราบเหตุขุ้
- รู้จักแบบทราบเหตุขุ้และเคยนำไปใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์หรือบริการ

คำถามที่ 1 *

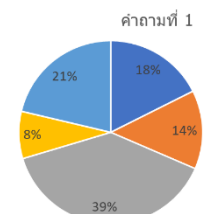
หากคุณกำลังตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโท คุณเลือกหลักสูตรมหาวิทยาลัยวิศวกรรมแบบใด

คำถามที่ 1					ไม่เลือกทั้ง 4
หลักสูตร	นานาชาติ	ภาษาไทย	ภาษาไทย	นานาชาติ	
ช่วงเวลา	นอกเวลา	นอกเวลา	ในเวลา	ในเวลา	
งานวิจัย	สารนิพนธ์	สารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์	วิทยานิพนธ์	
การสอน	ชั้นเรียน	ออนไลน์	ผสมผสาน	ผสมผสาน	
เฉพาะทาง	Human Factor & Ergonomics	Human Factor & Ergonomics	Business Data Analytics	Manufacturing Systems	
ค่าเรียนต่อเทอม	63,500	100,000	63,500	100,000	
ตัวเลือก	<input type="checkbox"/> หลักสูตร A	<input type="checkbox"/> หลักสูตร B	<input type="checkbox"/> หลักสูตร C	<input type="checkbox"/> หลักสูตร D	

คำชี้แจง แต่ละคำถามมีหลักสูตรมหาวิทยาลัยที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ จากการผสมผสานค่าระดับของแต่ละคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ดังตารางต่อไปนี้

คุณลักษณะ	ค่าระดับ	คุณลักษณะ	ค่าระดับ
หลักสูตร	ภาษาไทย นานาชาติ	เฉพาะทาง	<ul style="list-style-type: none"> • Supply Chain Systems • Manufacturing Systems • Business Data Analytics • Human Factor & Ergonomics
ช่วงเวลา	ในเวลา นอกเวลา		
งานวิจัย	วิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์	ค่าเรียนต่อเทอม	<ul style="list-style-type: none"> • 33,500 บาท • 63,500 บาท • 100,000 บาท
การสอน	ชั้นเรียน ออนไลน์ ผสมผสาน		

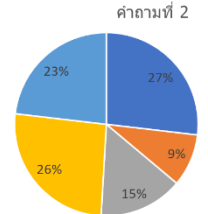
หมายเหตุ***
 สารนิพนธ์ คือ การศึกษาวิจัยอิสระโดยอาศัยการค้นกรองความรู้ที่มีศึกษาไว้แล้ว
 วิทยานิพนธ์ คือ การศึกษาค้นคว้าวิจัยอย่างละเอียดและมีหลักเกณฑ์ มีความซับซ้อนกว่าสารนิพนธ์
 ช่วงในเวลา คือ เรียนในเวลาราชการ
 ช่วงนอกเวลา คือ เรียนนอกเวลาวิชาการ หรือในเสาร์-วันอาทิตย์
 การสอนผสมผสาน คือ เรียนทั้งแบบชั้นเรียนและออนไลน์



คำถามที่ 2 *

หากคุณกำลังตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโท คุณเลือกหลักสูตรมหาวิทยาลัยวิศวกรรมแบบใด

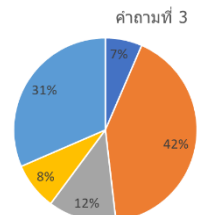
คำถามที่ 2					ไม่เลือกทั้ง 4
หลักสูตร	ภาษาไทย	ภาษาไทย	นานาชาติ	ภาษาไทย	
ช่วงเวลา	นอกเวลา	ในเวลา	ในเวลา	ในเวลา	
งานวิจัย	สารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์	
การสอน	ชั้นเรียน	ชั้นเรียน	ออนไลน์	ออนไลน์	
เฉพาะทาง	Business Data Analytics	Human Factor & Ergonomics	Manufacturing Systems	Business Data Analytics	
ค่าเรียนต่อเทอม	100,000	33,500	63,500	33,500	
ตัวเลือก	<input type="checkbox"/> หลักสูตร A	<input type="checkbox"/> หลักสูตร B	<input type="checkbox"/> หลักสูตร C	<input type="checkbox"/> หลักสูตร D	



คำถามที่ 3 *

หากคุณกำลังตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโท คุณเลือกหลักสูตรมหาวิทยาลัยวิศวกรรมแบบใด

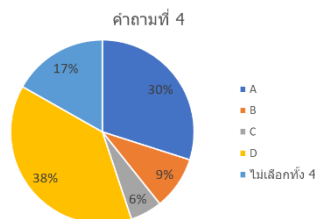
คำถามที่ 3					ไม่เลือกทั้ง 4
หลักสูตร	นานาชาติ	นานาชาติ	ภาษาไทย	นานาชาติ	
ช่วงเวลา	ในเวลา	ในเวลา	ในเวลา	นอกเวลา	
งานวิจัย	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์	สารนิพนธ์	สารนิพนธ์	
การสอน	ออนไลน์	ชั้นเรียน	ออนไลน์	ผสมผสาน	
เฉพาะทาง	Human Factor & Ergonomics	Supply Chain Systems	Human Factor & Ergonomics	Human Factor & Ergonomics	
ค่าเรียนต่อเทอม	100,000	100,000	63,500	100,000	
ตัวเลือก	<input type="checkbox"/> หลักสูตร A	<input type="checkbox"/> หลักสูตร B	<input type="checkbox"/> หลักสูตร C	<input type="checkbox"/> หลักสูตร D	



คำถามที่ 4 *

หากคุณกำลังตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโท คุณเลือกหลักสูตรมหาวิทยาลัยวิศวกรรมแบบใด

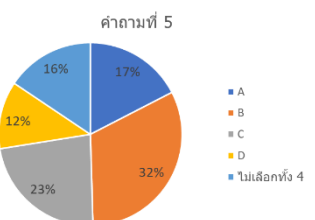
คำถามที่ 4					
หลักสูตร	นานาชาติ	ภาษาไทย	ภาษาไทย	ภาษาไทย	ไม่เลือกทั้ง 4
ช่วงเวลา	ในเวลา	นอกเวลา	ในเวลา	นอกเวลา	
งานวิจัย	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์	วิทยานิพนธ์	
การสอน	ผสมผสาน	ผสมผสาน	ชั้นเรียน	ออนไลน์	
เฉพาะทาง	Supply Chain Systems	Manufacturing Systems	Human Factor & Ergonomics	Business Data Analytics	
ค่าเรียนต่อเทอม	63,500	33,500	100,000	33,500	
ตัวเลือก	<input type="checkbox"/> หลักสูตร A	<input type="checkbox"/> หลักสูตร B	<input type="checkbox"/> หลักสูตร C	<input type="checkbox"/> หลักสูตร D	



คำถามที่ 5 *

หากคุณกำลังตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโท คุณเลือกหลักสูตรมหาวิทยาลัยวิศวกรรมแบบใด

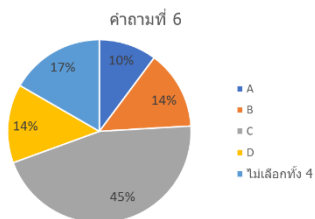
คำถามที่ 5					
หลักสูตร	นานาชาติ	นานาชาติ	ภาษาไทย	ภาษาไทย	ไม่เลือกทั้ง 4
ช่วงเวลา	นอกเวลา	ในเวลา	นอกเวลา	นอกเวลา	
งานวิจัย	สารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์	
การสอน	ผสมผสาน	ออนไลน์	ออนไลน์	ผสมผสาน	
เฉพาะทาง	Manufacturing Systems	Business Data Analytics	Supply Chain Systems	Supply Chain Systems	
ค่าเรียนต่อเทอม	63,500	100,000	33,500	100,000	
ตัวเลือก	<input type="checkbox"/> หลักสูตร A	<input type="checkbox"/> หลักสูตร B	<input type="checkbox"/> หลักสูตร C	<input type="checkbox"/> หลักสูตร D	



คำถามที่ 6 *

หากคุณกำลังตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโท คุณเลือกหลักสูตรมหาวิทยาลัยวิศวกรรมแบบใด

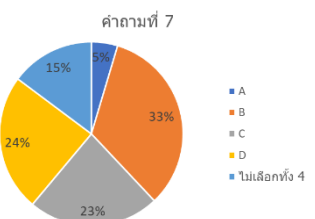
คำถามที่ 6					
หลักสูตร	ภาษาไทย	นานาชาติ	นานาชาติ	ภาษาไทย	ไม่เลือกทั้ง 4
ช่วงเวลา	นอกเวลา	ในเวลา	ในเวลา	ในเวลา	
งานวิจัย	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์	สารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์	
การสอน	ชั้นเรียน	ผสมผสาน	ชั้นเรียน	ออนไลน์	
เฉพาะทาง	Manufacturing Systems	Supply Chain Systems	Business Data Analytics	Supply Chain Systems	
ค่าเรียนต่อเทอม	100,000	100,000	63,500	63,500	
ตัวเลือก	<input type="checkbox"/> หลักสูตร A	<input type="checkbox"/> หลักสูตร B	<input type="checkbox"/> หลักสูตร C	<input type="checkbox"/> หลักสูตร D	



คำถามที่ 7 *

หากคุณกำลังตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโท คุณเลือกหลักสูตรมหาวิทยาลัยวิศวกรรมแบบใด

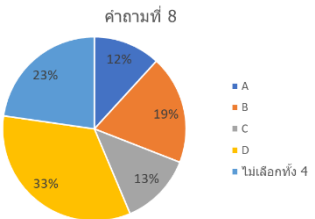
คำถามที่ 7					
หลักสูตร	ภาษาไทย	ภาษาไทย	นานาชาติ	นานาชาติ	ไม่เลือกทั้ง 4
ช่วงเวลา	ในเวลา	นอกเวลา	นอกเวลา	นอกเวลา	
งานวิจัย	สารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์	สารนิพนธ์	
การสอน	ผสมผสาน	ผสมผสาน	ชั้นเรียน	ออนไลน์	
เฉพาะทาง	Manufacturing Systems	Business Data Analytics	Business Data Analytics	Supply Chain Systems	
ค่าเรียนต่อเทอม	100,000	63,500	100,000	63,500	
ตัวเลือก	<input type="checkbox"/> หลักสูตร A	<input type="checkbox"/> หลักสูตร B	<input type="checkbox"/> หลักสูตร C	<input type="checkbox"/> หลักสูตร D	



คำถามที่ 8 *

หากคุณกำลังตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโท คุณเลือกหลักสูตรมหาวิทยาลัยวิศวกรรมแบบใด

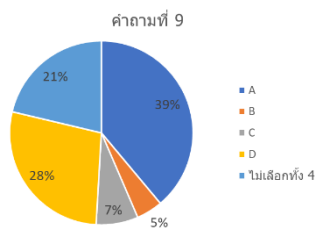
คำถามที่ 8					
หลักสูตร	ภาษาไทย	นานาชาติ	นานาชาติ	ภาษาไทย	ไม่เลือกทั้ง 4
ช่วงเวลา	ในเวลา	นอกเวลา	นอกเวลา	นอกเวลา	
งานวิจัย	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์	
การสอน	ออนไลน์	ออนไลน์	ชั้นเรียน	ชั้นเรียน	
เฉพาะทาง	Manufacturing Systems	Business Data Analytics	Supply Chain Systems	Business Data Analytics	
ค่าเรียนต่อเทอม	33,500	100,000	100,000	33,500	
ตัวเลือก	<input type="checkbox"/> หลักสูตร A	<input type="checkbox"/> หลักสูตร B	<input type="checkbox"/> หลักสูตร C	<input type="checkbox"/> หลักสูตร D	



คำถามที่ 9 *

หากคุณกำลังตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโท คุณเลือกหลักสูตรระหว่างปวช.วิศวกรรมแบบใด

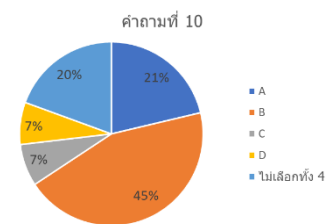
คำถามที่ 9				
หลักสูตร	นานาชาติ	นานาชาติ	ภาษาไทย	ภาษาไทย
ช่วงเวลา	ไม่วเวลา	ไม่วเวลา	ไม่วเวลา	นอเวลา
งานวิจัย	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์
การสอน	ผสมผสาน	ออนไลน์	ชั้นเรียน	ผสมผสาน
เฉพาะทาง	Business Data Analytics	Manufacturing Systems	Manufacturing Systems	Supply Chain Systems
ค่าเรียนต่อเทอม	100,000	100,000	63,500	63,500
ตัวเลือก	<input type="checkbox"/> หลักสูตร A	<input type="checkbox"/> หลักสูตร B	<input type="checkbox"/> หลักสูตร C	<input type="checkbox"/> หลักสูตร D



คำถามที่ 10 *

หากคุณกำลังตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโท คุณเลือกหลักสูตรระหว่างปวช.วิศวกรรมแบบใด

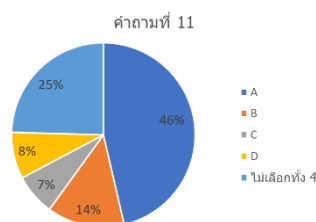
คำถามที่ 10				
หลักสูตร	ภาษาไทย	นานาชาติ	ภาษาไทย	ภาษาไทย
ช่วงเวลา	ไม่วเวลา	นอเวลา	นอเวลา	ไม่วเวลา
งานวิจัย	วิทยานิพนธ์	วิทยานิพนธ์	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์
การสอน	ชั้นเรียน	ออนไลน์	ออนไลน์	ผสมผสาน
เฉพาะทาง	Supply Chain Systems	Business Data Analytics	Manufacturing Systems	Human Factor & Ergonomics
ค่าเรียนต่อเทอม	33,500	63,500	100,000	100,000
ตัวเลือก	<input type="checkbox"/> หลักสูตร A	<input type="checkbox"/> หลักสูตร B	<input type="checkbox"/> หลักสูตร C	<input type="checkbox"/> หลักสูตร D



คำถามที่ 11 *

หากคุณกำลังตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโท คุณเลือกหลักสูตรระหว่างปวช.วิศวกรรมแบบใด

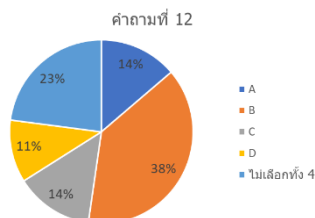
คำถามที่ 11				
หลักสูตร	ภาษาไทย	ภาษาไทย	ภาษาไทย	ภาษาไทย
ช่วงเวลา	ไม่วเวลา	นอเวลา	นอเวลา	นอเวลา
งานวิจัย	สารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์	วิทยานิพนธ์	วิทยานิพนธ์
การสอน	ผสมผสาน	ออนไลน์	ชั้นเรียน	ผสมผสาน
เฉพาะทาง	Business Data Analytics	Supply Chain Systems	Manufacturing Systems	Human Factor & Ergonomics
ค่าเรียนต่อเทอม	63,500	100,000	63,500	33,500
ตัวเลือก	<input type="checkbox"/> หลักสูตร A	<input type="checkbox"/> หลักสูตร B	<input type="checkbox"/> หลักสูตร C	<input type="checkbox"/> หลักสูตร D



คำถามที่ 12 *

หากคุณกำลังตัดสินใจเลือกศึกษาต่อปริญญาโท คุณเลือกหลักสูตรระหว่างปวช.วิศวกรรมแบบใด

คำถามที่ 12				
หลักสูตร	ภาษาไทย	ภาษาไทย	ภาษาไทย	นานาชาติ
ช่วงเวลา	ไม่วเวลา	ไม่วเวลา	นอเวลา	นอเวลา
งานวิจัย	สารนิพนธ์	สารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์	วิทยานิพนธ์
การสอน	ชั้นเรียน	ออนไลน์	ชั้นเรียน	ออนไลน์
เฉพาะทาง	Supply Chain Systems	Business Data Analytics	Manufacturing Systems	Human Factor & Ergonomics
ค่าเรียนต่อเทอม	63,500	33,500	33,500	63,500
ตัวเลือก	<input type="checkbox"/> หลักสูตร A	<input type="checkbox"/> หลักสูตร B	<input type="checkbox"/> หลักสูตร C	<input type="checkbox"/> หลักสูตร D



ตอนที่ 4 หลักสูตรมหันตคติวิศวกรรมใหม่ด้วยแบบจำลองคานโน (Kano's Model)

คุณรู้จักเทคนิคแบบจำลองคานโน (Kano Model) หรือไม่ *



- ไม่รู้จัก
- รู้จักแบบทราบดี
- รู้จักแบบทราบดีและเคยนำไปใช้กับแบบผลิตภัณฑ์หรือบริการ

คำชี้แจง คุณมีความรู้สึกอย่างไรถ้าหลักสูตรมหันตคติวิศวกรรมใหม่ "มี" หรือ "ไม่มี" คุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. ชอบ หมายถึง รู้สึกชอบหรือตื่นเต้นมีคุณลักษณะนั้น
2. ควร มี หมายถึง รู้สึกควรมีคุณลักษณะนั้น
3. เฉยๆ หมายถึง รู้สึกเฉยๆ
4. ยอมรับได้ หมายถึง รู้สึกยอมรับได้ถ้ามีคุณลักษณะนั้น
5. ไม่ชอบ หมายถึง ไม่ชอบถ้ามีคุณลักษณะนั้น

--

คำอธิบายคำศัพท์

สหวิทยาการ (interdisciplinary) คือ บูรณาการความรู้แบบองค์รวมจากสาขาวิชาต่างๆ หลักสูตรวิศวกรรมมหันตคติ สาขาการจัดการความยั่งยืนและบริบทนี้ บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมชีวเวช บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์สาขาต่างๆ อาทิเช่น วิศวกรรมไฟฟ้า เครื่องกล

โครงการเฉพาะกลุ่มผู้เขียน
ตัวอย่าง โครงการผู้นำ และโครงการผู้เชี่ยวชาญเทคนิค สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการดำเนินงาน, มหาวิทยาลัย Berkeley

ร่วมมือสถาบันอื่น
ตัวอย่าง Sasin Chula Engineering Dual Master's Degree Program ความร่วมมือระหว่างสถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์และวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์

<p>ผู้สมัครต้องมีประสบการณ์ทำงาน *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>ชอบ <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> ไม่ชอบ</p>	<p>หลักสูตรเป็นสหวิทยาการ *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>ชอบ <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> ไม่ชอบ</p>
<p>ผู้สมัครไม่จำเป็นต้องมีประสบการณ์ทำงาน *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>ชอบ <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> ไม่ชอบ</p>	<p>หลักสูตรไม่เป็นสหวิทยาการ *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>ชอบ <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> ไม่ชอบ</p>
<p>หลักสูตรมีโครงการเฉพาะกลุ่ม *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>ชอบ <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> ไม่ชอบ</p>	<p>หลักสูตรร่วมมือสถาบันอื่น *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>ชอบ <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> ไม่ชอบ</p>
<p>หลักสูตรไม่มีโครงการเฉพาะกลุ่ม *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>ชอบ <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> ไม่ชอบ</p>	<p>หลักสูตรไม่ร่วมมือสถาบันอื่น *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>ชอบ <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> ไม่ชอบ</p>



ภาคผนวก ข การออกแบบและวิเคราะห์ผล
Choice Based Conjoint Analysis & Kano Model

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การออกแบบและวิเคราะห์ผล Choice-Based Conjoint Analysis ด้วยโปรแกรม R

ด้วยแพ็คเกจ idfix พัฒนาโดย Traets et al. (2020) และแพ็คเกจ poLCA พัฒนาโดย Linzer and Lewis (2011)

- ตัวแปรของคุณลักษณะและค่า
ระดับของผลิตภัณฑ์

```
# Attributes and Levels Information
attribute1 <- list(
  time = c("Full-time", "Part-Time"),
  research = c("Thesis", "IS"),
  language = c("Thai", "English"),
  teach = c("Class", "On-line", "Hybrid"),
  price = c("100,000", "63,500", "33,500"),
  specialist = c("SP", "MS", "BDA", "HFE")

level1 <- c(2,2,2,3,3,4) # 6 Attributes with levels each.
```
- กำหนดรูปแบบตัวแปร และการ
สร้าง Full Factorial Design

```
coding <- c("E","E","E","E","E","E") # Effects coding 6 attributes
Profiles (lvls=level1, coding= coding) # Full Factorial Design
```
- การสร้าง Prior Coefficient

```
# No. of variables = (level - attributes) + 1 (1 = no.choice)
priors <- c(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) # (16-6)+1 = 11
s <- diag(length(priors)) # Prior variance with Matrix Diagonals
```
- การกำหนดค่าอย่างสุ่มจาก
Normal Distribution

```
sim <- MASS::mvrnorm(n = 500, mu = priors, Sigma = s)
sim <- list(sim[, 1:1], sim[, 2:11])
#1 List: coefficient of the opt-out alternative
#2 List: rest of the coefficients
```
- การสร้างแบบสอบถาม
Choice-Based Conjoint

```
set.seed(1234)
alt.cte <- c(0, 0, 0, 0, 1) # 4 Choices per qt + 1 No option
d12.5<-CEA(lvls=level1, coding=coding, n.alts=5, n.sets=12, alt.cte=alt.cte,
  par.draws=sim, no.choice=TRUE, parallel = FALSE, max.iter = 1000 )
d12.5
CBC <- d12.5$design
```
- การแบ่งกลุ่มผู้เรียนด้วย
Latent Class Analysis

```
# Latent Class Analysis with find the best class loop
max_II <- -1000
min_bic <- 1000
for(i in 2:10){
  lc <- poLCA(f2, data2, nclass=i, maxiter=3000,
    tol=1e-5, na.rm=FALSE,
    nrep=10, verbose=TRUE, calc.se=TRUE)
  if(lc$bic < min_bic){
    min_bic <- lc$bic
    LCA_best_model<-lc
  }
}
LCA_best_model # result of best 2 classes
```
- การเตรียมและแปลงข้อมูล
(Reshape) จากแบบสำรวจ

```
##### Reshape Data to Long Shape #####
resC2<-read.csv(file="survey_se_class2.csv",header=TRUE) # 56 respondents
resp = nrow(resC2) # Number of respondents this class
choices = 5 #Number of choice (Including none-option)

## Note: 56 Respondents with 5 concepts and 12 tasks
data<-resC2[2:ncol(resC1)]
personid<-rownames(data)
personid<-as.integer(personid)
data<-cbind(personid,data)
data<-melt(data, id.vars = c("personid")) # 45x12
data<-rbind(data,data,data,data,data)
data<-data[order(data$personid, data$variable),]
nrow(data)
x<-nrow(data)/choices
alt<-rep(1:choices,x)
data<-cbind(data,alt)
cs<-rep(1:x, each =choices)
cs<-sort(cs)
data1<-cbind(data,cs)
lengths(data1)
redata<-mutate(data1, choice=ifelse(value == "A" & alt=="1" |
  value == "B" & alt == "2" |
  value == "C" & alt == "3" |
  value == "D" & alt == "4" |
  value == "No" & alt == "5", 1, 0))
survey<-read.csv(file = "designthesis.csv" ,header = TRUE)
final_class2 <- cbind(redata,survey)
lengths(final_class2)
```

การออกแบบและวิเคราะห์ผล Choice-Based Conjoint Analysis ด้วยโปรแกรม R

ด้วยแพ็คเกจ idfix พัฒนาโดย Traets et al. (2020) และแพ็คเกจ poLCA พัฒนาโดย Linzer and Lewis (2011)

8. การวิเคราะห์ผลด้วย Conditional

Logit Model

```
##### Conditional Logit Model #####  
library(survival)  
  
# Read Reshape data file  
class2 <- read.table(file = "final_class2.txt", header = TRUE)  
  
CLMclass2 <- clogit(choice~alt5.cte + Var11 + Var41 + Var31 + Var21 +  
                  Var22 + Var61 + Var62 + Var63 + Var51 + Var52 +  
                  strata(cs), data = class2)  
CLMclass2 = summary(CLclass2)  
CLMclass2
```



alt5.cte	Var11	Var41	Var31	Var21	Var22	Var61	Var62	Var63	Var51	Var52
0	1	1	1	-1	-1	1	0	0	0	1
0	-1	1	1	0	1	1	0	0	-1	-1
0	-1	-1	-1	1	0	0	0	1	0	1
0	1	-1	-1	1	0	0	1	0	-1	-1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-1	1	1	-1	-1	0	0	1	-1	-1
0	1	-1	-1	-1	-1	1	0	0	1	0
0	-1	-1	1	0	1	0	1	0	0	1
0	-1	-1	-1	0	1	0	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปภาพที่ 25 ตัวอย่างผลแบบสอบถาม CBC ด้วย D-Efficiency

personid	variable	value	alt	cs	choice	alt5.cte	Var11	Var41	Var31	Var21	Var22	Var61	Var62	Var63	Var51	Var52
1	CA1	C	1	1	0	0	1	1	1	-1	-1	1	0	0	0	1
1	CA1	C	2	1	0	0	-1	1	1	0	1	1	0	0	-1	-1
1	CA1	C	3	1	1	0	-1	-1	-1	1	0	0	0	1	0	1
1	CA1	C	4	1	0	0	1	-1	-1	1	0	0	1	0	-1	-1
1	CA1	C	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	CA2	D	1	2	0	0	-1	1	1	-1	-1	0	0	1	-1	-1
1	CA2	D	2	2	0	0	1	-1	-1	-1	-1	1	0	0	1	0
1	CA2	D	3	2	0	0	-1	-1	1	0	1	0	1	0	0	1
1	CA2	D	4	2	1	0	-1	-1	-1	0	1	0	0	1	1	0
1	CA2	D	5	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปภาพที่ 26 การ Reshape แบบ Long ของข้อมูลจากสำรวจ

```
Call:
coxph(formula = Surv(rep(1, 6060L), choice) ~ alt5.cte + Var11 +
  Var41 + Var31 + Var21 + Var22 + Var61 + Var62 + Var63 + Var51 +
  Var52 + strata(cs), data = final_se, method = "exact")
```

n= 6060, number of events= 1212

```
      coef exp(coef) se(coef)      z Pr(>|z|)
alt5.cte -0.15718  0.85455  0.08364 -1.879 0.060227 .
Var11    -0.13703  0.87195  0.03845 -3.564 0.000366 ***
Var41    -0.00624  0.99378  0.03730 -0.167 0.867136
Var31    -0.05134  0.94996  0.03550 -1.446 0.148085
Var21     0.03085  1.03133  0.05135  0.601 0.547970
Var22    -0.07548  0.92729  0.04897 -1.542 0.123191
Var61     0.26278  1.30055  0.06110  4.301 1.70e-05 ***
Var62    -0.43190  0.64927  0.07554 -5.718 1.08e-08 ***
Var63     0.84053  2.31759  0.05286 15.901 < 2e-16 ***
Var51    -0.28427  0.75256  0.05199 -5.468 4.54e-08 ***
Var52     0.16134  1.17508  0.04925  3.276 0.001054 **
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
      exp(coef) exp(-coef) lower .95 upper .95
alt5.cte    0.8546    1.1702    0.7253    1.0068
Var11       0.8719    1.1469    0.8086    0.9402
Var41       0.9938    1.0063    0.9237    1.0691
Var31       0.9500    1.0527    0.8861    1.0184
Var21       1.0313    0.9696    0.9326    1.1405
Var22       0.9273    1.0784    0.8424    1.0207
Var61       1.3005    0.7689    1.1538    1.4660
Var62       0.6493    1.5402    0.5599    0.7529
Var63       2.3176    0.4315    2.0895    2.5706
Var51       0.7526    1.3288    0.6797    0.8333
Var52       1.1751    0.8510    1.0670    1.2942
```

```
Concordance= 0.69 (se = 0.012 )
Likelihood ratio test= 385 on 11 df, p=<2e-16
Wald test = 360.6 on 11 df, p=<2e-16
Score (logrank) test = 402.9 on 11 df, p=<2e-16
```

รูปภาพที่ 27 ผลการวิเคราะห์ CBC โดยรวม ด้วยโปรแกรม R

```

Call:
coxph(formula = Surv(rep(1, 2700L), choice) ~ alt5.cte + Var11 +
      Var41 + Var31 + Var21 + Var22 + Var61 + Var62 + Var63 + Var51 +
      Var52 + strata(cs), data = class1, method = "exact")

n= 2700, number of events= 540

      coef exp(coef) se(coef)      z Pr(>|z|)
alt5.cte -2.19636  0.11121  0.27171 -8.084 6.29e-16 ***
Var11     0.03434  1.03494  0.05049  0.680 0.496470
Var41    -0.08071  0.92246  0.05164 -1.563 0.118090
Var31     0.01948  1.01967  0.04825  0.404 0.686449
Var21     0.03249  1.03302  0.06987  0.465 0.641925
Var22    -0.04173  0.95913  0.06439 -0.648 0.516874
Var61     0.50434  1.65589  0.07770  6.491 8.53e-11 ***
Var62    -0.13535  0.87341  0.08779 -1.542 0.123147
Var63     0.16562  1.18012  0.07825  2.116 0.034308 *
Var51    -0.24916  0.77945  0.06960 -3.580 0.000344 ***
Var52     0.09561  1.10033  0.06750  1.416 0.156651
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

      exp(coef) exp(-coef) lower .95 upper .95
alt5.cte      0.1112      8.9922      0.06529      0.1894
Var11          1.0349      0.9662      0.93742      1.1426
Var41          0.9225      1.0841      0.83367      1.0207
Var31          1.0197      0.9807      0.92765      1.1208
Var21          1.0330      0.9680      0.90082      1.1846
Var22          0.9591      1.0426      0.84541      1.0881
Var61          1.6559      0.6039      1.42198      1.9283
Var62          0.8734      1.1449      0.73535      1.0374
Var63          1.1801      0.8474      1.01232      1.3757
Var51          0.7795      1.2830      0.68005      0.8934
Var52          1.1003      0.9088      0.96397      1.2560

Concordance= 0.696 (se = 0.016 )
Likelihood ratio test= 221 on 11 df,  p=<2e-16
Wald test              = 138.2 on 11 df,  p=<2e-16
Score (logrank) test = 184.3 on 11 df,  p=<2e-16

```

รูปภาพที่ 28 ผลการวิเคราะห์ CBC กลุ่มผู้เรียนที่ 1 ด้วยโปรแกรม R

```

Call:
coxph(formula = Surv(rep(1, 3360L), choice) ~ alt5.cte + Var11 +
      Var41 + Var31 + Var21 + Var22 + Var61 + Var62 + Var63 + Var51 +
      Var52 + strata(cs), data = class2, method = "exact")

n= 3360, number of events= 672

      coef exp(coef) se(coef)      z Pr(>|z|)
alt5.cte  0.92237  2.51525  0.10926  8.442 < 2e-16 ***
Var11    -0.44355  0.64176  0.06943 -6.389 1.67e-10 ***
Var41     0.09664  1.10147  0.06138  1.575 0.115353
Var31    -0.21216  0.80884  0.06156 -3.446 0.000569 ***
Var21    -0.03228  0.96824  0.08499 -0.380 0.704110
Var22    -0.18660  0.82978  0.08225 -2.269 0.023289 *
Var61     0.07564  1.07858  0.11260  0.672 0.501699
Var62    -0.98799  0.37232  0.16298 -6.062 1.34e-09 ***
Var63     1.64257  5.16841  0.09079 18.091 < 2e-16 ***
Var51    -0.48130  0.61798  0.08678 -5.546 2.92e-08 ***
Var52     0.27733  1.31961  0.08102  3.423 0.000620 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

      exp(coef) exp(-coef) lower .95 upper .95
alt5.cte      2.5153      0.3976      2.0304      3.1159
Var11          0.6418      1.5582      0.5601      0.7353
Var41          1.1015      0.9079      0.9766      1.2423
Var31          0.8088      1.2363      0.7169      0.9126
Var21          0.9682      1.0328      0.8197      1.1437
Var22          0.8298      1.2051      0.7062      0.9749
Var61          1.0786      0.9271      0.8650      1.3449
Var62          0.3723      2.6858      0.2705      0.5124
Var63          5.1684      0.1935      4.3259      6.1751
Var51          0.6180      1.6182      0.5213      0.7326
Var52          1.3196      0.7578      1.1258      1.5467

Concordance= 0.785 (se = 0.013 )
Likelihood ratio test= 547.5 on 11 df,  p=<2e-16
Wald test              = 357.4 on 11 df,  p=<2e-16
Score (logrank) test = 528.4 on 11 df,  p=<2e-16

```

รูปภาพที่ 29 ผลการวิเคราะห์ CBC กลุ่มผู้เรียนที่ 2 ด้วยโปรแกรม R

```
=====
Fit for 2 latent classes:
=====
```

```
number of observations: 101
number of estimated parameters: 97
residual degrees of freedom: 4
maximum log-likelihood: -1595.411
```

```
AIC(2): 3384.821
BIC(2): 3638.488
G^2(2): 2272.43 (Likelihood ratio/deviance statistic)
```

```
> LCA2$predclass
```

```
[1] 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 2 1 1 1 1 1 2 1 2 1 1 2 1 2 1 1 2 1 2 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1 2 2
[44] 1 1 1 2 1 1 1 2 2 1 2 2 1 2 2 2 2 1 2 1 1 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2 1 2 2 2 2 2 2 1 2 2 2
[87] 2 1 2 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2
```

รูปภาพที่ 30 ผลของแบบจำลอง Latent Class ที่เหมาะสม 2 กลุ่ม



การเตรียมข้อมูลและวิเคราะห์ผล Kano Model ด้วยโปรแกรม Excel

1. ข้อมูลที่ได้รับจาก Google Form

Timestamp	กลุ่มที่ไม่เต็มใจ		กลุ่มที่ไม่เต็มใจ		กลุ่มที่ไม่เต็มใจ		กลุ่มที่ไม่เต็มใจ		กลุ่มที่ไม่เต็มใจ	
	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ
2022/02/02 5:57:27 PM GMT+7	2	3	3	3	3	2	3	1	3	3
2022/02/02 10:06:50 PM GMT+7	3	3	2	3	1	4	4	2	4	3
2022/02/03 9:24:21 AM GMT+7	3	3	2	4	2	4	3	3	3	3
2022/02/03 12:04:59 PM GMT+7	3	3	3	3	2	4	2	4	2	4
2022/02/03 12:05:35 PM GMT+7	2	5	2	2	1	5	1	5	1	5
2022/02/03 12:07:18 PM GMT+7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2022/02/03 12:07:55 PM GMT+7	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
2022/02/03 12:08:25 PM GMT+7	5	1	3	5	5	1	1	1	5	5
2022/02/03 12:09:01 PM GMT+7	5	1	1	4	3	3	3	3	3	3
2022/02/03 12:09:46 PM GMT+7	3	3	2	4	2	4	2	4	2	4

2. การเตรียมข้อมูลจากการสำรวจแต่ละบุคคลด้วยการกำหนดตัวเลขสำหรับคำตอบแต่ละความพึงพอใจ

- Functional (F)
- Dysfunctional (D)

ID	ประสมการการทำงาน		หลักสูตรสหวิทยาการ		กลุ่มโครงการผู้เรียน		หลักสูตรร่วมสถาบัน	
	F	D	F	D	F	D	F	D
R2_1	3	2	2	2	3	2	4	2
R2_2	2	2	3	2	4	1	3	2
R2_3	2	2	3	1	3	1	2	2
R2_4	2	2	2	2	3	1	3	1
R2_5	3	0	3	3	4	0	4	0
R2_6	2	2	2	2	2	2	2	2
R2_7	2	2	2	2	3	2	2	2
R2_8	0	4	4	0	0	4	4	0
R2_9	0	4	4	1	2	2	2	2
R2_10	2	2	3	1	3	1	3	1

3. สร้างเมทริกซ์

Kano Classification

Functional	Like it 4	Expect it 3	Dysfunctional Neutral 2		Tolerate 1	Dislike 0
			Questionable	Attractive		
Like it	4	Questionable	Attractive	Attractive	Attractive	Performance
Expect it	3	Reverse	Questionable	Indifferent	Indifferent	Must-be
Neutral	2	Reverse	Indifferent	Indifferent	Questionable	Must-be
Tolerate	1	Reverse	Indifferent	Indifferent	Questionable	Must-be
Dislike	0	Reverse	Reverse	Reverse	Reverse	Questionable

4. การกำหนดประเภทคุณลักษณะของคาโนแต่ละบุคคล (Individual Response Classification)

ID	ประสมการการทำงาน	หลักสูตรสหวิทยาการ	กลุ่มโครงการผู้เรียน	หลักสูตรร่วมสถาบัน
R2_1	Indifferent	Indifferent	Indifferent	Attractive
R2_2	Indifferent	Indifferent	Attractive	Indifferent
R2_3	Indifferent	Indifferent	Indifferent	Indifferent
R2_4	Indifferent	Indifferent	Indifferent	Indifferent
R2_5	Must-be	Questionable	Performance	Performance
R2_6	Indifferent	Indifferent	Indifferent	Indifferent
R2_7	Indifferent	Indifferent	Indifferent	Indifferent
R2_8	Reverse	Performance	Reverse	Performance
R2_9	Reverse	Attractive	Indifferent	Indifferent
R2_10	Indifferent	Indifferent	Indifferent	Indifferent

5. การรวบรวมความถี่ (Count) ของแต่ละประเภทคาโนของแต่ละคุณลักษณะโดยรวม

	ประสมการการทำงาน	หลักสูตรสหวิทยาการ	กลุ่มโครงการผู้เรียน	หลักสูตรร่วมสถาบัน
Must-be	2	3	6	1
Performance	6	10	12	21
Attractive	7	15	12	20
Indifferent	69	69	66	54
Reverse	22	4	6	7
Questionable	4	9	8	7

6. การวิเคราะห์ผล Kano Model ด้วยความถี่หรือร้อยละ เพื่อหาประเภทของคุณลักษณะจากค่านิยม (Mode)

Attribute	Percentage (%)							Coefficient		
	Must-be	Performance	Attractive	Indifferent	Reverse	Questionable	Category	SI	DI	CSI
ประสมการการทำงาน	2%	5%	6%	63%	20%	4%	Indifferent	0.12	-0.08	0.62
หลักสูตรสหวิทยาการ	3%	9%	14%	63%	4%	8%	Indifferent	0.25	-0.13	0.52
กลุ่มโครงการผู้เรียน	5%	11%	11%	60%	5%	7%	Indifferent	0.24	-0.18	0.75
หลักสูตรร่วมสถาบัน	1%	19%	18%	49%	6%	6%	Indifferent	0.40	-0.21	0.54



ตารางที่ 29 หลักสูตรมหาบัณฑิตวิศวกรรมอุตสาหกรรมของมหาวิทยาลัยประเทศไทย

มหาวิทยาลัย	หลักสูตร	ชื่อหลักสูตร	สถาบันร่วม	ภาษาที่ใช้สอน		รูปแบบการสอน			งานวิจัย		เวลาเรียน		
				ไทย	อังกฤษ	ชั้นเรียน	ออนไลน์	ผสมผสาน	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์	สอบประเมินผล	ในเวลา	นอกเวลา
จุฬาลงกรณ์	วศ.ม.	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	-	X	-	X	-	-	X	-	-	X	X
จุฬาลงกรณ์	วศ.ม.& บธ.ม.	Sasin Chula Engineering Dual Master's Degree Program	ศศิรินทร์ จุฬาลงกรณ์ฯ		X	X	-	-	X	-	-	X	X
จุฬาลงกรณ์	วศ.ม.& วท.ม.	Supply Chain and Logistics Management	Warwick University	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X
จุฬาลงกรณ์	วศ.ม.& วท.ม.	Engineering Business Management	Warwick University	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X
จุฬาลงกรณ์	วศ.ม.& วท.ม.	Service Management and Design	Warwick University	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X
AIT	วศ.ม.	Industrial and Manufacturing Engineering	-	-	X	X	-	X	X	X	-	X	X
AIT	วศ.ม.	Industrial and Manufacturing Engineering (Professional Master)	-	-	X	X	-	X	X	X	-	-	X
มหิดล	วศ.ม.	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	-	X	-	X	-	-	X	X	-	X	X
มหิดล	วศ.ม.	โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (กลุ่มวิชาโลจิสติกส์ อุตสาหกรรมและการ บริการ)	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	X
มหิดล	วศ.ม.	โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (กลุ่มวิชาโลจิสติกส์การ ดูแลลูกค้า)	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	X
เชียงใหม่	วท.ม.	การจัดการอุตสาหกรรม	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	X
เชียงใหม่	วศ.ม.& วท.ม.	วิศวกรรมโลจิสติกส์และ การจัดการโซ่อุปทาน	University Magdeburg	-	X	X	-	-	X	X	-	X	X
เชียงใหม่	วศ.ม.	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	-	X	-	X	-	-	X	X	-	X	X
ธรรมศาสตร์	วศ.ม.	การจัดการทางวิศวกรรม	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	X
เกษตรศาสตร์	วศ.ม.	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	
ขอนแก่น	วศ.ม.	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	
ขอนแก่น	วศ.ม.	วิศวกรรมการจัดการ อุตสาหกรรมและโลจิสติกส์	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	
ขอนแก่น	วศ.ม.	วิศวกรรมวัสดุและการผลิต	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	
ขอนแก่น	วศ.ม.	Industrial and System Engineering	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	
พระจอมเกล้า ธนบุรี	วศ.ม.	วิศวกรรมอุตสาหกรรมและ ระบบการผลิต	-	X	-	-	X	-	X	X	-	-	X
สงขลานครินทร์	วศ.ม.	วิศวกรรมอุตสาหกรรมและ ระบบ	สถาบัน เทคโนโลยีแห่ง เอเชีย	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
สงขลานครินทร์	วศ.ม.	สาขาวิชาการจัดการ อุตสาหกรรม	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	X

มหาวิทยาลัย	หลักสูตร	ชื่อหลักสูตร	สถาบันร่วม	ภาษาที่ใช้สอน		รูปแบบการสอน			งานวิจัย		เวลาเรียน		
				ไทย	อังกฤษ	ชั้นเรียน	ออนไลน์	ผสมผสาน	วิทยานิพนธ์	สารนิพนธ์	สอบประเมินผล	ในเวลา	นอกเวลา
สงขลานครินทร์	วศ.ม.	วิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
ลาดกระบัง	วศ.ม.	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	-	X	-	X	-	-	X	-	-	X	X
บูรพา	วศ.ม.	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	-	X	-	X	-	-	X	-	-	X	X
นครสวรรค์	วศ.ม.	วิศวกรรมการจัดการ	-	X	-	X	-	-	X	X	-	X	X
พระนครเหนือ	วท.ม.	การจัดการนวัตกรรมเพื่อธุรกิจและอุตสาหกรรม	-	X	-	X	-	-	X	X	-	X	-
พระนครเหนือ	วศ.ม.	การจัดการเทคโนโลยีวิศวกรรม	-	X	-	X	-	-	X	-	X	X	-
พระนครเหนือ	วศ.ม.	วิศวกรรมการผลิต	-	X	-	X	-	-	X	-	-	X	X
พระนครเหนือ	วศ.ม.	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	-	X	-	X	-	-	X	-	-	X	-
พระนครเหนือ	วศ.ม.	วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	X
พระนครเหนือ	วศ.ม.	วิศวกรรมขนถ่ายวัสดุและโลจิสติกส์	-	X	-	X	-	-	X	-	-	X	X
พระนครเหนือ	วศ.ม.	วิศวกรรมอัตโนมัติ	-	X	-	X	-	-	X	-	-	X	-

บรรณานุกรม

- Anand, A., Bansal, G., & Aggrawal, D. (2018). Choice based diffusion model for predicting sales of mobile phones using conjoint analysis. *The Journal of High Technology Management Research*, 29(2), 216-226. <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2018.09.008>
- Chaturvedi, S., Tiwari, A., & Abhishek, G. (2020). A Study on Determining Key Attributes For Selection of Management Institutes Using Analytical Hierarchy Process (AHP). *UNNATI The Business Journal*, 8(1).
- Crawford, M. , & Benedetto, A. D. (2010). *New Product Management* (10 ed.). McGraw-Hill Irwin.
- Gustafsson, A. , Herrmann, A., & Huber, F. (2007). *Conjoint Measurement Methods and Application* (4 ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-71404-0_16
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis: Pearson New International Edition* (Vol. Seventh edition) [Book]. Pearson.
- Hauber, A. B., González, J. M., Groothuis-Oudshoorn, C. G., Prior, T., Marshall, D. A., Cunningham, C., IJzerman, M. J., & Bridges, J. F. (2016). Statistical methods for the analysis of discrete choice experiments: a report of the ISPOR conjoint analysis good research practices task force. *Value in health*, 19(4), 300-315. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2016.04.004>
- Ivy, J. (2008). A new higher education marketing mix: the 7Ps for MBA marketing. *International Journal of educational management*, 288-299. <https://doi.org/10.1108/09513540810875635>
- Lebeau, K., Van Mierlo, J., Lebeau, P., Mairesse, O., & Macharis, C. (2012). A choice-based conjoint analysis on the market potential of PHEVs and BEVs in Flanders. *World Electric Vehicle Journal*, 5(4), 871-880. <https://doi.org/10.3390/wevj5040871>
- Linzer, D. A., & Lewis, J. B. (2011). poLCA: An R package for polytomous variable latent class analysis. *Journal Of Statistical Software*, 42, 1-29. <https://doi.org/10.18637/jss.v042.i10>
- Merino-Castello, A. (2003). Eliciting consumers preferences using stated preference discrete choice models: contingent ranking versus choice experiment. *UPF economics and business working paper*(705). <https://doi.org/10.2139/ssrn.562982>
- Orme, B. K. (2006). *Getting started with conjoint analysis: strategies for product design and pricing research* <https://www.scribd.com/document/340926683/Bryan-K-Orme-Getting->

[Started-With-Conjoint-Analysis-Strategies-for-Product-Design-and-Pricing-Research-Research-Publishers-LLC-2009](#)

Pérez-Troncoso, D. (2020). A step-by-step guide to design, implement, and analyze a discrete choice experiment. *arXiv preprint arXiv:2009.11235*.

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.11235>

Raghavarao, D., Wiley, J. B., & Chitturi, P. (2011). *Choice-based Conjoint Analysis*. CRC Press

<https://doi.org/10.1201/9781420099973>

Rizzo, P. V., Harwood, W. S., & Drake, M. A. (2020). Consumer Desires and Perceptions of

Lactose-free Milk. *J Dairy Sci*, 103(8), 6950-6966. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17940>

Santorico, S., & Austin, E. (2017). *Introduction to Latent Class Analysis with an Application to Vitiligo*. Wyatt “Miller” Miller.

Sawtooth Software, Inc. (2017). *The CBC System for Choice-Based Conjoint Analysis*. Sawtooth

Software, Inc. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-CBC-System-for-Choice-Based-Conjoint-Analysis/c98a88e5a43ee6118c9a5d1411a2bb23a4a52674>

Steimle, L.N., Sun, Y., Johnson, L., Besedeš, T., Mokhtarian, P., & Nazzal, D. (2022). Students’ preferences for returning to colleges and universities during the COVID-19 pandemic: A discrete choice experiment. *Socio-economic planning sciences*, 101266.

<https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101266>

TCAS. (2565). *TCAS65 - ระบบการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2565*. Retrieved 3/6 from <https://www.mytcas.com/>

Traets, F., Sanchez, D. G., & Vandebroek, M. (2020). Generating optimal designs for discrete choice experiments in R: the Idefix package. *Journal Of Statistical Software*, 96, 1-41.

<https://doi.org/10.18637/jss.v096.i03>

Verma, D., & Dawar, R. (2013). Application of quality function deployment in an engineering college using analytical hierarchy process. *International Journal of Engineering Research and Application*, 3(5), 1993-2004.

Wang, C., & Wu, C. W. (2014). Combining conjoint analysis with Kano model to optimize product varieties of smart phones: A VIKOR perspective. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 31(4), 177-186.

<https://doi.org/10.1080/21681015.2014.918566>

- Wiklund, P. S., & Wiklund, H. (1999). Student focused design and improvement of university courses. *Managing Service Quality: An International Journal*, 434-443.
<https://doi.org/10.1108/09604529910302118>
- Xu, Q., Jiao, R. J., Yang, X., Helander, M., Khalid, H. M., & Opperud, A. (2009). An analytical Kano model for customer need analysis. *Design studies*, 30(1), 87-110.
<https://doi.org/10.1016/j.destud.2008.07.001>
- Zha, D., Yang, G., Wang, W., Wang, Q., & Zhou, D. (2020). Appliance energy labels and consumer heterogeneity: A latent class approach based on a discrete choice experiment in China. *Energy Economics*, 90, 104839. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104839>
- เสกสรร สุธรรมานนท์, & นิรชรา บุญญานวัตร. (2556). การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (Publication Number 3) วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ วิศวกรรมอุตสาหกรรมและระบบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. (2562). *Industrial Engineering Chula — IECU*. <https://ienext.eng.chula.ac.th/>
- นัทรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2549). ความเหมือนของการทดสอบที่และการวิเคราะห์ความแปรปรวนกับการวิเคราะห์ถดถอย. *วารสารปริชาต*, 19(1), 44-55.
- ชนิกานต์ ศรีทันดร. (2559). คุณลักษณะ *Co-working Space* ที่ผู้บริโภครู้ชอบ เมื่อต้องตัดสินใจเลือกใช้บริการ วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ธวัชชัย คงสุวรรณ. (2563). ความพึงพอใจในการเลือกที่อาศัยเพื่อวิถีชีวิตใหม่ วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
<https://ethesis.lib.ku.ac.th/dspace/handle/123456789/549>
- ปารเมศ ชูติมา. (2545). การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิติพัฒน์ นิตยกุลพันธุ์. (2563). แบบจำลองที่มีตัวเลือกสองทาง (*Binary Response Models*)
- พรเพ็ญ วงศ์พจน์. (2559). ปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจของนักศึกษาในการเลือกเรียนระดับบัณฑิตศึกษา และแนวทางการเพิ่มจำนวนนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สาขาวิชาบริหารทางการศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มหาวิทยาลัยมหิดล, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. (2564). วิศวกรรมอุตสาหกรรม คืออะไร.

<https://www.eg.mahidol.ac.th/dept/egie/main/about/whatisie>

มาริสา เจริญประไพ. (2558). ระบบรับความต้องการของลูกค้าเพื่อแผนการพัฒนาผลิตภัณฑ์รถยนต์ โดยโมเดลคาโนและเทคนิคการแปรหน้าที่เชิงคุณภาพ วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

<http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/50035>

ยุทธ ไถยวรร. (2555). หลักการและการใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์สำหรับงานวิจัย. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 4(1), 1-12.

วารารณ พกนนท์. (2546). การประยุกต์เทคนิคการแปรหน้าที่คุณภาพในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

<http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/65777>

วิภาวี พรประสิทธิ์. (2560). การศึกษาความเต็มใจจ่ายในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เสริมอาหารประเภทวิตามินผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้สูงอายุ วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สมเกียรติ จันทร์เทศ, ธงชัย, สุวรรณสิขณัน, & สุนทรี, สุวรรณสิขณัน. (2014). การประยุกต์แบบจำลองคาโนค้นหาความต้องการของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์มะม่วงอัดเม็ด. Proceedings of 51st Kasetsart University Annual Conference: Agricultural Extension and Home Economics, Agro-Industry,

สันติ แสงเลิศไสว. (2560). ทักษะและความเต็มใจจ่ายของผู้บริโภคต่อสินค้าข้าวบรรจุถุง ที่ได้รับการรับรองการค้ำที่เป็นธรรมในรูปแบบเฉพาะของประเทศไทย วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิทธิศักดิ์ มหาชัยชนะกุล. (2559). การสร้างแผนแบบพื้นผิวตอบสนองที่มีความแกร่งต่อข้อมูลสูญหาย วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สถิติประยุกต์) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	มุกรินทร์ ทองโอเอี่ยม
วัน เดือน ปี เกิด	1 มิถุนายน พ.ศ.2537
สถานที่เกิด	จังหวัดตรัง
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีวิศวกรรม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	อำเภอเมือง จังหวัดตรัง
ผลงานตีพิมพ์	International Conference on Management Science and Industrial Engineering (MSIE): Identifying Customer Needs for a Master's Degree Program in Industrial Engineering: A Case Study from Prospective Students' Insights

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY