



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

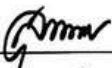
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง
ด้วยจักรกลการเรียนรู้

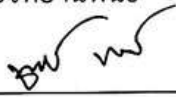
โดย นายวรุฒ บุญประยงค์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

 _____ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ จันทรวิวัฒน์)

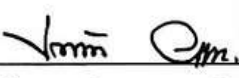
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 _____ ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ทรงคุณวุฒิชาญวิทย์ ทรเทพ)

 _____ กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พินันท์ ฉัตรวัฒนา)

 _____ กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ ปิริยะสุรวงศ์)

 _____ กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข)

 _____ กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ)

 _____ กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล รำไพ)

ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความกดดัน
ทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยจักรกลการเรียนรู้

นายวรุตม์ บุญประยงค์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายวรุฒ บัญประยงค์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัด
ทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยจักรกลการเรียนรู้
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.พินันทา ฉัตรวัฒนา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : ศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
ปีการศึกษา : 2566

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ตัวชี้วัดทักษะทางการพยาบาล (2) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง (3) เพื่อสร้างโมเดลการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง (4) เพื่อพัฒนาระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง (5) เพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง (6) เพื่อหาความสัมพันธ์ทักษะทางการพยาบาลกับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ประชากร คือ นักศึกษาหลักสูตรพยาบาล ศาสตรบัณฑิต วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี จักรีรัช จำนวน 165 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน การตัดสินใจแบบต้นไม้

ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางมี 6 องค์ประกอบ 58 ตัวชี้วัด ค่า Chi-Square (χ^2) = 14.226, df = 8 p-value = .076 Relative Chi-Square = 1.778 GFI = .974 NFI = .943 TLI = .951 CFI = .974 RMSEA = .069 RMR = .113 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลของอัลกอริทึม Decision Tree มีเหมาะสมมากที่สุดโดยมีค่า AUC (Area Under ROC Curve) เท่ากับ 0.990 ค่า CA (Classification Accuracy) เท่ากับ 0.845 ค่า F1 (F1 Score) เท่ากับ 0.837 ค่า Prec (Precision) เท่ากับ 0.855 ค่า Recall (Recall) เท่ากับ 0.845 และค่า MCC (Matthew Correlation Coefficients) เท่ากับ 0.818 ผลการพยากรณ์สามารถพยากรณ์ได้ 96.6% node จำนวน 17 nodes และ 9 leaves การนำผลวิจัยไปใช้จะช่วยให้นักศึกษาพยาบาลมีแนวทางในการพัฒนาการเรียนและเตรียมพร้อมกับวิชาชีพในการปฏิบัติงานของตนเอง ผู้บริหารสามารถนำไปปรับปรุงหลักสูตรให้มีความเฉพาะทางวิชาชีพพยาบาลมากยิ่งขึ้น

(วิทยานิพนธ์มีทั้งสิ้น 111 หน้า)

คำสำคัญ : จักรกลการเรียนรู้ วิเคราะห์องค์ประกอบ การตัดสินใจแบบต้นไม้ ความถนัด
ทางการพยาบาลเฉพาะทาง ทักษะทางการพยาบาล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Name : Mr.Varude Boonprayong
Thesis Title : Nursing Skills Evaluation System for Predict Nursing Specialty
with Machine Learning
Major Field : Information and Communication Technology for Education
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Associate Professor Dr.Pinanta Chatwattana
Co-Advisor : Professor Dr.Pallop Piriyasurawong
Academic Year : 2023

Abstract

The aims of this research were as follows: (1) to examine and consolidate indicators of nursing skills, (2) to analyze the factors that influence aptitude in specialty nursing, (3) to construct a predictive model for specialty nursing aptitude, (4) to establish a nursing skills evaluation system for predicting specialty nursing aptitude, (5) to predict specialty nursing aptitude, (6) to investigate the correlation between nursing skills and specialty nursing aptitude. Population consists of students enrolled in the Bachelor of Nursing program at Boromrajonani College of Nursing, Chakiraj. Research tool employed in this study is a questionnaire. Confirmatory Factor Analysis was employed to analyze in the investigation. The decision tree is a widely used machine learning algorithm.

The findings of the study revealed that the examination of variables influencing nursing aptitude encompassed six components and 58 indicators. Chi-square (χ^2) is calculated to be 14.226, 8 degrees of freedom and p-value = .076. This indicates a relative relationship. The chi-square value = 1.778, goodness-of-fit index = .974, normed fit index = .943, Tucker-Lewis index = .951, comparative fit index = .974, root mean square error of approximation = .069, and root mean square residual = .113. The evidence suggests that the model aligns with the observed empirical data. The Decision Tree approach yielded highly favorable results, as evidenced by Area Under ROC Curve = 0.990, Classification Accuracy = 0.845, F1 Score = 0.837, Precision = 0.855, Recall = 0.845, and Matthew Correlation Coefficients = 0.818. Administrators possess the capacity to enhance the curriculum by including a greater degree of specialization within the nursing profession.

(Total 111 page)

Keywords : Machine Learning Confirmatory Factor Analysis Decision Tree Specialty of
Nursing, Nursing Skills

P. Chatwattana

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้เป็นอย่างดี ด้วยความกรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำอย่างยืงจากรองศาสตราจารย์ ดร.พินิตา ฉัตรวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยดูแล ช่วยแก้ไขข้อบกพร่อง แนะนำการทำวิทยานิพนธ์ ติดตามการทำวิจัย เสียสละเวลาอันมีค่าดูแลตลอดมา ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ถ่ายทอดความรู้ด้านวิธีการกลการเรียนรู้ เสียสละเวลาให้คำแนะนำปรึกษา ให้โอกาสพัฒนาตนเอง รวมถึงเป็นแบบอย่างของความเป็นครูและนักวิจัยที่ดีที่สุดสำหรับผู้วิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข ที่กรุณาให้ความรู้และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ ที่ดูแลให้คำปรึกษาทุกเรื่อง เป็นกำลังใจและชี้แนะมาตลอด ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล ร้าไพ ที่ช่วยทำให้ทำให้ดุขงวินิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณนายแพทย์ชาญวิทย์ ทรัพย์เทพ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ สั่งสอนการทำงานมาตลอด ขอขอบพระคุณ ดร.อัจฉรา คำมะทิตย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพร เนาว์สุวรรณ และอาจารย์นัยนา แก้วคง ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ให้ความรู้และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน ที่ได้กรุณาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะการปรับปรุงและนำไปพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยให้ดียิ่งขึ้นขอขอบพระคุณ ดร.ประกริต รัชวัตร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมวัฒน์ รุ่งเรือง ผู้อำนวยการวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี จักรีราช ที่กรุณาช่วยเหลือ และอนุญาตทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือร่วมมือเป็นอย่างดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ และครอบครัวที่คอยให้กำลังใจเสมอมา แก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา และคุณความดีใด ๆ ที่จะเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

วรุตม บุญประยงค์

สารบัญ

	หน้า
5.3 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)	70
5.4 การสร้างโมเดลการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง	71
5.5 การพัฒนาระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัด ทางการพยาบาลเฉพาะทาง	72
5.6 การหาความสัมพันธ์ทักษะทางการพยาบาลกับความถนัดทางการพยาบาล เฉพาะทาง	73
บทที่ 6 อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	75
6.1 การอภิปรายผล	75
6.2 ข้อเสนอแนะ (Suggestions)	77
บรรณานุกรม	79
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	87
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	89
ภาคผนวก จ บทความที่ตีพิมพ์	101
ประวัติผู้วิจัย	111

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 แนวคิดการใช้ขนาดตัวอย่าง สำหรับการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบในการวิจัย	18
3-1 พจนานุกรมข้อมูลทักษะทางการแพทย์และความถนัดทางการแพทย์	51
4-1 ผลคะแนนการสอบทักษะทางการแพทย์ตามแบบ OSCE	59
4-2 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบเชิงยืนยัน	60
4-3 ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อความถนัดทางการแพทย์	61
4-4 ผลการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบเชิงยืนยัน	62
4-5 แสดงข้อมูล Information Gain ของโมเดล Decision Tree	64

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดวิจัย	7
2-2 ความมุ่งหมาย (Aims) จุดหมาย (Goals) และจุดมุ่งหมาย (Objectives)	26
2-2 ประเภทของจักรกลการเรียนรู้	27
2-3 แสดงลักษณะตัวแปร Y ที่เป็น Target	31
2-4 กราฟเปรียบเทียบแสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล	31
2-5 การพัฒนาระบบตามแบบ SDLC	32
2-6 Waterfall model	34
2-7 Iterative model	34
2-8 Spiral model	35
2-9 V- model	35
2-10 Big Bang model	36
2-11 Agile model	36
3-1 ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง	41
3-2 การประมาณขนาดตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G* Power 3.1.9.4	43
3-3 แสดงการปรับโมเดลเพื่อแสดงค่าใน output	47
3-4 แสดงตาราง Confusion Matrix แบบ 2x2	48
3-5 แสดงการเปรียบเทียบอัลกอริทึม	49
3-6 แสดงค่า Confusion Matrix ของอัลกอริทึมใน classification model	50
3-7 ส่วนประกอบของต้นไม้ตัดสินใจ	50
3-8 แสดง Flowchart Classification Model	52
3-9 แสดงการทำงานของอัลกอริทึม Decision Tree	53
3-10 แสดงการพัฒนาระบบด้วย Big Bang Model	54
3-11 แสดงโปรแกรม Glide app	55
3-12 แสดงหน้าหลักของระบบที่ใช้การพยากรณ์	55
3-13 แสดงผลการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง	57
4-1 ผลการวิเคราะห์ CFA ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง	63
4-2 แสดงตาราง Confusion Matrix	65
4-3 ผลของอัลกอริทึม Decision Tree	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5-1 รูปแบบฝึกอบรบฐานสมรรถนะพหุวัฒนธรรมสำหรับนักประชาสัมพันธ์ดิจิทัล	72
5-2 หน้าจอบบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเฉพาะทางเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง	73

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

การศึกษาเป็นเรื่องที่สำคัญของมวลมนุษยชาติ ในการศึกษาแต่ละวิชาชีพล้วนแล้วแต่เกิดจากความสนใจของตนเองส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งขอให้ได้เข้าเรียนจะเรียนอะไรก็ได้แต่สิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นคือ หลังจากจบการศึกษาจะต้องไปทำงานซึ่งจะมีหลายคนที่ไม่ได้ทำงานตามที่ตนเองจบการศึกษามาจะส่งผลกลับไปยังสถาบันการศึกษาที่ทำหน้าที่ผลิตบัณฑิตในหลาย ๆ ด้านวิชาชีพพยาบาลเป็นวิชาชีพที่ต้องอาศัยความอดทน มีความรักในวิชาชีพ มีทักษะทางการพยาบาล และความถนัดทางการพยาบาล พยาบาลเป็นผู้ที่มีส่วนสำคัญในการดูแลผู้ป่วย ในแต่ละปีมีพยาบาลลาออกประมาณ 7,000 คน ด้วยเหตุผลงานหนักเพราะมีผู้ป่วยจำนวนมาก ค่าตอบแทนน้อย (HFogus, 2019) และอีกหนึ่งเหตุผลคือ ไม่สามารถทำงานตามที่ตัวเองถนัดหรือมีความสุขในการทำงานได้ การศึกษาในวิชาชีพพยาบาลมีการเรียนการสอนตลอดหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิตเป็นระยะเวลา 4 ปี มีค่าใช้จ่าย 440,000 บาท ต่อคนต่อหลักสูตร (HFogus, 2023) หนึ่งในสถาบันการศึกษาที่ผลิตบัณฑิตเพื่อเป็นพยาบาลวิชาชีพคือ คณะพยาบาลศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก ซึ่งมีวิทยาลัยพยาบาลในสังกัดจำนวน 29 วิทยาลัยกระจายอยู่ทั่วประเทศและจบเป็นพยาบาลในแต่ละปีหลายพันคน (สถาบันพระบรมราชชนก, 2562) อัตลักษณ์ของสถาบันที่กล่าวว่า เก่ง ดี และมีความสุขเป็นสิ่งที่วิทยาลัยนำไปใช้ในการผลิตพยาบาลให้มีคุณภาพ และจำเป็นจะต้องมีทักษะทางการพยาบาลตามมาตรฐานของสถาบันและสภาการพยาบาล ทักษะทางการพยาบาลเป็นการสะสมความรู้ของการเรียนตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 จนถึงปี 4 ดังนั้นการที่นักศึกษาพยาบาลจะสามารถคาดการณ์ตัวเองได้ว่า ความถนัดทางการพยาบาลของตนเองเป็นอย่างไร จะทำให้พัฒนาตนเองในช่วงที่กำลังศึกษาได้ และความถนัดทางการพยาบาลจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานมีความสุขในการทำงาน สามารถปฏิบัติงานในงานที่ตัวเองถนัดที่สำคัญจะช่วยลดอัตราการลาออกของพยาบาล และเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการพัฒนาหลักสูตรให้เหมาะสมมากขึ้น

ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางเป็นสมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง เป็นคุณลักษณะและความสามารถพิเศษของบุคคลส่งผลให้ประสบความสำเร็จในศึกษาเล่าเรียนจนกระทั่งการทำงานการที่บุคคลจะเรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับทางเลือกเรียนสาขาวิชาที่มีความถนัดเมื่อเข้ามาเรียนจะมีความเพียรพยายามและมุ่งมั่นที่จะเรียนให้สำเร็จ แต่ตามข้อเท็จจริงแล้วยังพบว่า มีนักศึกษาที่ไม่สำเร็จการศึกษาตามเวลาที่กำหนดในหลักสูตร หรือมีบางส่วนที่ต้องออกกลางคันเนื่องจากไม่มีความถนัดในสาขาวิชาที่เรียน การที่จะทราบว่าบุคคลมีความถนัดด้านใดนั้น สามารถวัดได้จากแบบทดสอบความถนัดโดยวัดปริมาณความรู้ พฤติกรรมและลักษณะต่าง ๆ ของตัวบุคคล การทดสอบความถนัดจึงมีผลต่อวิชาชีพที่เหมาะสมกับตนเองและมีความสำคัญในการวางแผนการทำงาน เพราะถ้าบุคคลมีความถนัดสอดคล้องกับอาชีพใดแล้วจะมี โอกาสประสบความสำเร็จในอาชีพนั้นสูง มีความพึงพอใจในงานและการคงอยู่ในงานระยะยาว กับลักษณะงานการพยาบาล

ที่ปฏิบัติการรักษาพยาบาล ฟื้นฟูสภาพ ป้องกันโรคและส่งเสริมสุขภาพแก่บุคคล ครอบครัวและชุมชน ทั้งในสภาวะสุขภาพดีและเจ็บป่วยรวมทั้งช่วยแพทย์ทำการรักษาโรค

จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนอาชีพ (สารนิติ บุญประสพ, 2560) ดังนั้นการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลตั้งแต่กำลังศึกษาของนักศึกษาพยาบาลจะช่วยให้ทราบถึงสมรรถนะของตนเองทำให้มีการปรับตัวต่อการเรียนเพื่อให้เกิดทักษะและความถนัดทางการพยาบาลได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและการทำงานในวิชาชีพพยาบาลได้อย่างมีความสุขและดูแลผู้ป่วยได้เป็นอย่างดี

การพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วย Machine Learning เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Machine Learning เพื่อคาดการณ์ว่านักศึกษาพยาบาลคนใดมีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จในการประกอบวิชาชีพพยาบาลเฉพาะทางสาขาใดสาขาหนึ่ง โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับนักศึกษาพยาบาล เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา ทักษะทางเทคนิค ทัศนคติ ความสนใจ เป็นต้น การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้ Machine Learning ในการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง พบว่า Machine Learning สามารถพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางได้อย่างแม่นยำในระดับหนึ่ง ตัวอย่างเช่น การศึกษาวิจัยชิ้นหนึ่งพบว่า Machine Learning สามารถพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางสาขากุมารเวชศาสตร์ได้อย่างถูกต้องถึง 80% (Dunn, 2010) การศึกษาวิจัยชิ้นหนึ่งใช้ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลการศึกษา และข้อมูลการฝึกงานของนักศึกษาพยาบาลในการพยากรณ์ความถนัดในการประกอบวิชาชีพพยาบาลเฉพาะทางด้านศัลยศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า โมเดล Machine Learning สามารถพยากรณ์ความถนัดในการประกอบวิชาชีพพยาบาลเฉพาะทางด้านศัลยศาสตร์ได้แม่นยำถึง 70% (Pojon, 2017) การใช้ Machine Learning ในการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางมีข้อดีหลายประการ ดังนี้ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการคัดเลือกนักศึกษาพยาบาลเข้าฝึกงานหรือเข้าทำงานในสาขาที่ต้องการ ช่วยส่งเสริมความเท่าเทียมในการคัดเลือกนักศึกษาพยาบาลเข้าฝึกงานหรือเข้าทำงานในสาขาที่ต้องการ ช่วยส่งเสริมความพึงพอใจในการทำงานของนักศึกษาพยาบาล อย่างไรก็ตาม การใช้ Machine Learning ในการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ยังมีข้อจำกัดบางประการ คือ ข้อมูลที่ใช้สำหรับการฝึกอบรมโมเดล Machine Learning อาจไม่เพียงพอหรือมีความคลาดเคลื่อน โมเดล Machine Learning อาจไม่สามารถพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางได้อย่างแม่นยำสำหรับนักศึกษาพยาบาลทุกคน ในอนาคต คาดว่าการใช้ Machine Learning ในการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางจะได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยี Machine Learning มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และมีความแม่นยำในการพยากรณ์ที่สูงขึ้น (Guabassi et al., 2021; Kaur, 2018)

ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยวิธีการกลการเรียนรู้ เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) มาใช้ในการประเมินทักษะทางการพยาบาล ซึ่งนับเป็นการพัฒนารูปแบบการประเมินทักษะทางการพยาบาลครั้งสำคัญ เนื่องจากสามารถประเมินทักษะทางการพยาบาลได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากกว่ารูปแบบการประเมินแบบเดิมที่ใช้การทดสอบความรู้และทักษะทางทฤษฎีและปฏิบัติเพียงอย่างเดียว (Ghorbani & Ghousi, 2020; Viswanathan & Vengatesh Kumar,

2021) สามารถนำมาใช้เพื่อสนับสนุนนโยบายการคัดเลือกนักศึกษาพยาบาลเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรเฉพาะทางได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยสามารถคัดเลือกนักศึกษาพยาบาลที่มีทักษะและความสามารถเหมาะสมกับสาขาวิชาเฉพาะทางที่ต้องการได้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาคุณภาพของบุคลากรทางการพยาบาลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนทางการพยาบาลเฉพาะทางให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและสถานพยาบาลมากยิ่งขึ้น โดยสามารถระบุทักษะและความสามารถที่จำเป็นสำหรับสาขาวิชาเฉพาะทางนั้น ๆ ได้อย่างแม่นยำ จะช่วยพัฒนาคุณภาพของการเรียนการสอนทางการพยาบาลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาระบบการดูแลสุขภาพให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยสามารถคัดกรองและส่งต่อผู้ป่วยไปยังพยาบาลที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตและลดอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยได้ (Oosterhoff และคณะ, 2022) โดยสรุปแล้ว ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยวิธีจักรกลการเรียนรู้เป็นนวัตกรรมใหม่ที่มีศักยภาพในการปฏิวัติวงการการพยาบาล โดยสามารถช่วยพัฒนาคุณภาพของบุคลากรทางการพยาบาล ระบบการเรียนการสอนทางการพยาบาล และระบบการดูแลสุขภาพได้อย่างมีนัยสำคัญ นักศึกษาพยาบาล จะได้ทราบถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของตนเอง เพื่อวางแผนพัฒนาตนเองให้เหมาะสมกับสาขาการพยาบาลเฉพาะทางที่สนใจ สถาบันการศึกษา จะได้วางแผนการจัดการเรียนการสอนให้ตรงกับความต้องการของนักศึกษาและตลาดแรงงาน สถานพยาบาล จะได้คัดเลือกบุคลากรที่เหมาะสมเข้าทำงานในสาขาการพยาบาลเฉพาะทางที่ต้องการ นอกจากนี้ ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยวิธีจักรกลการเรียนรู้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพยาบาล เช่น การพัฒนาหลักสูตรการพยาบาลเฉพาะทาง การคัดเลือกบุคลากรทางการพยาบาลเข้าทำงาน และการติดตามผลการพัฒนาทักษะทางการพยาบาลของบุคลากรทางการพยาบาล

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ตัวชี้วัดทักษะทางการพยาบาล
- 1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง
- 1.2.3 เพื่อสร้างโมเดลการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง
- 1.2.4 เพื่อพัฒนาระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง
- 1.2.5 เพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง
- 1.2.6 เพื่อหาความสัมพันธ์ทักษะทางการพยาบาลกับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

1.3 สมมติฐาน

สมมติฐานที่ 1 ผลการทดสอบทักษะปฏิบัติการพยาบาล ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา พฤติกรรมการใช้ชีวิต ทักษะคิดที่มีต่อวิชาชีพ ส่งผลกระทบต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

สมมติฐานที่ 2 ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางสามารถพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางได้

สมมติฐานที่ 3 ทักษะทางการพยาบาลมีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากรที่ใช้เป็นนักศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิตที่มีคุณสมบัติขึ้นทะเบียนสอบใบอนุญาตประกอบวิชาชีพการพยาบาลและการผดุงครรภ์ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนีจักษ์รีช คณะพยาบาลศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก กระทรวงสาธารณสุข ปีการศึกษา 2565 จำนวน 93 คน และปีการศึกษา 2564 จำนวน 72 คน รวมเป็นจำนวน 165 คน กลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการเลือกจากประชากรทั้งหมดจึงได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 165 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาล

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ทักษะทางการพยาบาล

1.4.3 ขอบเขตของการวิจัยระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาลด้วย Machine Learning นั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเด็นหลัก ได้แก่

1.4.3.1 ขอบเขตของทักษะทางการพยาบาล ทักษะทางการพยาบาลเป็นทักษะที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และทัศนคติในการปฏิบัติการพยาบาล ทักษะทางการพยาบาลที่สำคัญ ได้แก่ ทักษะการวินิจฉัยทางการพยาบาล ทักษะการวางแผนการพยาบาล ทักษะการปฏิบัติการพยาบาล ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะการจัดการความขัดแย้งตามรูปแบบ OSCE (Objective Structured Clinical Examination) เป็นรูปแบบการสอบทักษะทางคลินิกที่อาศัยการสังเกตพฤติกรรมโดยตรงของนักศึกษาหรือผู้เข้าสอบ โดยนักศึกษาหรือผู้เข้าสอบจะต้องปฏิบัติการกิจต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ภายใต้สถานการณ์จำลองที่หลากหลายและจำลองสถานการณ์จริงในโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาล

1.4.3.2 ขอบเขตของโมเดล Machine Learning ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง จะอาศัยโมเดล Machine Learning ในการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางของนักศึกษาพยาบาล Machine Learning ชนิดมีผู้สอน (Supervised) ที่สามารถใช้ได้แก่ Logistic Regression Decision Tree Random Forest และ Support Vector Machine

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 รูปแบบฝึกอบรมฐานสมรรถนะพหุวัฒนธรรมสำหรับนักประชาสัมพันธ์ดิจิทัล คือ รูปแบบการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ ที่มีกระบวนการของการฝึกอบรม 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสำรวจและการกำหนดปัญหา 2) การวางแผนและการกำหนดแผน 3) การเลือกข้อความและเครื่องมือ 4) การปฏิบัติและการสื่อสาร 5) การประเมินผลงานและการปฏิบัติ ซึ่งการจัดกิจกรรมฝึกอบรมนั้นเป็นการจัดฝึกอบรมเป็นออนไลน์ดังนั้นจึงมีนำเทคโนโลยีดิจิทัลต่าง ๆ มาใช้จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เข้าอบรมเกิดสมรรถนะนักประชาสัมพันธ์ดิจิทัล

1.5.2 สมรรถนะนักประชาสัมพันธ์ดิจิทัลพหุวัฒนธรรม คือ สมรรถนะสำหรับการประชาสัมพันธ์เชิงกลยุทธ์ที่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างองค์กรกับประชาชนกลุ่มเป้าหมายในโลกยุคดิจิทัล เพื่อการ

สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสังคม การเมือง เศรษฐกิจ ภาษา ปัจจัยทางศาสนา เชื้อชาติ ศาสนา อายุ เพศ ชนชั้นทางสังคม และการศึกษา ประกอบด้วย 4 สมรรถนะหลัก 1) สมรรถนะด้านการสร้างการมีส่วนร่วมดิจิทัล ด้านที่ 2) สมรรถนะด้านการเผยแพร่ ด้านที่ 3) สมรรถนะด้านการอำนวยความสะดวก และด้านที่ 4) สมรรถนะด้านการให้คำปรึกษา

1.5.3 การพัฒนา หมายถึง คือ การเปลี่ยนแปลงที่เล็กละน้อย โดยผ่านลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ไปสู่ระดับที่สามารถขยายตัวขึ้น เติบโตขึ้น มีการปรับปรุงให้ดีขึ้น และเหมาะสมกว่าเดิมหรืออาจก้าวหน้าไปถึงขั้นที่อุดมสมบูรณ์ เป็นที่น่าพอใจ เป็นการเปลี่ยนแปลงในทางที่เจริญขึ้น

1.5.4 การฝึกอบรม หมายถึง การฝึกอบรม กระบวนการที่จะใช้เสริมความรู้ (Knowledge) ทักษะในการทำงาน (Skill) และความสามารถ (Capacity) ของบุคคลในสังคม เป็นกระบวนการอย่างเป็นทางการที่กิจการทำให้บุคลากรเกิดการเรียนรู้ เพื่อจะได้แสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของกิจกรรมนั้น

1.5.5 สมรรถนะ หมายถึง เป็นข้อกำหนดความรู้และทักษะ และนำความรู้และทักษะนั้น ๆ ไปประยุกต์ใช้ในการทำงาน โดยปฏิบัติงานให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

1.5.6 สมรรถนะพหุวัฒนธรรม หมายถึง สมรรถนะการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสังคม การเมือง เศรษฐกิจ ภาษา ปัจจัยทางศาสนา เชื้อชาติ ศาสนาอายุ เพศ ชนชั้นทางสังคม และการศึกษาซึ่งเป็นตัวกำหนดให้บุคคลมีความคิดความเชื่อ ความรู้สึก และการกระทำในลักษณะที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโอกาสที่ประเทศไทยจะก้าวเข้าสู่การร่วมมือกันในประชาคมของอาเซียน

1.5.7 สมรรถนะนักประชาสัมพันธ์ดิจิทัล หมายถึง สมรรถนะผู้คนผู้ปฏิบัติหน้าที่ในการสร้างความสัมพันธ์อันดี ระหว่างบุคคล สาธารณชน ทั้งภายในและภายนอกองค์กร และต้องเป็นบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสารเป็นอย่างดีเยี่ยม ไม่ว่าจะเป็นงานด้านข่าวประชาสัมพันธ์ ผลิตสื่อประชาสัมพันธ์ และงานสื่อมวลชนสัมพันธ์ และต้องเป็นผู้บุคคลผู้มีภาพลักษณ์ที่ดีเพราะจะต้องเป็นตัวแทนขององค์กรในการติดต่อสื่อสารสร้างความเข้าใจให้ประชาชน หรือ กลุ่มเป้าหมายให้มีความเข้าใจต่อการปฏิบัติงานขององค์กร

1.5.8 การประชาสัมพันธ์ดิจิทัล คือ การประชาสัมพันธ์เชิงกลยุทธ์ที่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างองค์กรกับประชาชนกลุ่มเป้าหมายในโลกยุคดิจิทัล โดยกลุ่มเป้าหมายขององค์กร คือ ทุกคนที่มีส่วนได้ส่วนเสียกับองค์กร การประชาสัมพันธ์ยุคดิจิทัล จึงต้องเป็นการสื่อสารแบบโซเชียลมีเดีย (Social Media) ต้องมีความรู้ความเข้าใจในสื่อใหม่อย่างชัดเจน เช่น สื่ออินเทอร์เน็ต สื่อสังคมออนไลน์ ด้วยการนำข้อมูลหรือกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กรมาเผยแพร่ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ และมีการสื่อสารการตลาด (Marketing Communication) เข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ สร้างการรับรู้ ความพึงพอใจของลูกค้า การบอกต่อในแง่ดี

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถประเมินทักษะทางการพยาบาลได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากกว่ารูปแบบการประเมินแบบเดิมที่ใช้การทดสอบความรู้และทักษะทางทฤษฎีและปฏิบัติเพียงอย่างเดียว

1.6.2 สามารถนำมาใช้เพื่อสนับสนุนนโยบายการคัดเลือกนักศึกษาพยาบาลเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรเฉพาะทางได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยสามารถคัดเลือกนักศึกษาพยาบาลที่มีทักษะ

และความสามารถเหมาะสมกับสาขาวิชาเฉพาะทางที่ต้องการได้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาคุณภาพของบุคลากรทางการพยาบาลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.6.3 สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนทางการพยาบาลเฉพาะทางให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและสถานพยาบาลมากยิ่งขึ้น โดยสามารถระบุทักษะและความสามารถที่จำเป็นสำหรับสาขาวิชาเฉพาะทางนั้น ๆ ได้อย่างแม่นยำ ซึ่งจะช่วยพัฒนาคุณภาพของการเรียนการสอนทางการพยาบาลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.6.4 สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาระบบการดูแลสุขภาพให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยสามารถคัดกรองและส่งต่อผู้ป่วยไปยังพยาบาลที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตและลดอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยได้

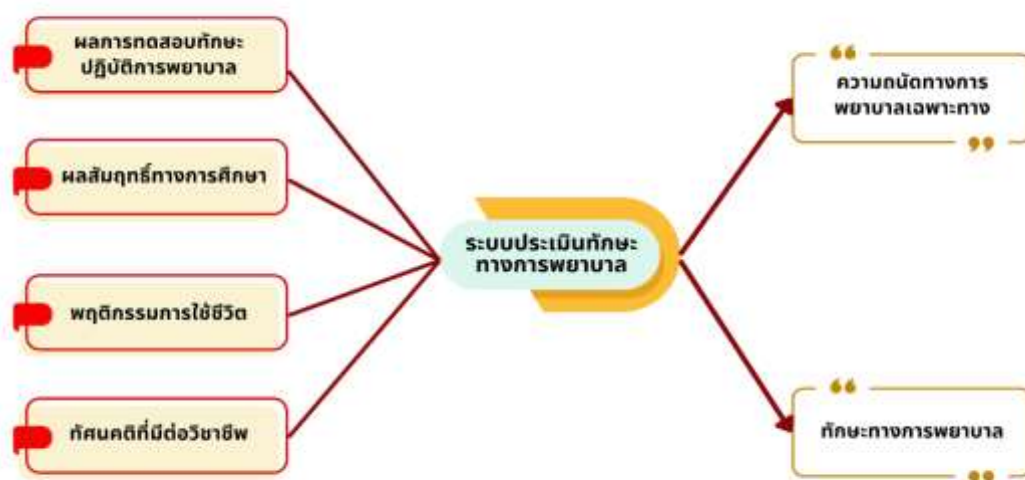
1.6.5 เพื่อช่วยในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนและการพัฒนานักศึกษาพยาบาลให้มีความพร้อมในการประกอบวิชาชีพ

1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดระบบประเมินทักษะการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาลด้วยวิธีจักรกลการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ดังนี้ 1. ผลการทดสอบทักษะทางการพยาบาล เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทักษะการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ คะแนนสอบทักษะการพยาบาล คะแนนสอบวิชาที่เกี่ยวข้องกับการพยาบาล ระยะเวลาในการเรียนวิชาที่เกี่ยวข้องกับการพยาบาล เป็นต้น ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ผลการประเมินทักษะการพยาบาลโดยอาจารย์ผู้สอน (ประทุม สร้อยวงศ์ et al., 2014a) 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถ และทักษะ ทักษะเป็นความสามารถในการนำความรู้และความสามารถไปใช้ปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่ตีบ่งชี้ว่าผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ เป็นอย่างดี ซึ่งความรู้และความเข้าใจเหล่านี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาทักษะ (Klaharn, 2014) ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่ตีบ่งชี้ว่าผู้เรียนมีความมุ่งมั่นและตั้งใจในการศึกษาเล่าเรียน ซึ่งความมุ่งมั่นและตั้งใจเหล่านี้ก็เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทักษะเช่นกัน ตัวอย่างเช่น นักศึกษาพยาบาลที่มีความมุ่งมั่นและตั้งใจที่จะเรียนรู้ทักษะทางการพยาบาลอย่างจริงจัง จะสามารถฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ (Khemapech, 2015) 3. พฤติกรรมการใช้ชีวิต เป็นการกระทำและการตัดสินใจต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลทางตรง พฤติกรรมการใช้ชีวิตบางประการส่งผลต่อการพัฒนาทักษะโดยตรง (Adnan et al., 2021) เช่น การฝึกฝนทักษะอย่างสม่ำเสมอ การแสวงหาความรู้และประสบการณ์ใหม่ ๆ การใฝ่เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ เป็นต้น ตัวอย่างเช่น นักศึกษาพยาบาลที่ฝึกฝนทักษะการเจาะเลือดอย่างสม่ำเสมอจะสามารถพัฒนาทักษะการเจาะเลือดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นักศึกษาพยาบาลที่แสวงหาความรู้และประสบการณ์ใหม่ ๆ เกี่ยวกับการดูแลผู้ป่วย จะสามารถพัฒนาทักษะการดูแลผู้ป่วยให้มีคุณภาพ

มากขึ้น ผลทางอ้อมพฤติกรรมการใช้ชีวิตบางประการส่งผลต่อการพัฒนาทักษะทางอ้อม (Khaomala et al., n.d.) เช่น การดูแลสุขภาพกายและสุขภาพจิต การพักผ่อนให้เพียงพอ การรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ เป็นต้น ตัวอย่างเช่น นักศึกษาพยาบาลที่มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี จะสามารถเรียนรู้และฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักศึกษาพยาบาลที่พักผ่อนให้เพียงพอ จะสามารถจดจ่อและจดจำข้อมูลต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น นักศึกษาพยาบาลที่รับประทานอาหารที่มีประโยชน์ จะสามารถมีพลังงานเพียงพอสำหรับการเรียนรู้และฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ดังนั้น การพัฒนาทักษะจึงควรพิจารณาพฤติกรรมการใช้ชีวิตควบคู่กันกับปัจจัยอื่น ๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา ปัจจัยด้านบุคคล ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม และปัจจัยด้านประสบการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะที่มีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kleebbua & Siriparp, 2016)

4. ทักษะที่มีต่อวิชาชีพ มีความสำคัญต่อคุณภาพการประกอบวิชาชีพพยาบาล พยาบาลที่มีทัศนคติเชิงบวกต่อวิชาชีพพยาบาล มักจะมีแรงจูงใจในการทำงานสูง มีทักษะการแก้ปัญหาที่ดี และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Safiih & Azreen, 2016) ในทางกลับกัน พยาบาลที่มีทัศนคติเชิงลบต่อวิชาชีพพยาบาล อาจเกิดภาวะขาดแรงจูงใจในการทำงาน เกิดความเครียดในการทำงาน และอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพการดูแลผู้ป่วย (Khumyu et al., 2021) สถาบันการศึกษาควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาทัศนคติเชิงบวกต่อวิชาชีพพยาบาลให้กับนักศึกษาพยาบาล สามารถทำได้โดยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะการสื่อสารและการทำงานเป็นทีม การให้นักศึกษาได้มีโอกาสสัมผัสกับการทำงานจริงในสถานพยาบาล และการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาทัศนคติเชิงบวกต่อวิชาชีพพยาบาล (Pareek et al., 2015) ดังนั้นจึงสรุปกรอบแนวคิดตามภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยระบบประเมินทักษะทางการแพทย์เพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทางด้วยเครื่องจักรกลการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากตำรา แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำมารวบรวมสรุปเป็นสาระสำคัญ ดังนี้

- 2.1 ทักษะทางการแพทย์
- 2.2 ความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง
- 2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)
- 2.4 จักรกลการเรียนรู้ (Machine Learning)
- 2.5 การพัฒนาระบบ
- 2.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทักษะทางการแพทย์

การเรียนการสอนทางการแพทย์ มีทักษะที่สำคัญประการหนึ่งของพยาบาลคือ ทักษะการปฏิบัติ ซึ่งมีความสำคัญไม่แพ้กับการทดสอบความรู้ หากจะกล่าวถึงการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนแล้วนั้น การประเมินผลสามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาโดยทั่วไปควรจะต้องมีการประเมิน ให้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และเจตคติ (Attitude)
2. การประเมินความรู้โดยการสอบข้อเขียนแบบ Multiple Choice Question (MCQ)
3. Multiple Essay Question (MEQ) ข้อสอบแบบเลือกตอบ
4. การประเมิน OSCEs (Objective Structured Clinical Examinations) การประเมินทักษะทางคลินิก ทักษะทางคลินิก (Clinical Skills)

ความหมายของ OSCE มีผู้ให้ความหมายของการประเมินโดยวิธี OSCE ไว้ดังนี้

OSCE หมายถึง การทดสอบทางคลินิกโดยใช้วัตถุประสงค์เป็นโครงสร้าง การสอบ OSCE เป็นวิธีการประเมินผลทักษะทางคลินิกที่มีมาตรฐานสามารถแยกระดับความรู้ของนักศึกษารายบุคคลได้อย่างแท้จริง เป็นวิธีการประเมินผลที่ครอบคลุมการวัดทุกระดับความรู้ ทั้งในด้านทักษะ เจตคติ และการตัดสินใจ

OSCE เป็นเครื่องมือประเมินหรือวิธีทดสอบที่อาศัยการสังเกตพฤติกรรมโดยตรงที่เจาะจง คัดเลือก มาหลากหลาย ให้นักศึกษาปฏิบัติในสถานที่จำกัด มีผลดีที่จะนำมาใช้ประเมิน Clinical Skills, Operative Skills, Communication Skills, และ Manners

OSCE คือ การกำหนดองค์ประกอบของทักษะทางคลินิกออกมาให้ชัดเจน และมีรูปแบบการประเมินที่มีการวางแผนล่วงหน้าอย่างมีหลักเกณฑ์ที่แน่นอน

สรุปว่า OSCE คือการประเมินผลที่มีรูปแบบและหลักเกณฑ์ที่แน่นอน ที่ใช้ในการทดสอบทางคลินิกที่สามารถวัดทักษะ เจตคติ และการตัดสินใจของนักศึกษาได้ (นิจวรรณ et al., 2020)

วิวัฒนาการของการประเมินโดยวิธี OSCE

การประเมินวิธี OSCE คิดค้นขึ้นตั้งแต่ปี 1975 โดย Prof. Ronald M.Harden University of Dundee, Scotland สำหรับในสหรัฐอเมริกาจัด OSCE รวมอยู่ในการประเมินประเภท Performance Based Examination สำหรับในประเทศไทย นำมาใช้ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2531 โดยคณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดีนำมาใช้สอบวิชาคลินิกชั้น ปีที่ 3 และมีนายแพทย์ วราวุธ สุมาวงศ์ ไปศึกษาอบรมเรื่อง OSCE ที่ University of Dundee และนำมาพัฒนาการบริหารจัดการการสอบ ต่อมาในปี พ.ศ. 2532 ทบวงมหาวิทยาลัยจัดโครงการพัฒนาการประเมินผล และประชุมปฏิบัติการสร้างข้อสอบ OSCE และนำมาทดลองทดสอบกับนักศึกษาแพทย์ครั้งแรกในประเทศไทยและรับฟังความคิดเห็นของนักศึกษา ปี พ.ศ. 2534 แพทยสภาใช้ OSCE ประเมินความสามารถทางคลินิกของแพทยศาสตร์บัณฑิตจากต่างประเทศ เพื่อการประกอบวิชาชีพเวชกรรม และในปี พ.ศ. 2541 การนำโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS มาวิเคราะห์ข้อสอบ OSCE

ลักษณะของการสอบ OSCE

การสอบ OSCE เป็นการประเมินทางคลินิกที่มีลักษณะดังนี้

1. มีสถานีสอบปฏิบัติจำนวนมาก
2. เป็น Performance Based Examination
3. ทดสอบ Clinical Competency ได้ต่าง ๆ
4. ผู้สอบถูกทดสอบด้วยข้อสอบเดียวกันทุกอย่าง พฤติกรรม การปฏิบัติ ผู้ป่วย ผู้ประเมิน รายการประเมิน เดียวกัน
5. ผู้สอบหมุนเวียนสอบตามเวลาที่กำหนด
6. ประเมินตาม Checklist / Rating Scales ที่จัดเตรียมไว้
7. ผู้สอบปฏิบัติให้เห็น ไม่ใช่พูดตามทฤษฎี

ขั้นตอนการสร้างข้อสอบ OSCE

การสร้างข้อสอบ OSCE ประกอบด้วย (กนกวรรณ ศรีรักษา, 2011)

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการประเมิน
2. กำหนดลักษณะหรือระดับของผู้เข้าสอบ
3. กำหนดทักษะทางคลินิกที่ต้องการประเมิน
4. เลือกและพัฒนาข้อสอบ
5. การสร้างพิมพ์เขียวข้อสอบ (Test Blueprint)
6. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน
7. การกำหนดเกณฑ์ผ่าน
8. การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ ความเที่ยงตรงของข้อสอบก่อนนำไปใช้ (Reliability and Validity)

โดยลักษณะของข้อสอบ OSCE ที่ดีประกอบด้วย

1. เหมาะกับระดับผู้สอบ

2. สอดคล้องกับเกณฑ์
3. คำสั่งปฏิบัติกระชับ สั้น อ่านเข้าใจทันที
4. กำหนดอุปกรณ์ไว้ครบถ้วน รวมทั้งหากมีการเลือกใช้
5. แบบประเมินทั้ง Macro และ Micro Process ที่ยอมรับกันสากล
6. กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติเหมาะสม
7. ปฏิบัติได้ตามกำหนดเวลา

ข้อดี - ข้อเสียของข้อสอบ OSCE

ข้อดีของการสอบ OSCE มีดังนี้

1. ทดสอบได้มากกว่า Factual Knowledge
2. เป็น Performance Based Examination คือ การสังเกตผู้สอบปฏิบัติจริง
3. นักศึกษาผ่านการทดสอบแบบเดียวกัน
4. ใช้ผู้ประเมินระดับล่างได้ เช่น แพทย์ประจำบ้าน
5. ส่งเสริมวิธีการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ถูกต้อง
6. เป็นการ Feedback การเรียนรู้ของนักศึกษา

นอกจากนี้ OSCE มีข้อดีคือ มีมาตรฐานเหมือน ๆ กันในการสอบแต่ละครั้ง มีความเที่ยง (Reliability) สูง และสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้สอบได้ทันที

ข้อเสียของการสอบ OSCE มีดังนี้

1. ประเมินได้เฉพาะอย่าง หรือบางกิจกรรม
2. เป็นการทดสอบการดูแลปฏิบัติต่อผู้ป่วยที่ไม่ต่อเนื่องและไม่ครบถ้วนทุกกระบวนการ
3. ใช้จำนวนผู้ช่วยเหลือการสอบและผู้ประเมินจำนวนมาก
4. ผู้ประเมินต้องเอาใจใส่ผู้สอบทุกคนอย่างสม่ำเสมอและตลอดเวลา
5. ช่วงเวลาการให้ปฏิบัติจำกัดมาก คำสั่งปฏิบัติจึงต้องกระชับและกระฉับ
6. ต้องปรับปรุงข้อสอบอยู่เสมอภายหลังการสอบและเมื่อนำมาใช้ซ้ำ ๆ
7. หากการบริหารจัดการไม่เป็นระบบจะทำให้การสอบยุ่งยาก
8. อาจมีปัญหาในการบริหารจัดการสอบกลุ่มใหญ่มาก ๆ

2.2 ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

ความถนัดทางวิชาชีพพยาบาล เป็นศักยภาพของบุคคลที่เข้าเรียนในหลักสูตรการพยาบาล จนประสบความสำเร็จในการเรียน และเป็นไปว่าเมื่อปฏิบัติงานในบทบาทพยาบาลวิชาชีพ จะประสบความสำเร็จในอาชีพด้วยความถนัดทางวิชาชีพพยาบาล คล้ายคลึงกับความถนัดทางการแพทย์ เนื่องจากแพทย์และพยาบาลทำงานในสิ่งแวดล้อมที่ต้องมีการจัดการกับผู้ป่วยเหมือนกัน มีการประสานการดูแลผู้ป่วย การทำหน้าที่ของแพทย์และพยาบาลที่มีส่วนเหมือนกัน เช่น ทำให้ผู้ที่ทุกข์ทรมานหายจากความเจ็บปวดและความไม่สุขสบาย เท่าที่จะเป็นไปได้ สังเกต และบันทึกอุณหภูมิ และอาการอื่น ๆ ด้วยความแม่นยำ การจัดการรักษาพยาบาลโดยปราศจากความผิดพลาด มีความชำนาญในการเตรียมอุปกรณ์และการทำแผล การดูแลเรื่องความสะอาด และอาหาร และมีไหวพริบในการดูแลผู้ป่วย และมีความเข้าใจในการเจ็บป่วย แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ ในสถานการณ์

การเจ็บป่วย และสร้างบรรยากาศที่เต็มไปด้วยความหวังและการฟื้นฟูสภาพแก่ผู้ป่วยพยาบาล ต้องมีความอดทน แข็งแรง มีสุขภาพทางกายและสุขภาพจิตที่ดี เนื่องจากต้องทำงานหนักใช้เวลาในการทำงานวันละหลายชั่วโมง มีความอ่อนล้า นอกจากนี้ พยาบาลยังเป็นผู้ช่วยเหลือแพทย์ รับคำสั่งจากแพทย์โดยตรง ในการให้ยาแก่ผู้ป่วยซึ่งจะต้องทำงานด้วยความพิถีพิถัน มีความรับผิดชอบ และการตัดสินใจที่สำคัญในการจัดการเกี่ยวกับสรีระวิทยา การใช้ยา สุขอนามัย แก่ผู้รับบริการ ดังนั้น พยาบาลจำเป็นต้องมีความถนัดทางวิชาชีพพยาบาล มีทักษะที่ต้องการ และมีความถนัดในการสร้างบุคลิกภาพ (Boonprasop et al., n.d.) ที่สมมูลความถนัดทางวิชาชีพพยาบาล คือ พฤติกรรมที่เป็นความสามารถตามธรรมชาติ หรือ ความเหมาะสม ความพร้อม ที่จะเรียนรู้ และปฏิบัติกิจกรรมบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพพยาบาล เป็นลักษณะพิเศษเฉพาะ หรือศักยภาพที่ไม่ธรรมดาของบุคคลที่จะได้มาจากความรู้และทักษะในหลายสายงาน หรือมีความรู้เฉพาะและทักษะในหนึ่งสายงาน (Aleksieva-Petrova et al., 2020) ซึ่งเป็นคุณลักษณะของบุคคลที่เป็นตัวบ่งชี้ว่าควรจะได้รับกรอบที่เหมาะสมตามความสามารถ ความรู้ ทักษะ และการปฏิบัติที่เหมาะสมกับตนเอง จากความหมายความถนัดที่กล่าวในตอนต้นที่ 1 และความถนัดทางวิชาชีพพยาบาลจึงสรุปได้ว่า “ความถนัดทางวิชาชีพพยาบาล หมายถึง ความสามารถเฉพาะของบุคคลที่มีองค์ประกอบหลายด้าน ส่งผลทำให้บุคคลนั้นมีความพร้อม และเหมาะสมที่จะเรียนวิชาชีพพยาบาล และมีแนวโน้มจะประสบความสำเร็จในการเรียนหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต จากผลการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความถนัด ความหมายการพยาบาลตามพระราชบัญญัติวิชาชีพการพยาบาลและการผดุงครรภ์ ลักษณะของวิชาชีพพยาบาล สมรรถนะของพยาบาลวิชาชีพที่สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรระดับปริญญาตรี 8 ด้าน ตามข้อกำหนดของสภาการพยาบาลแห่งประเทศไทย (Thailand Nursing and Midwifery Council, 2022) คุณลักษณะของพยาบาลที่ดี (Bingham, 1937) และคุณลักษณะของพยาบาล ที่ประสบความสำเร็จในอาชีพ (Osler, n.d) ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้เวลาถนัดเพียง 7 ด้าน ได้แก่ การพยาบาลเด็ก การพยาบาลจิตเวช การพยาบาลผู้ใหญ่ การพยาบาลผู้สูงอายุ การพยาบาลผดุงครรภ์ การพยาบาลมารดาและทารก และการพยาบาลอนามัยชุมชน

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)

โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling) หรือ SEM เริ่มเป็นที่รู้จักกันในช่วงทศวรรษ 1960 เมื่อนักวิจัยทางสังคมวิทยา เช่น ในปี ค.ศ. 1960 Blalock, Duncan, Alwin, Hauser ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุซึ่งเป็นต้นแบบของการวิเคราะห์อิทธิพลในปัจจุบัน โดยศึกษาและต่อยอดองค์ความรู้ของ Wright นักชีวมิติซึ่งเป็นคนแรกที่ศึกษาวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุในปี ค.ศ. 1918 และพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ซึ่งเป็นต้นแบบของการวิเคราะห์อิทธิพลหรือการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) แต่ก่อนหน้านั้น ในปี ค.ศ. 1904 Spearman ซึ่งได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรกที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงและตัวแปรโครงสร้าง และได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลอันเป็นต้นแบบของการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ในปัจจุบัน ซึ่งทั้งการวิเคราะห์อิทธิพลหรือการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) และการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เป็นแนวคิดตั้งต้นของการบูรณาการความรู้และเป็นจุดกำเนิดของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง Bollen (1989) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับโมเดลสมการโครงสร้างไว้ในหนังสือชื่อ

Structural Equation with Latent Variables สรุปว่า โมเดลสมการโครงสร้างเป็นผลมาจากการสังเคราะห์วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญสามวิธี ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) การวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) และการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) (คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร, 2015)

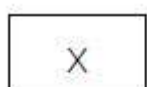
สำหรับพัฒนาการทางด้านการประมาณค่าพารามิเตอร์เป็นผลงานของนักเศรษฐมิติ และนักจิตมิติ เช่น Glodberger, Lawley, Bock, Borgman, Jöreskog, Muthen ซึ่งได้พัฒนาวิธีการประมาณค่าแบบต่าง ๆ เช่น การประมาณค่าแบบความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood) ซึ่งได้รับความเชื่อมั่นว่าเป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่มีความเที่ยงตรงมากขึ้นกว่าวิธีดั้งเดิม หรือวิธี Ordinary Least Square : OLS

สัญลักษณ์ที่ใช้ในโมเดลสมการโครงสร้าง

การทำความเข้าใจกับ SEM ในขั้นแรก นักวิจัยต้องทราบและเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ใน SEM เสียก่อน ทั้งนี้เพราะการนำเสนอโมเดลตามสมมติฐานในงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ SEM นั้น นักวิจัยมักจะนำเสนอโมเดลตามสมมติฐานในลักษณะของโมเดลในรูปสัญลักษณ์ รวมถึงผลงานวิจัยที่ใช้ SEM ก็จะมีนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปโมเดลสัญลักษณ์ประกอบค่าพารามิเตอร์ ดังนั้น หากนักวิจัยไม่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์เหล่านั้น นักวิจัยก็จะไม่เข้าใจโมเดลตามสมมติฐานที่นำเสนอในงานวิจัยทางสังคมศาสตร์รวมถึงผลการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยเหล่านั้น ทำให้การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่ประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ SEM เป็นไปได้ยากยิ่งขึ้น สัญลักษณ์ที่สำคัญใน SEM แบ่งเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปร สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความสัมพันธ์ และสัญลักษณ์แทนความคลาดเคลื่อน มีลักษณะดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปร

ตัวแปรใน SEM ประกอบไปด้วยตัวแปร 2 ลักษณะ ได้แก่ ตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variables) และตัวแปรแฝง (Latent Variables) ใน SEM ใช้สัญลักษณ์ ดังนี้



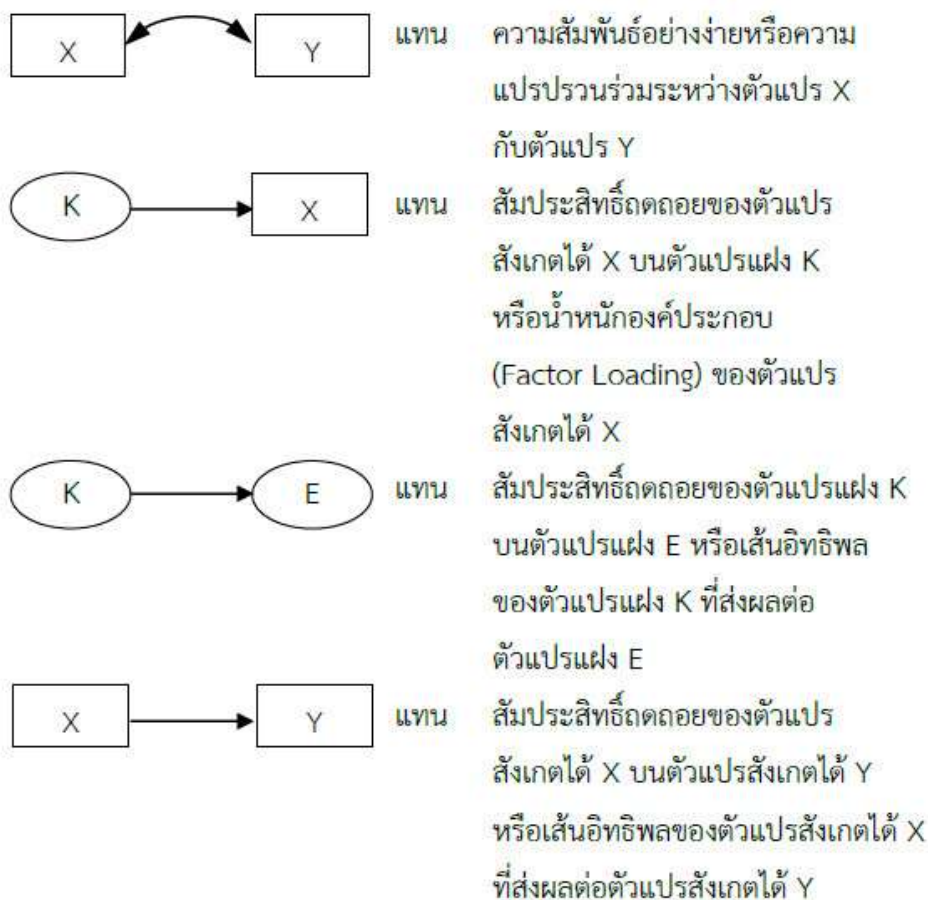
แทน ตัวแปรสังเกตได้ ชื่อ X



แทน ตัวแปรแฝง ชื่อ K

2. สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความสัมพันธ์

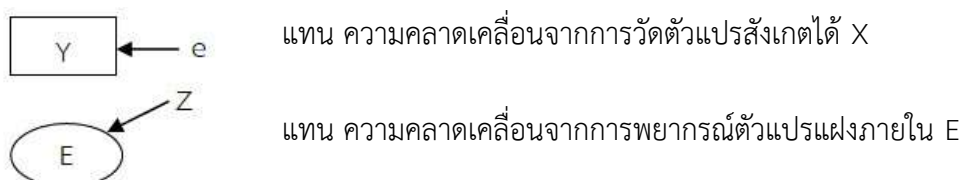
ความสัมพันธ์ใน SEM มี 2 ลักษณะ ได้แก่ ความสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) หรือความแปรปรวนร่วม (Covariance) และความสัมพันธ์เชิงเหตุและผล หรืออิทธิพล (Effect) มีสัญลักษณ์ ดังนี้



ความหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบ Factor Analysis มีชื่อเรียกในภาษาไทย หลายคำ เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์ตัวประกอบ การวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นต้น สำหรับในการเขียนรายงานครั้งนี้ จะใช้คำว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

3. สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความคลาดเคลื่อน

ความคลาดเคลื่อนใน SEM มี 2 ลักษณะ ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนจากการวัด (Measurement Error) และความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ มีสัญลักษณ์ ดังนี้



เพชรน้อย (2549) ให้ความหมายคือ การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเทคนิคทางสถิติ สำหรับวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว (Multivariate Analysis Techniques) ที่ออกแบบมาเพื่อช่วยให้นักวิจัยได้ใช้แสวงหาความรู้ความจริงดังกล่าว เช่น นักวิจัยสามารถใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis หรือ EFA) ในการพัฒนาทฤษฎี หรือนักวิจัยสามารถใช้การวิเคราะห์

องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ CFA) ในการทดสอบหรือยืนยันทฤษฎี

กัลยา (2551) สรุปว่า เป็นการวิเคราะห์หลายตัวแปรเทคนิคหนึ่งเพื่อการสรุปรายละเอียดของตัวแปรหลายตัว หรือเรียกว่าเป็นเทคนิคที่ใช้ในการลดจำนวนตัวแปรเทคนิคหนึ่งโดยการศึกษาถึงโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร และสร้างตัวแปรใหม่เรียกว่า องค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่สร้างขึ้นจะเป็นการนำตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความร่วมกันสูงมารวมกันเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ส่วนตัวแปรที่อยู่คนละองค์ประกอบมีความร่วมกันน้อย หรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

แมรี แลและวิลเลียม (Mary Ann Coughlin & William Knight) ได้สรุปว่า เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลาย ๆ ตัว เพื่อค้นหาว่า ตัวแปรนี้สามารถรวมกลุ่มกันได้หรือไม่ ซึ่งจะกลายเป็นองค์ประกอบเดียวกัน โดยสรุปการวิเคราะห์องค์ประกอบ หมายถึง เทคนิควิธีทางสถิติที่จะจับกลุ่มหรือรวมกลุ่ม หรือรวมตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งความสัมพันธ์เป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ ตัวแปรภายในองค์ประกอบเดียวกัน จะมีความสัมพันธ์กันสูง ส่วนตัวแปรที่ต่างองค์ประกอบ จะสัมพันธ์กันน้อยหรือไม่มี สามารถใช้ได้ทั้งการพัฒนาทฤษฎีใหม่ หรือการทดสอบหรือยืนยันทฤษฎีเดิม

ประเภทของเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

เทคนิคของการวิเคราะห์องค์ประกอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis)

1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจจะใช้ในกรณีที่ผู้ศึกษาไม่มีความรู้ หรือมีความรู้้น้อยมากเกี่ยวกับโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อศึกษาโครงสร้างของตัวแปร และลดจำนวนตัวแปรที่มีอยู่เดิมให้มีการรวมกันได้

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)

2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันจะใช้กรณีที่ผู้ศึกษาทราบโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร หรือคาดว่าโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรควรจะเป็นรูปแบบใด หรือคาดว่าตัวแปรใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กันมากและควรอยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน หรือคาดว่า

มีตัวแปรใดที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน ควรจะอยู่ต่างองค์ประกอบกัน หรือกล่าวได้ว่า ผู้ศึกษาทราบโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร หรือคาดไว้ว่าโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไรและจะใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมาตรวจสอบหรือยืนยันความสัมพันธ์ว่าเป็นอย่างที่คาดไว้หรือไม่ โดยการวิเคราะห์หาความตรงเชิงโครงสร้างนั่นเอง

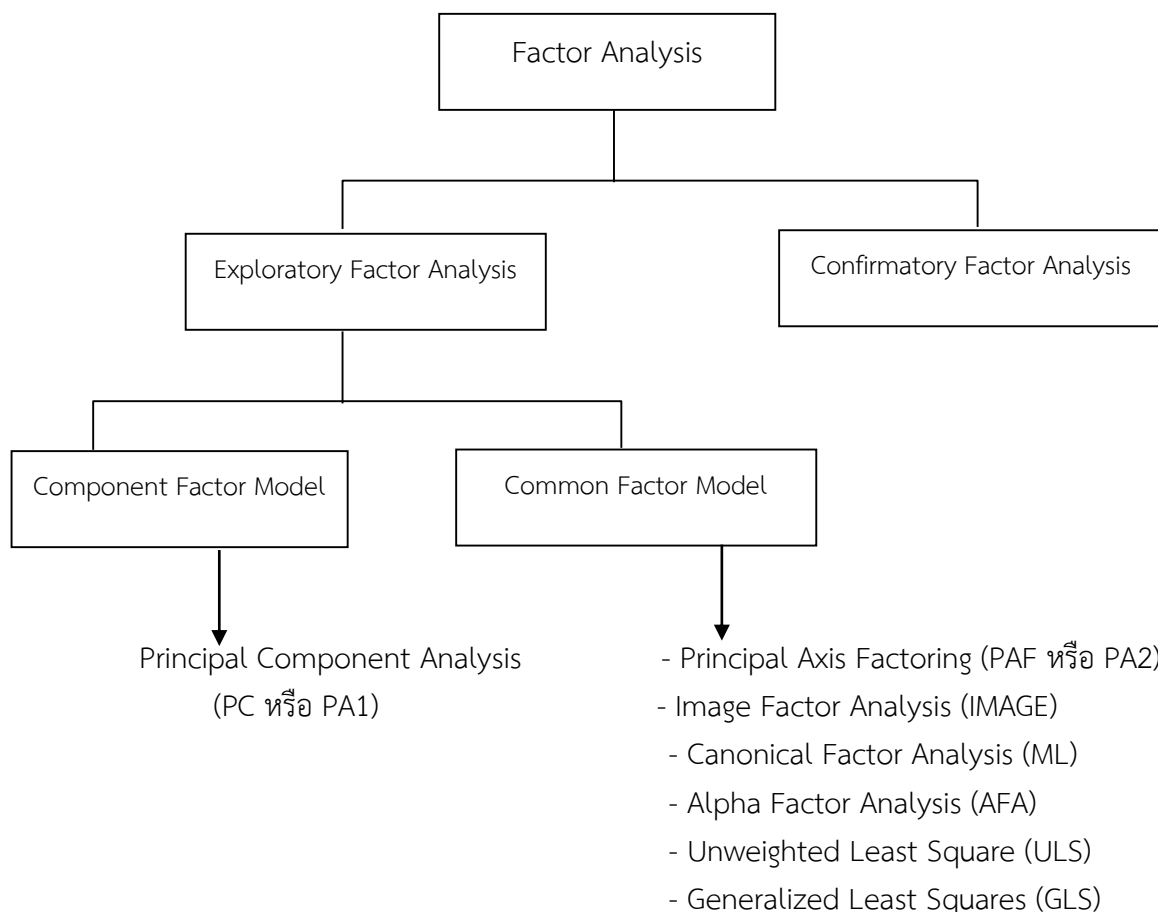
วัตถุประสงค์ของเทคนิค Factor Analysis

1. เพื่อศึกษาว่าองค์ประกอบรวมที่จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างตัวแปรต่าง ๆ โดยที่จำนวนองค์ประกอบรวมที่หาได้จะมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนตัวแปรนั้น จึงทำให้ทราบว่าองค์ประกอบรวมอะไรบ้าง โมเดลนี้ เรียกว่า Exploratory Factor Analysis Model : EFA

2. เพื่อต้องการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับโครงสร้างขององค์ประกอบว่า องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบด้วยตัวแปรอะไรบ้าง และตัวแปรแต่ละตัวควรมีน้ำหนักหรืออัตราความสัมพันธ์กับ

องค์ประกอบมาน้อยเพียงใด ตรงกับที่คาดคะเนไว้หรือไม่ หรือสรุปได้ว่าเพื่อต้องการทดสอบว่าตัวประกอบอย่างนี้ตรงกับโมเดลหรือตรงกับทฤษฎีที่มีอยู่หรือไม่ โมเดลนี้เรียกว่า Confirmatory Factor Analysis Model: CFA ซึ่งเทคนิคของ Factor Analysis สามารถสรุปได้เป็นรูปแบบดังนี้

สรุปรูปแบบการวิเคราะห์ตัวประกอบ



ประโยชน์ของเทคนิค Factor Analysis

1. ลดจำนวนตัวแปร โดยการรวมตัวแปรหลาย ๆ ตัวให้อยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน องค์ประกอบที่ได้ถือเป็นตัวแปรใหม่ ที่สามารถหาค่าข้อมูลขององค์ประกอบที่สร้างขึ้นได้ เรียกว่า Factor Score จึงสามารถนำองค์ประกอบดังกล่าวไปเป็นตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป เช่น การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์ (Regression and Correlation Analysis) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การทดสอบสมมติฐาน T – test Z – test และการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) เป็นต้น

2. ใช้ในการแก้ปัญหาอันเนื่องมาจากการที่ตัวแปรอิสระของเทคนิคการวิเคราะห์สมการความถดถอยมีความสัมพันธ์กัน (Multicollinearity) ซึ่งวิธีการอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหา นี้ คือ การรวมตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์ไว้ด้วยกัน โดยการสร้างเป็นตัวแปรใหม่หรือเรียกว่า องค์ประกอบ โดยใช้เทคนิค Factor Analysis แล้วนำองค์ประกอบดังกล่าวไปเป็นตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ความถดถอยต่อไป

3. ทำให้เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา เนื่องจากเทคนิค Factor Analysis จะหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรทีละคู่ แล้วรวมตัวแปรที่สัมพันธ์กันมากไว้ในองค์ประกอบเดียวกัน จึงสามารถวิเคราะห์โครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในองค์ประกอบเดียวกันได้ ทำให้สามารถอธิบายความหมายของแต่ละองค์ประกอบได้ตามความหมายของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในองค์ประกอบนั้น ทำให้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนได้ เช่น การพัฒนาหลักสูตรสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นตามทฤษฎีพุทธิปัญญาของ การ์ดเนอร์ (2546)

ข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ

สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ มีข้อตกลงเบื้องต้น (Stevens, 1992, 1996; Tabachnick & Fidell, 2001; Munro, 2001 : 309 อ้างใน เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย, 2549)

1. ตัวแปรที่คัดเลือกมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ต้องเป็นตัวแปรที่มีค่าต่อเนื่อง หรือมีค่าในมาตราระดับช่วง (Interval Scale) และมาตราอัตราส่วน (Ratio Scale) เนื่องจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ ตัวแปรที่คัดเลือกมาวิเคราะห์องค์ประกอบควรมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

2. ตัวแปรที่คัดเลือกมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ควรมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในระดับสูง ($r = 0.30 - 0.70$) รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและตัวแปรที่อยู่ในรูปเชิงเส้น (Linear) เท่านั้น

3. จำนวนตัวแปรที่คัดเลือกมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ควรมีจำนวนมากกว่า 30 ตัวแปร

4. กลุ่มตัวอย่าง ควรมีขนาดใหญ่และควรมีมากกว่าจำนวนตัวแปร ซึ่งมักมีคำถามว่าควรมากกว่ากี่เท่า มีบางแนวคิดที่เสนอแนะให้ใช้จำนวนข้อมูลมากกว่าจำนวนตัวแปรอย่างน้อย 5 – 10 เท่า หรืออย่างน้อยที่สุด สัดส่วนจำนวนตัวอย่าง 3 ราย ต่อ 1 ตัวแปร

5. กรณีที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis) ตัวแปรแต่ละตัวหรือข้อมูล ไม่จำเป็นต้องมีการแจกแจงแบบปกติ แต่ถ้าตัวแปรบางตัวมีการแจกแจงเบ้ค่อนข้างมาก และมีค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดผิดปกติ (Outlier) ผลลัพธ์ที่ได้อาจจะไม่ถูกต้อง

ข้อจำกัดและปัญหาของการใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ

1.1 ข้อจำกัดเรื่องจำนวนตัวอย่าง เนื่องจากการใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบต้องใช้จำนวนตัวอย่าง (Sample Size) จำนวนมาก หากใช้ตัวอย่างน้อยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะต่ำ

การประมาณจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบมีหลายแนวคิด สามารถสรุปตามแนวคิดของนักสถิติ ดังตาราง 2-1

ตารางที่ 2-1 แนวคิดการใช้ขนาดตัวอย่าง สำหรับการวิเคราะห์หองค์ประกอบในการวิจัย

แนวคิดการใช้ขนาดตัวอย่าง	เสนอแนะขนาดตัวอย่าง (n) และเหตุผล
1. พิจารณาการใช้ขนาดตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์หองค์ประกอบอย่างเดียว 1.1 คอมเลย์และลี (Comrey & Lee, 1992) 1.2) ตามกฎหัวแม่มือหรือกฎอย่างง่าย (rule of thumb)	1.1) ได้เสนอแนะขนาดตัวอย่างดังนี้ จำนวน 50 ราย ถือว่า แย่มาก (very poor) จำนวน 100 ราย ถือว่า ไม่ดี (poor) จำนวน 200 ราย ถือว่า พอใช้ได้ (fair) จำนวน 300 ราย ถือว่า ดี (as a good) จำนวน 500 ราย ถือว่า ดีมาก (as excellent) 1.2) การวิเคราะห์หองค์ประกอบควรมีขนาดตัวอย่างอย่างน้อย 300 ราย
2. การใช้ขนาดตัวอย่างขึ้นอยู่กับจำนวนองค์ประกอบที่ต้องการวิเคราะห์ 2.1) ถ้าการวิจัยนั้นมีจำนวนองค์ประกอบน้อย (2-3 องค์ประกอบ) และ/หรือมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำมาก 2.2) กรณีมีจำนวนองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ หรือมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากกว่า 0.6 หรือ 2.3) จำนวนองค์ประกอบมีเท่ากับ 10 องค์ประกอบหรือน้ำหนักองค์ประกอบน้อยกว่า 0.4 2.4) การวิจัยนั้นมีจำนวนองค์ประกอบน้อย (2 – 3 องค์ประกอบ) และ/หรือมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำมาก	2.1) ขนาดตัวอย่างแค่ 150 รายก็เพียงพอ 2.2) ไม่จำเป็นต้องระบุจำนวนตัวอย่าง 2.3) ตัวอย่างควรมีมากกว่า 150 ราย 2.4) ขนาดตัวอย่าง ควรมีอย่างน้อย 300

จากตารางที่ 2-1 เป็นการสรุปเกี่ยวกับการใช้ขนาดตัวอย่าง สำหรับการวิเคราะห์หองค์ประกอบจากหลายแนวคิด แต่ทั้งนี้นักวิจัยควรใช้ขนาดตัวอย่างให้สอดคล้องกับหลักการคิดขนาดตัวอย่างตามหลักสถิติ นั่นคือ ขนาดตัวอย่างต้องมีความเป็นตัวแทนของประชากรที่ศึกษา

1.2 ข้อจำกัดเกี่ยวกับระดับข้อมูลในการวิเคราะห์หองค์ประกอบ ข้อมูลต้องมีระดับการวัดประเภทมาตราวัดอันตรภาค (Interval Scale) และมาตราอัตราส่วน (Ratio Scale) ส่วนตัวแปรที่มีระดับการวัดแบบกลุ่ม นักวิจัยต้องทำให้เป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) เสียก่อน นอกจากนี้ลักษณะข้อมูลต้องมีการกระจายเป็นโค้งปกติ

2. ปัญหาการวิเคราะห์องค์ประกอบมี 3 ประเด็น ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบไม่มีตัวแปรตาม ซึ่งแตกต่างกับการทดสอบสถิติการวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุแบบปกติ สถิติการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก สถิติการวิเคราะห์จำแนกประเภท และการวิเคราะห์เส้นทาง ดังนั้น สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ จึงไม่สามารถใช้แก้ปัญหาการวิจัยที่ต้องการหาตัวทำนายได้

2.2 ขั้นตอนการสกัดองค์ประกอบไม่สามารถระบุจำนวนรอบของการสกัดได้ ดังนั้น หลังจากขั้นตอนการสกัดองค์ประกอบนักวิจัยจึงไม่สามารถระบุจำนวนรอบของการสกัดองค์ประกอบได้ว่ามีกี่รอบจึงจะพอดี

2.3 ในปัจจุบันการวิจัยที่ต้องการทดสอบเพื่อลดจำนวนตัวแปร มีเพียงสถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบเท่านั้น เนื่องจากสถิตินี้สามารถรวมตัวแปรหลาย ๆ ตัวให้อยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน และทำให้เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรทีละคู่ แล้วรวมตัวแปรที่สัมพันธ์กันมากไว้ในองค์ประกอบเดียวกัน หลังจากนั้นจึงสามารถวิเคราะห์ถึงโครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในองค์ประกอบเดียวกันได้ ดังนั้นเมื่อนักวิจัยต้องการวิเคราะห์ให้ได้ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้น จึงมีสถิติให้เลือกใช้เฉพาะสถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบเพียงตัวเดียว แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์ทางสถิติวิธีอื่น ๆ จึงทำให้ให้นักวิจัยต้องเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทั้ง ๆ ที่วิธีนี้มีข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้น

ความหมายของคำต่างๆ ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ มีดังนี้

1. องค์ประกอบร่วมกัน (Common Factor) หมายถึง องค์ประกอบที่ประกอบด้วยตัวแปร 2 ตัวขึ้นไปมารวมกันอยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน โดยองค์ประกอบร่วมจะอาศัยจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หรือค่า r องค์ประกอบที่ประกอบด้วยตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์กันมาก จะเป็นองค์ประกอบที่มีความหมายในการวิเคราะห์องค์ประกอบ

2. องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) ได้แก่ องค์ประกอบที่มีตัวแปรเพียงตัวเดียว

3. ความร่วมกัน (Communalities) หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหนึ่งกับตัวแปรอื่น ๆ ที่เหลือทั้งหมด มีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 ถ้าตัวแปรใดมีค่านี้ต่ำ ตัวแปรนั้นจะถูกตัดออก ค่านี้ดูได้จาก Initial Statistic หรือค่าทแยงมุมของ Reproduced Correlation Matrix ความร่วมกัน

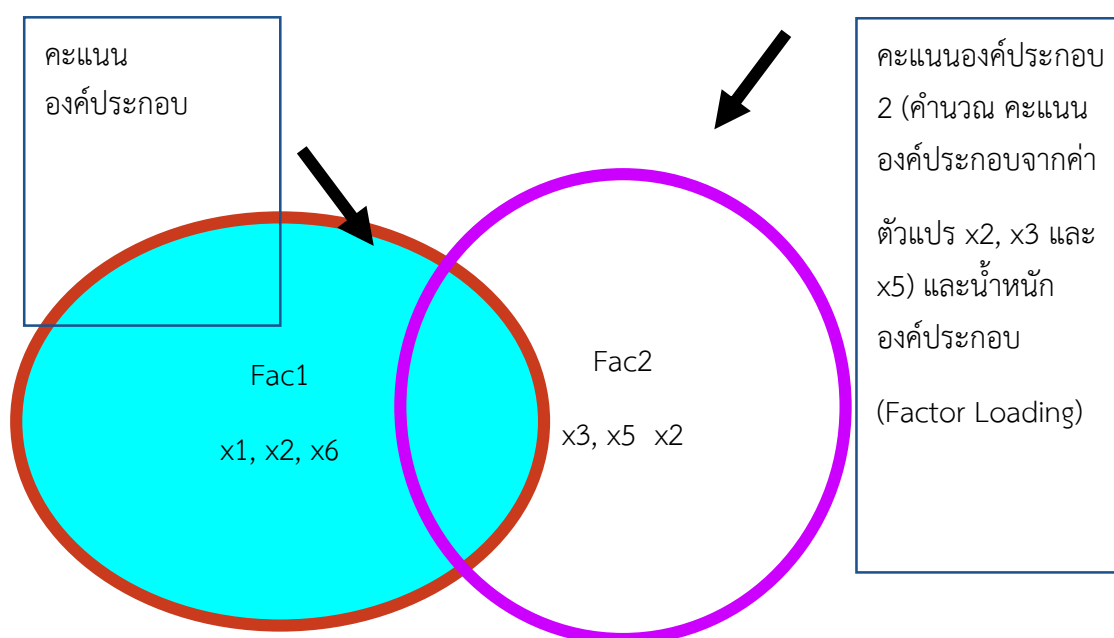


X_1 และ X_3 มีองค์ประกอบร่วม

ภาพที่ 2-1 แสดงความร่วมกัน (Communalities)

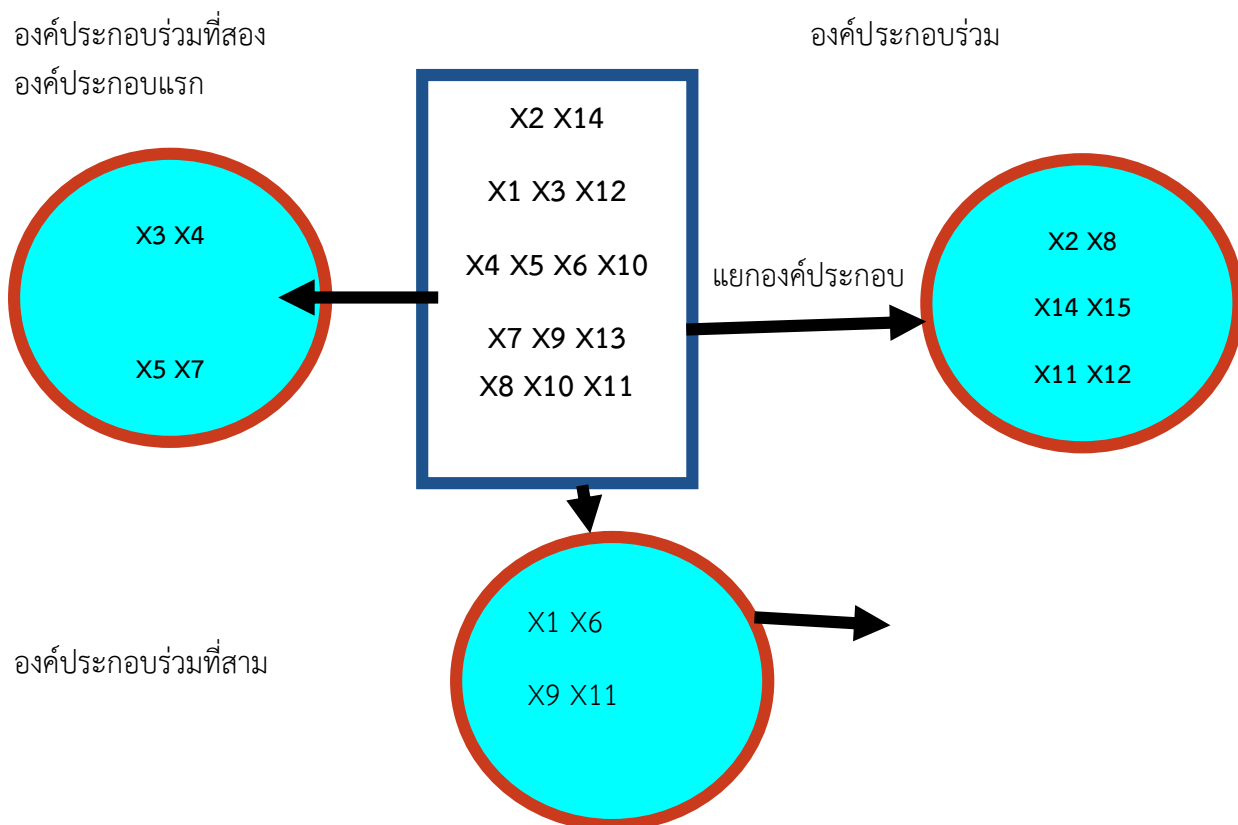
4. น้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) เป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับองค์ประกอบ ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 0.3 ตัวแปรใดมีน้ำหนักในองค์ประกอบใดมาก ควรจัดตัวแปรนั้นได้ในองค์ประกอบนั้น ในโปรแกรม SPSS น้ำหนักองค์ประกอบของแต่ละองค์ประกอบดูได้จากตาราง Component Matrix ก่อนการหมุนแกนองค์ประกอบ หรือดูได้จากเส้นทแยงมุมของแมทริกซ์ของค่าไอเกน (Eigen Value)

5. คะแนนองค์ประกอบ (Factor Score) เป็นคะแนนที่ได้จากน้ำหนักองค์ประกอบและค่าของตัวแปรในปัจจุบันนั้น เพื่อใช้เป็นค่าของตัวแปรใหม่ ที่เรียกว่า องค์ประกอบ คะแนนองค์ประกอบของแต่ละองค์ประกอบ อาจมีความสัมพันธ์กันบ้าง ถ้าจัดจำนวนองค์ประกอบเอาไว้มากนั้นหมายความว่า ตัวแปรเดียวกันอาจอยู่ในหลายองค์ประกอบได้ตามน้ำหนักองค์ประกอบ ดังแสดงในภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 แสดงการได้คะแนนองค์ประกอบ

6. ค่าไอเกน (Eigen Value) เป็นค่าความผันแปรของตัวแปรทั้งหมดในแต่ละองค์ประกอบ ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ องค์ประกอบร่วม (Common Factor) ที่ได้องค์ประกอบแรก จะเป็นองค์ประกอบที่แยกความผันแปรของตัวแปรออกมาจากองค์ประกอบอื่นได้มากที่สุด จึงมีตัวแปรรวมอยู่มากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 แสดงค่าความแปรผันของตัวแปรทั้งหมดของแต่ละองค์ประกอบ

องค์ประกอบที่มีตัวแปรอยู่มาก จึงมีค่าไอเกน มากตามด้วย ใน SPSS จะกำหนดค่าไอเกน เป็น 1 อยู่แล้ว (Default = 1) ค่าไอเกนจะเท่ากับจำนวนตัวแปร ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบจะมีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 ในงานวิจัยถ้าผู้วิจัยกำหนดตัวแปรเอาไว้จำนวนมาก ในการ วิเคราะห์องค์ประกอบ (จริง) ควรให้ได้จำนวนน้อยกว่าตัวแปรมาก ๆ และมีจำนวนที่เหมาะสมเพื่อ สะดวกในการวิเคราะห์ค่าสถิติอื่น ๆ ต่อไป ค่าไอเกน หาได้จากสูตร

$$\text{Eigen Value} = \frac{\sum (\text{ของน้ำหนักองค์ประกอบของแต่ละตัวแปรในองค์ประกอบนั้น})^2}{(\text{ขององค์ประกอบใด})}$$

ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาการวิจัย ทบทวนองค์ประกอบตัวแปรจากทฤษฎี เก็บข้อมูล และเลือกวิธี วิเคราะห์องค์ประกอบตามวัตถุประสงค์การวิจัย

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบข้อมูลที่วิเคราะห์ว่าเป็นไปตามข้อตกลงหรือไม่ และสร้างเมทริกซ์ สหสัมพันธ์ (Correlation Matrix)

ขั้นที่ 3 สกัดองค์ประกอบ (Extraction Factor Analysis : Factor Extraction หรือ Initial Factors)

ขั้นที่ 4 เลือกวิธีการหมุนแกน (Factors Rotation)

ขั้นที่ 5 เลือกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factors Score)

ขั้นที่ 6 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่วิเคราะห์ได้

การออกแบบวิจัยและการประยุกต์ใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ

1. การออกแบบวิจัยสำหรับการใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ

การออกแบบวิจัยสำหรับการใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ ส่วนใหญ่นิยมออกแบบวิจัยแบบไม่ทดลอง (Non-Experimental Research Design) ที่เป็นการวิจัยแบบอธิบายความสัมพันธ์ (Explanatory Research) ที่มีลักษณะคำถามการวิจัยที่ต้องการคาดคะเนความสัมพันธ์เพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรใช้ตรวจสอบโครงสร้างของชุดตัวแปรในรูปของจำนวนที่น้อยที่สุดของตัวแปรแฝงที่สังเกตไม่ได้หรือวัดได้โดยตรง หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นตัวแปรแฝง หรือองค์ประกอบ ซึ่ง ตัวแปรแฝงที่สังเกตไม่ได้ เหล่านี้จะถูกเรียกว่า องค์ประกอบ (Joreskog & Sorbom, 1993) ตัวอย่างหัวข้อวิจัยที่ใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างหัวข้อการวิจัยที่ใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ หัวข้อการวิจัย

หัวข้อการวิจัย	วัตถุประสงค์และวิธีการใช้ วิธีการวิเคราะห์ องค์ประกอบ	ผลการวิจัยแบบย่อ
1. ความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดมาตราประมาณค่าเกี่ยวกับลักษณะจิตวิญญาณและการพยาบาลด้านจิตวิญญาณใช้ขนาดตัวอย่าง 549 ราย (The construct validity of a rating scale designed to assess. spirituality and spiritual care) (McSherry, Draper & Kendrick, 2002)	1.1) เพื่อพัฒนาแบบวัดความตรง เชิงโครงสร้างของลักษณะจิตวิญญาณและการพยาบาลด้านจิตวิญญาณ 1.2) วิธีการใช้ Exploratory Factor Analysis (EFA) เนื่องจากเป็น เครื่องมือใหม่ นักวิจัยสร้าง เครื่องมือ โดย การศึกษานำร่อง แล้วนำผลมาพัฒนาเป็น แนวคำถามแบบมาตรา ประมาณค่า 5 ระดับ	ผลการวิเคราะห์ด้วย EFA ได้ องค์ประกอบทั้งหมด 4 องค์ประกอบ (F) คือ F1: Spirituality (existential element) มีจำนวน 5 ตัวแปร F2: Spiritual Care มีจำนวน 5 ตัวแปร F3: Religiosity มี 3 ตัวแปร F4: Personalized Care มี 3 ตัวแปร

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

หัวข้อการวิจัย	วัตถุประสงค์และวิธีการใช้ วิธีการวิเคราะห์ องค์ประกอบ	ผลการวิจัยแบบย่อ
2. การพัฒนาเครื่องมือเกี่ยวกับ วิธีการวัดและตัวชี้วัดคุณภาพ การความเจ็บป่วยหลังผ่าตัด ใช้ขนาดตัวอย่าง 209 ราย (Development of an instrument to measure strategic and clinical quality indicators in post- operation pain management (Idvall, Hamrin & Unosson, 2002)	2.1) เพื่อพัฒนาแบบวัด ความตรง เชิงโครงสร้าง เครื่องมือ เกี่ยวกับวิธีการวัด และตัวชี้วัด คุณภาพการ จัดการความเจ็บปวดหลัง ผ่าตัด 2.2) วิธีการใช้ Exploratory Factor Analysis (EFA) เนื่องจากเป็นเครื่องมือใหม่ นักวิจัยสร้างเครื่องมือโดย การศึกษานำร่อง แล้วนำผล มาพัฒนาเป็นแนว คำถามใหม่	ผลการวิเคราะห์ด้วย EFA ได้ องค์ประกอบทั้งหมด 4 องค์ประกอบ (F) คือ F1: Communication มี 3 ตัวแปร F2: Action มี 4 ตัวแปร F3: Trust มี 4 ตัวแปร F4: Environment มี 3 ตัวแปร
3. การสร้างแบบวัดคุณธรรม จริยธรรมพื้นฐานสำหรับ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น คมกฤช ใจคาปัน ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผล ทางการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กุมภาพันธ์ 2544	3.1) เพื่อสร้างแบบวัด คุณธรรม จริยธรรมพื้นฐาน ในด้านความกตัญญูทศเวที การพึ่งตนเอง การรู้จัก ประมาณตนและความ เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ 3.2) วิธีการใช้ Exploratory Factor Analysis (EFA) เนื่องจาก เป็นการสร้างเครื่องมือใหม่ EFA	ผลการวิเคราะห์ด้วย EFA พิจารณาค่าถ่วงน้ำหนักตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป ได้จำนวนข้อที่เป็นไปตาม เกณฑ์ 39 ข้อ จาก 157 ข้อ ดังนี้ ความกตัญญูทศเวที 11 ข้อ การพึ่งตนเอง 8 ข้อ การรู้จักประมาณตน 8 ข้อ ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ 12 ข้อ
4. การพัฒนาแบบสอบถาม การรับรู้เกี่ยวกับกิจกรรมทาง ร่างกายของวัยรุ่นในไต้หวัน ใช้ขนาดตัวอย่าง 923 ราย (Wu. Et al., 2002)	4.1 เพื่อทดสอบโครงสร้าง เครื่องมือการรับรู้เกี่ยวกับ กิจกรรมทางร่างกายของ วัยรุ่น 4.2 วิธีการใช้ Confirmatory Factor Analysis (CFA) เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มี อยู่แล้ว	ผลการวิเคราะห์ด้วย CFA ได้ องค์ประกอบทั้งหมด 4 องค์ประกอบ (F) คือ

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

หัวข้อการวิจัย	วัตถุประสงค์และวิธีการ ใช้วิธีการวิเคราะห์ องค์ประกอบ	ผลการวิจัยแบบย่อ
	และนักวิจัยได้นำมา ทดสอบความตรงเชิง โครงสร้างอีกครั้ง	F1: Perceived self – efficacy มี 13 ตัวแปร F2: Perceived Benefits มี 12 ตัวแปร F3: Perceived Barriers มี 14 ตัวแปร
5. การศึกษาการทำงาน เป็นทีม และการสร้างโมเดล การฝึกอบรมเพื่อพัฒนา การทำงาน เป็นทีมของพนักงาน ธนวัฒน์ ภมรพรอนันต์ ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการให้ คำปรึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ธันวาคม 2551	5.1) เพื่อศึกษา องค์ประกอบการทำงาน เป็นทีมของพนักงาน 5.2) วิธีการใช้การวิเคราะห์ องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ผู้วิจัยต้องการศึกษาว่า คะแนนการทำงานเป็นทีม มี 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 คือ การสร้างทีมงาน มีองค์ประกอบย่อย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ เป้าหมายของทีมงาน วิสัยทัศน์ทีมงาน ภาระงาน และทักษะที่จำเป็น รูปแบบ พฤติกรรมทางสังคม และ การเป็นผู้นำ ส่วนองค์ประกอบที่ 2 กระบวนการทำงานเป็นทีม มีองค์ประกอบย่อย 5	1. คะแนนการทำงานเป็นทีมของ พนักงานทั้ง 10 องค์ประกอบย่อย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .067 - .736 และมีความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกค่า 2. โมเดลการวิเคราะห์เชิงยืนยัน อันดับที่ 1 ของการทำงานเป็นทีม ของพนักงาน F1: การสร้างทีมงาน มี 5 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.28-0.58 F2: กระบวนการทำงาน มี 5 ตัวแปร ค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.20-0.26 ค่าความเชื่อถือได้ของการวัด (R2) แต่ละองค์ประกอบย่อยมีค่าตั้งแต่ 0.21 – 1.18 3. โมเดลการวิเคราะห์เชิงยืนยัน อันดับที่ 2 ของการทำงานเป็นทีม ของพนักงาน

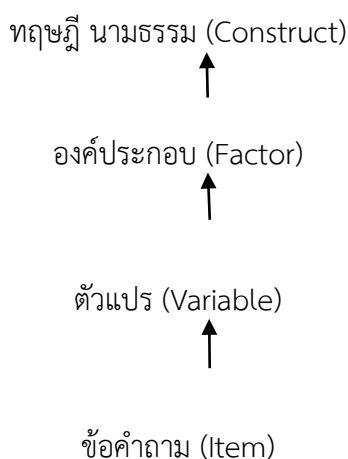
ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

หัวข้อการวิจัย	วัตถุประสงค์และวิธีการ ใช้วิธีการวิเคราะห์ องค์ประกอบ	ผลการวิจัยแบบย่อ
	องค์ประกอบได้แก่ การวางแผน การดำเนินงาน ตามแผน การประสานกิจกรรม ความพึงพอใจของทีมงาน และ การประเมินผล	F1: การสร้างทีมงาน มี 5 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.32 - 0.75 F2: กระบวนการทำงาน มี 5 ตัว แปร ค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.20 - 0.26 ค่าความเชื่อถือได้ของการวัด (R2) แต่ละองค์ประกอบย่อยมีค่า ตั้งแต่ 0.21 - 1.47 4. โมเดลโครงสร้างการทำงาน เป็นทีมมีความเหมาะสมพอดีกับ ข้อมูลเชิงประจักษ์

2. การประยุกต์ใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ มีหลักในการประยุกต์ใช้ กล่าวคือ ส่วนใหญ่นักวิจัยใช้เทคนิคนี้ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือวิจัย จึงขออธิบายในส่วนของความตรงเชิงโครงสร้างหรือทฤษฎี (Construct) หมายถึง คุณลักษณะที่สันนิษฐานขึ้นจากพฤติกรรมของมนุษย์ เช่น อัตมโนทัศน์ การรับรู้ พลังอำนาจ สมรรถนะแห่งตน เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วไม่มีเครื่องมือใดที่สะท้อนให้เห็นโครงสร้างได้โดยตรง นอกจากนิยามโครงสร้างให้เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อสามารถตรวจสอบอ้างอิงได้เท่านั้น การตัดสินว่า สิ่งใดมี “โครงสร้าง” เพียงใดทำได้โดยการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง

ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ขอบเขต ความหมาย หรือลักษณะประจำตามทฤษฎีที่เครื่องมือวิจัยนั้น ๆ วัดได้ หรือหมายถึงความสามารถของเครื่องมือวิจัยที่สามารถวัดทฤษฎี หรือลักษณะของพฤติกรรมได้ตามที่สามารถวัดพฤติกรรมได้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เครื่องมือวิจัยที่มีความตรงตามโครงสร้างจะแสดงให้เห็นว่า ผลที่ได้จากการวัดมีความสัมพันธ์กับทฤษฎีหรือลักษณะที่กำหนดมาน้อยเพียงไร การตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างจะต้องตรวจสอบทั้งเชิงเหตุผล (Logical) และการตรวจสอบเชิงประจักษ์ (Empirical) การวิเคราะห์องค์ประกอบจึงเป็นวิธีทางสถิติสำหรับตรวจสอบโครงสร้าง โดยการลดจำนวนตัวแปรลงให้เป็นจำนวนองค์ประกอบหรือลักษณะร่วม ซึ่งมีจำนวนไม่กี่รายการ ลักษณะเช่นนี้จะช่วยให้คำบรรยายพฤติกรรมต่าง ๆ ย่างขึ้นหรืออาจกล่าวได้ว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเทคนิคทำสถิติที่เกี่ยวข้องกับคน (หรือผู้ให้ข้อมูล)

จำนวนมาก ตัวแปรจำนวนมาก และองค์ประกอบจำนวนมาก การวิเคราะห์องค์ประกอบ จึงมีลำดับขั้น ดังนี้



ภาพที่ 2-4 ความมุ่งหมาย (Aims) จุดหมาย (Goals) และจุดมุ่งหมาย (Objectives)

ลำดับขั้นของการอธิบายจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ หมายความว่า หลาย ๆ ข้อคำถาม อธิบายตัวแปร 1 ตัว หลาย ๆ ตัวแปรอธิบายองค์ประกอบ 1 ตัว และองค์ประกอบหลาย ๆ ตัว จึงจะอธิบายทฤษฎีหรือนามธรรมได้ 1 อย่าง

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบจะได้กลุ่มของความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามต่าง ๆ ในแบบ เชิงเส้นตรงที่เรียกว่า องค์ประกอบ (Factor) องค์ประกอบแต่ละตัวจะเป็นอิสระจากกัน เมื่อมีการ สร้างองค์ประกอบขึ้น องค์ประกอบนี้จะเข้าไปสัมพันธ์กับข้อคำถามแต่ละข้อ ทำให้เกิดเป็นน้ำหนัก องค์ประกอบ (Factor Loading) ขึ้นมา ดังนั้นน้ำหนักขององค์ประกอบแต่ละตัวจะแทนค่าสหสัมพันธ์ ของเครื่องมือกับองค์ประกอบแต่ละตัวด้วย เรียกว่า ความตรงเชิงองค์ประกอบ หมายถึง ค่าสหสัมพันธ์ของแบบสอบนั้นกับอะไรก็ตามที่เป็นตัวร่วมกับกลุ่มแบบสอบกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง หรือจะกล่าวได้ว่า ความตรงเชิงองค์ประกอบ ควรเรียกว่า ส่วนประกอบขององค์ประกอบ (Factorial Composition)

ดังนั้น ประโยชน์หลักของการวิเคราะห์องค์ประกอบ มี 3 ด้าน คือ ด้านที่หนึ่ง ใช้ตรวจสอบ ความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือ ด้านที่สอง ใช้ในการแก้ปัญหาที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน สูงสำหรับเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเชิงพหุสูงมาก วิธีการอย่าง หนึ่งการรวมตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกัน โดยการสร้างเป็นตัวแปรใหม่ หรือเรียกว่า องค์ประกอบ หลังจากนั้นจึงนำองค์ประกอบดังกล่าวไปเป็นตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ความถดถอย ต่อไป และสุดท้าย ใช้ตรวจสอบหรือยืนยันทฤษฎีต่าง ๆ ที่วัดได้จากพฤติกรรมของมนุษย์

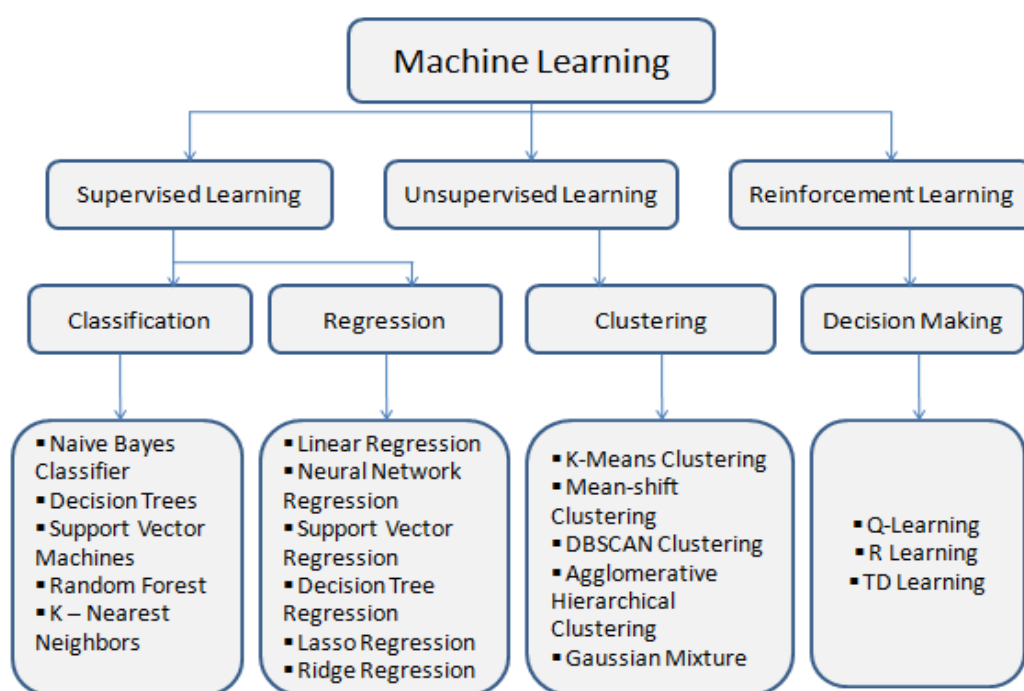
2.4 จักรกลการเรียนรู้ (Machine Learning)

จักรกลการเรียนรู้ (Machine Learning) คือ ศาสตร์ที่ว่าด้วยการสร้างอัลกอริทึมที่ทำให้ เครื่องกลสามารถเรียนรู้และเข้าใจในประเด็นที่เราสนใจจากข้อมูล โดยไม่ต้องมีการเขียนโปรแกรม

ให้เครื่องกลนั้นทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เครื่องจักรกลการเรียนรู้จะเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้รับ และนำไปใช้ในการทำนายหรือตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ต้องมีมนุษย์คอยกำกับหรือเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม

เครื่องจักรกลการเรียนรู้มีหลากหลายประเภท แบ่งตามลักษณะการเรียนรู้ของเครื่องจักรกลได้เป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

- Supervised Learning
- Unsupervised Learning
- Reinforcement Learning



ภาพที่ 2-5 ประเภทของจักรกลการเรียนรู้

2.4.1 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เครื่องจักรกลมีข้อมูลตัวอย่างและผลลัพธ์ที่ต้องการอยู่แล้ว เครื่องจักรกลจะเรียนรู้จากข้อมูลตัวอย่างเหล่านั้น เพื่อนำไปใช้ในการทำนายหรือตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวอย่างและผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น การจำแนกภาพ การระบุประเภทของข้อมูล การพยากรณ์ราคา เป็นต้น

การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) เป็นเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องที่ช่วยให้เครื่องจักรสามารถเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออก โดยการป้อนชุดข้อมูลตัวอย่างให้กับเครื่องจักร ซึ่งชุดข้อมูลตัวอย่างประกอบด้วยข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออกที่ต้องการ เครื่องจักรจะเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออกจากชุดข้อมูลตัวอย่าง แล้วใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวในการทำนายข้อมูลส่งออกสำหรับข้อมูลนำเข้าใหม่ การเรียนรู้แบบมี

ผู้สอนสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทหลัก ๆ คือ การถดถอย (Regression) และการจำแนก (Classification)

การถดถอย เป็นการหาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออก ซึ่งข้อมูลส่งออกอาจเป็นค่าตัวเลขต่อเนื่อง เช่น ราคาบ้าน หรือค่าเฉลี่ยคะแนนสอบ

การจำแนก เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออก ซึ่งข้อมูลส่งออกอาจเป็นหมวดหมู่ เช่น ดอกไม้ประเภทต่าง ๆ หรือโรคต่าง ๆ

ตัวอย่างของการเรียนรู้แบบมีผู้สอน เช่น การจำแนกภาพ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพ และประเภทของวัตถุในภาพ เช่น ใบหน้าคน รถยนต์ หรือต้นไม้ การจดจำเสียง เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเสียงและคำพูดในเสียง การแปลภาษา เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลข้อความในภาษาหนึ่งและข้อมูลข้อความในอีกภาษาหนึ่ง

การเรียนรู้แบบมีผู้สอนมีข้อดีคือสามารถเรียนรู้ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลนำเข้า และข้อมูลส่งออกได้ อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้แบบมีผู้สอนมีข้อจำกัดคือต้องใช้ชุดข้อมูลตัวอย่างจำนวนมาก และอาจเกิดปัญหาการ Overfitting ได้ หากชุดข้อมูลตัวอย่างไม่เพียงพอหรือมีอคติ วิธีการเรียนรู้แบบมีผู้สอนที่ได้รับความนิยม ได้แก่

Linear Regression เป็นวิธีการถดถอยแบบง่ายที่สุด โดยใช้สมการเชิงเส้นเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออก

Logistic Regression เป็นวิธีการถดถอยที่ใช้สำหรับปัญหาการจำแนก โดยใช้สมการโลจิสติกส์เพื่อหาความน่าจะเป็นของข้อมูลส่งออกเป็นค่าใดค่าหนึ่ง

Support Vector Machines (SVM) เป็นวิธีการจำแนกที่ใช้ขอบเขตสนับสนุน (Support Vector) เพื่อแยกข้อมูลเข้าออกเป็นสองประเภท

Decision Trees เป็นวิธีการจำแนกที่ใช้ต้นไม้การตัดสินใจเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออก

Random Forest เป็นวิธีการจำแนกที่ใช้ต้นไม้การตัดสินใจหลายต้นเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออก

การเรียนรู้แบบมีผู้สอนเป็นเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้หลากหลาย การเรียนรู้แบบมีผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญในการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในชีวิตประจำวัน

2.4.2 การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เครื่องจักรกลไม่มีข้อมูลตัวอย่างและผลลัพธ์ที่ต้องการ เครื่องจักรกลจะเรียนรู้จากข้อมูลตัวอย่างที่มีอยู่ โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวอย่างเหล่านั้น เพื่อให้เครื่องจักรกลสามารถจัดกลุ่มข้อมูลหรือระบุรูปแบบของข้อมูลได้ เช่น การแบ่งกลุ่มข้อมูล การทำเหมืองข้อมูล การลดมิติของข้อมูล เป็นต้น

การเรียนรู้ของเครื่องแบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Machine Learning) คือ การเรียนรู้ของเครื่องที่โมเดลเรียนรู้จากข้อมูลที่ไม่มีป้ายกำกับ หมายความว่าโมเดลไม่ได้ถูกบอกให้ข้อมูลแต่ละรายการอยู่ในหมวดหมู่ใด โมเดลต้องเรียนรู้รูปแบบและความสัมพันธ์ในข้อมูลด้วยตัวเอง การเรียนรู้ของเครื่องแบบไม่มีผู้สอน มีการใช้งานที่หลากหลาย เช่น

การแบ่งกลุ่ม (Clustering) คือ การจัดกลุ่มข้อมูลเข้าด้วยกันโดยพิจารณาจากลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

การลดมิติข้อมูล (Dimensionality Reduction) คือ การลดจำนวนตัวแปรในข้อมูลโดยไม่สูญเสียข้อมูลสำคัญ

การค้นหารูปแบบ (Pattern Discovery) คือ การค้นหารูปแบบหรือความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูล

ตัวอย่างของการเรียนรู้ของเครื่องแบบไม่กำกับ ได้แก่

อัลกอริทึม K-means ใช้ในการแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็น K กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีศูนย์กลางที่ใกล้เคียงกัน

อัลกอริทึม PCA ใช้ในการลดมิติข้อมูลโดยพิจารณาจากตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด

อัลกอริทึม Anomaly Detection ใช้ในการค้นหาข้อมูลที่ไม่เข้าข่ายหรือผิดปกติ

การเรียนรู้ของเครื่องแบบไม่กำกับมีข้อดีคือไม่จำเป็นต้องมีข้อมูลที่มีป้ายกำกับจำนวนมาก โมเดลสามารถเรียนรู้จากข้อมูลปริมาณน้อยได้ อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้ของเครื่องแบบไม่กำกับมีข้อเสียคืออาจยากต่อการตีความผลลัพธ์ของโมเดล ตัวอย่างการใช้งานการเรียนรู้ของเครื่องแบบไม่กำกับในชีวิตประจำวัน ได้แก่

การแนะนำสินค้า (Product Recommendation) ร้านค้าออนไลน์ใช้การเรียนรู้ของเครื่องแบบไม่กำกับเพื่อแนะนำสินค้าให้กับลูกค้าตามประวัติการซื้อสินค้า

การกรองอีเมล (Email Filtering) ผู้ให้บริการอีเมลใช้การเรียนรู้ของเครื่องแบบไม่กำกับเพื่อกรองอีเมลขยะออกจากอีเมลที่มีความสำคัญ

การระบุใบหน้า (Face Recognition) โทรศัพท์มือถือใช้การเรียนรู้ของเครื่องแบบไม่กำกับเพื่อระบุใบหน้าของผู้ใช้

การเรียนรู้ของเครื่องแบบไม่มีผู้สอน เป็นสาขาหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่องที่มีการใช้งานที่หลากหลาย โมเดลการเรียนรู้ของเครื่องแบบไม่กำกับสามารถเรียนรู้จากข้อมูลที่ไม่มีป้ายกำกับและค้นพบรูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูล

2.4.3 การเรียนรู้แบบเสริม (Reinforcement Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เครื่องจักรกลจะได้รับรางวัลหรือบทลงโทษจากการดำเนินการต่าง ๆ เครื่องจักรกลจะเรียนรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างการทำกระทำและผลลัพธ์ เช่น การเรียนรู้การเล่นเกม การขับขีรถยนต์อัตโนมัติ เป็นต้น Reinforcement Learning เป็นประเภทหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ที่ใช้อัลกอริทึมให้ระบบเรียนรู้พฤติกรรมจากประสบการณ์ของตนเอง โดยไม่ได้รับการสอนโดยตรงจากข้อมูลหรือเทรนจากผู้เชี่ยวชาญ อัลกอริทึมจะเรียนรู้จากผลลัพธ์ของการกระทำของตนเอง ซึ่งเรียกว่า Reward หรือ Penalty โดยระบบจะพยายามเลือกการกระทำที่จะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

Reinforcement Learning มักถูกนำไปใช้กับงานที่ต้องเรียนรู้พฤติกรรมที่ซับซ้อนหรือต้องปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม เช่น การเล่นเกม การขับขีรถยนต์อัตโนมัติ การควบคุมหุ่นยนต์ และการพัฒนากลยุทธ์ทางธุรกิจ องค์ประกอบหลักของ Reinforcement Learning มีดังนี้

Agent: เป็นตัวกลางที่เรียนรู้พฤติกรรม โดย Agent จะต้องสามารถรับรู้สถานการณ์ของสภาพแวดล้อม (State) และเลือกการกระทำ (Action) ที่จะส่งผลต่อสภาพแวดล้อม

Environment: คือสภาพแวดล้อมที่ Agent อาศัยอยู่และปฏิสัมพันธ์ด้วย โดย Environment อาจมีสถานะและกฎเกณฑ์ที่แตกต่างกัน

Reward: คือผลลัพธ์ของการกระทำของ Agent โดย Reward อาจเป็นค่าบวกหรือลบ ขึ้นตอนการทำงานของ Reinforcement Learning มีดังนี้

Agent เริ่มต้นจากสถานะเริ่มต้น (Initial State)

Agent เลือกการกระทำ (Action)

Environment ตอบสนองต่อการกระทำของ Agent และกำหนด Reward

Agent เรียนรู้จากผลลัพธ์ (Reward) และปรับปรุงการเลือกการกระทำของตัวเอง

อัลกอริทึม Reinforcement Learning มีหลากหลายประเภท ขึ้นอยู่กับวิธีการคำนวณ Reward และวิธีการปรับปรุงการเลือกการกระทำของ Agent ตัวอย่างของอัลกอริทึม Reinforcement Learning ได้แก่

Q-Learning: เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ตาราง Q เพื่อเก็บค่า Reward ของทุกสถานะและการกระทำ

Deep Q-Network: เป็นอัลกอริทึมที่ใช้เครือข่ายประสาทเทียมแทนตาราง Q

Policy Gradient: เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ Gradient Descent เพื่อปรับปรุงนโยบายของ Agent Reinforcement Learning เป็นเครื่องมือที่ทรงพลังที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายงาน อย่างไรก็ตาม Reinforcement Learning ก็มีจุดอ่อนบางประการ เช่น ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากในการสอน และอาจใช้เวลานานในการเรียนรู้พฤติกรรมที่ซับซ้อน ตัวอย่างของงานที่ใช้ Reinforcement Learning ได้แก่

การเล่นเกม: อัลกอริทึม Reinforcement Learning สามารถใช้สอน AI ให้เล่นเกมได้ เช่น AlphaGo ที่สามารถเอาชนะนักหมากล้อมมืออาชีพได้

การขับรถยนต์อัตโนมัติ: อัลกอริทึม Reinforcement Learning สามารถใช้สอน AI ให้ขับขีรถยนต์ได้อย่างปลอดภัย

การควบคุมหุ่นยนต์: อัลกอริทึม Reinforcement Learning สามารถใช้สอน AI ให้ควบคุมหุ่นยนต์ได้อย่างแม่นยำ

การพัฒนากลยุทธ์ทางธุรกิจ: อัลกอริทึม Reinforcement Learning สามารถใช้พัฒนากลยุทธ์ทางธุรกิจ เช่น การกำหนดราคาสินค้าและบริการ

ในปัจจุบัน Reinforcement Learning ยังเป็นสาขาที่กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็ว นักวิจัยยังคงพัฒนาอัลกอริทึมใหม่ ๆ และประยุกต์ใช้ Reinforcement Learning กับงานใหม่ ๆ อยู่เสมอ

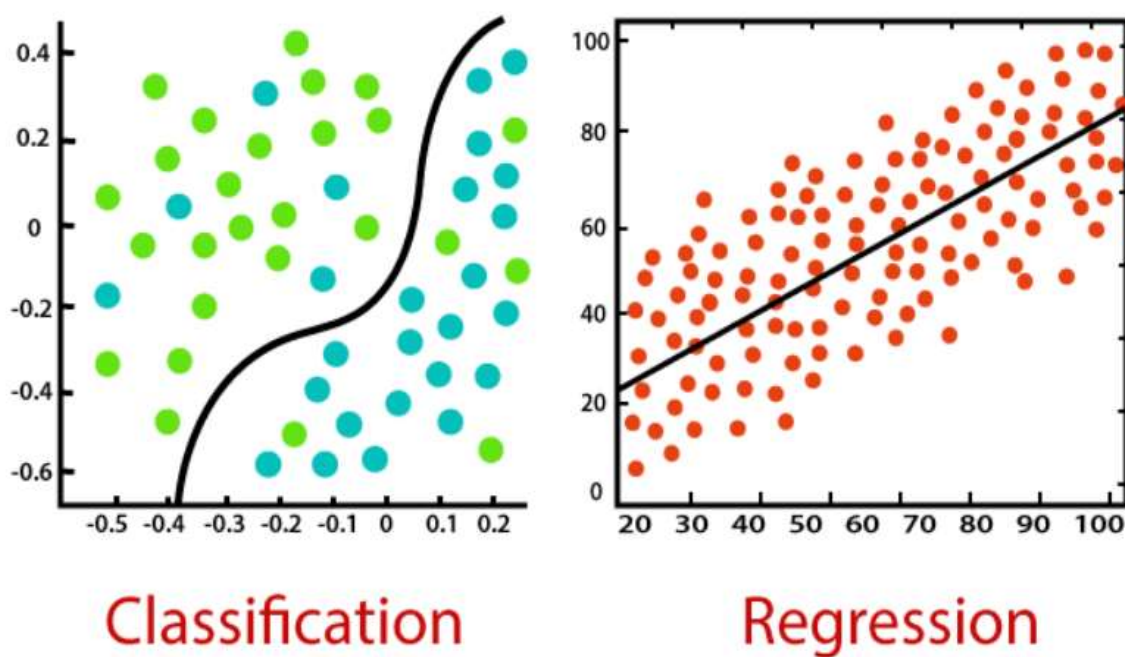
การวิจัยครั้งนี้มีตัวแปรที่เป็นเป้าหมาย (Target) ดังรูปภาพที่ 2- 5 ชนิดของตัวแปรเป็นแบบกลุ่ม (Classification) ดังรูปภาพที่ 2- 6 ดังนั้นจึงได้นำจักรกลการเรียนรู้ (Machine Learning) แบบมีผู้สอน (Supervised) มาใช้ในการศึกษาวิจัย (Amershi, 2009; Nagamani et al., n.d.-a)

Supervised

X_1	X_2	X_p	Y

Target

ภาพที่ 2-6 แสดงลักษณะตัวแปร Y ที่เป็น Target

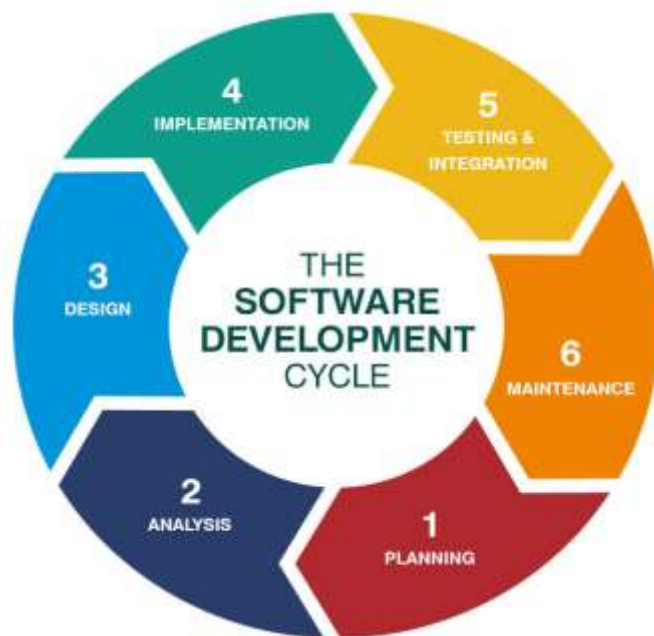


ภาพที่ 2-7 กราฟเปรียบเทียบแสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล

2.5 การพัฒนาระบบ

Software Development Life Cycle (SDLC) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยได้มีการกำหนดขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อสามารถพัฒนาและส่งมอบซอฟต์แวร์ ได้อย่างมีคุณภาพ และสมบูรณ์ โดยทั่วไปแล้ว SDLC จะประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน การเก็บรวบรวม

Requirement การออกแบบซอฟต์แวร์ การพัฒนาซอฟต์แวร์ การทดสอบซอฟต์แวร์ การบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ ตามภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-8 การพัฒนาระบบตามแบบ SDLC

1. การวางแผน (Planning) เป็นการวางแผนในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ใน Phase นี้ Program Manager, Project Manager จะวางแผนใน Project ว่าจะใช้ระยะเวลาในการพัฒนาซอฟต์แวร์เท่าไร (Time) มี Feature อะไรบ้างที่จะพัฒนา (Scope) มีจำนวนคนที่จะใช้พัฒนาซอฟต์แวร์กี่คน (Resource) วางแผนว่าใครหรือองค์กรไหนที่จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้บ้างเช่น หากทำ Application เกี่ยวกับการซื้อขายหุ้นก็ต้องอาศัยกฎ ข้อบังคับต่าง ๆ ของ กลต เข้ามาเป็นปัจจัยการออกแบบซอฟต์แวร์ด้วย วางแผนเพื่อเก็บ Requirement, Design Software และการทดสอบซอฟต์แวร์ การมีข้อมูลที่ละเอียดจะช่วยให้การวางแผนงานได้อย่างแม่นยำจะช่วยลดความเสี่ยงของการพัฒนาซอฟต์แวร์และสามารถพัฒนาสำเร็จตามวัตถุประสงค์

2. การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ Requirement (Requirement Gathering and Analysis) ในขั้นตอนนี้ Requirement นั้น Project Manager, Product Owner หรือ Business Analysts จะเป็นผู้เก็บรวบรวม Requirement จากลูกค้าหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อเข้าใจความต้องการจากผู้ใช้งานและการทำงานของระบบ โดยอาจจัดทำอยู่ในรูปแบบ Prototyping เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจการทำงานของระบบได้ง่ายขึ้น หลังจากการรวบรวม Requirement เสร็จแล้วทีมพัฒนา เช่น Developer, QA สามารถช่วยตรวจสอบ Requirement นั้นได้เพื่อใช้ในการ Design Software และประเมินความเสี่ยงและข้อจำกัดของซอฟต์แวร์ที่อาจเกิดขึ้นได้

3. การออกแบบซอฟต์แวร์ (Design Software) ขั้นตอนนี้หลัก ๆ แล้ว Developer จะนำ Requirement ที่ได้มาออกแบบ เช่น Design สถาปัตยกรรมที่จะใช้ (Architects) ส่วนต่อประสาน

ผู้ใช้งาน (User Interface) ภาษาที่จะใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ Design ฐานข้อมูล Security และ Network เป็นต้น ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้จะได้ System Design Specification ซึ่งสามารถให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหรือผู้เชี่ยวชาญได้ Review และสามารถให้คำแนะนำได้

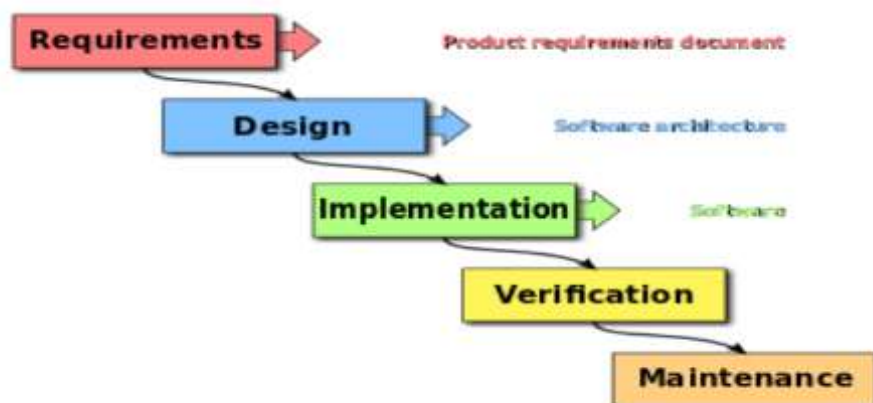
4. การพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software development) ขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยทีม Developer โดยจะเริ่มนำ Design และ Requirement ต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบในขั้นตอนที่ 2 และ 3 มาเริ่มเขียนโปรแกรม การพัฒนาซอฟต์แวร์นั้นจะนำเครื่องมือต่าง ๆ มาช่วยพัฒนาซอฟต์แวร์ได้ เครื่องมือที่จะนำมาใช้นั้นก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของซอฟต์แวร์ เมื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์เริ่มขึ้นจะเริ่มแต่ละ Feature ย่อยจากนั้นค่อย ๆ รวมแต่ละ Feature ย่อยเข้าด้วยกันให้เป็นระบบ ในการพัฒนาซอฟต์แวร์นั้นจะพัฒนาได้อย่างรวดเร็วหาก Phase ช่วงการ Design นั้นละเอียดและมีเอกสารที่เข้าใจได้ง่าย

5. การทดสอบซอฟต์แวร์ (Software Testing) การทดสอบซอฟต์แวร์เป็นการประกันคุณภาพของซอฟต์แวร์ ค้นหาข้อผิดพลาด ป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดของซอฟต์แวร์ รวมไปถึงตรวจสอบว่าซอฟต์แวร์ที่พัฒนานั้นเป็นไปตาม Requirement หรือไม่ ในการทดสอบนั้นจะมีการสร้าง Test case หรือเป็นกรณี que ผู้ใช้งานจะใช้งานระบบและ Expected results คือผลที่คาดหวังจากการทดสอบโดยผลที่คาดหวังนี้จะอิงตาม Requirement ที่ได้จาก Phase ที่ 2 หากซอฟต์แวร์ทำงานถูกต้องเป็นไปตามสิ่งที่คาดหวังผลการทดสอบก็จะผ่านแต่หากไม่เป็นไปตามผลที่คาดหวังผลการทดสอบก็จะไม่ผ่าน ต้องสั่งให้ Developer ต่อไป ปัจจุบันนั้นมีการทำ Automated test เข้าใจช่วยในการ Run test เพื่อการทำงานที่รวดเร็วมากขึ้น

6. การบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ (Operations and Maintenance) เมื่อซอฟต์แวร์ผ่านการทดสอบแล้วจะมีการ Deployed เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ใช้งานระบบจริง ในระหว่างที่ผู้ใช้งานซอฟต์แวร์อยู่นั้นก็อาจจะเกิดปัญหาต่าง ๆ ได้เช่น ต้องการ Feature เพิ่มเติม ซอฟต์แวร์ทำงานไม่เป็นไปตามความคาดหวัง ซอฟต์แวร์มี Bug อยู่ หรือการ Deployed ครั้งแรกอาจมีข้อจำกัดอะไรบ้างอย่าง เมื่อเกิดปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นก็ต้องมีการแก้ไข บำรุงรักษาซอฟต์แวร์เพื่อให้ผู้ใช้งานพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งในการแก้ไขก็อาจจะกลับไปเริ่มในขั้นตอนที่ 1 ถึง 6 ใหม่ (New Development Cycle)

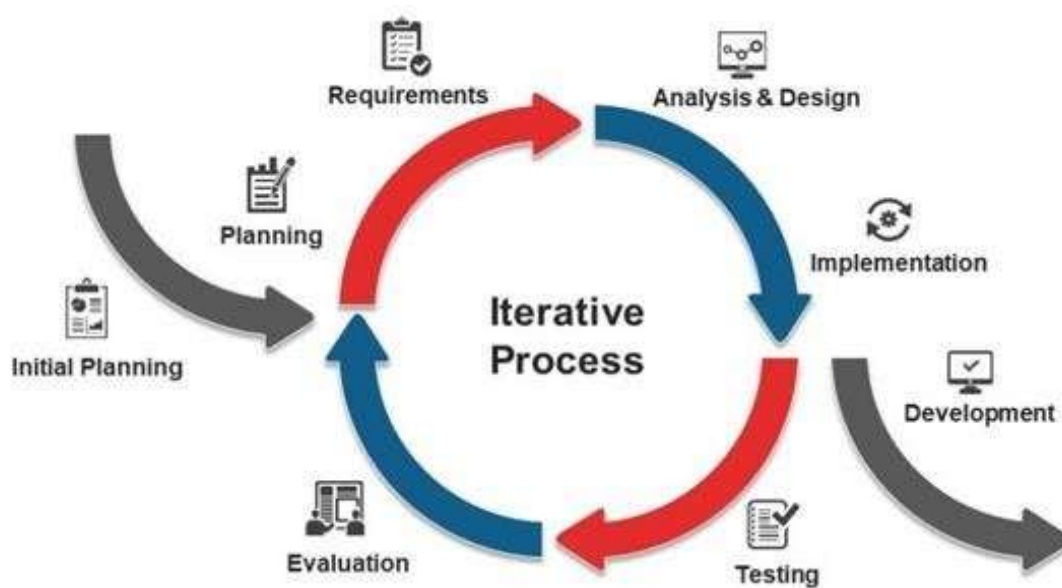
SDLC มีโมเดลที่ถูกกำหนดเพื่อกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์อยู่ 6 ประเภท

1) Waterfall model เป็นกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก หรือตั้งแต่บนลงล่างนั่นเอง จะใช้เวลานาน เหมาะกับซอฟต์แวร์ที่มีความต้องการแน่นอน และชัดเจน ไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย ๆ



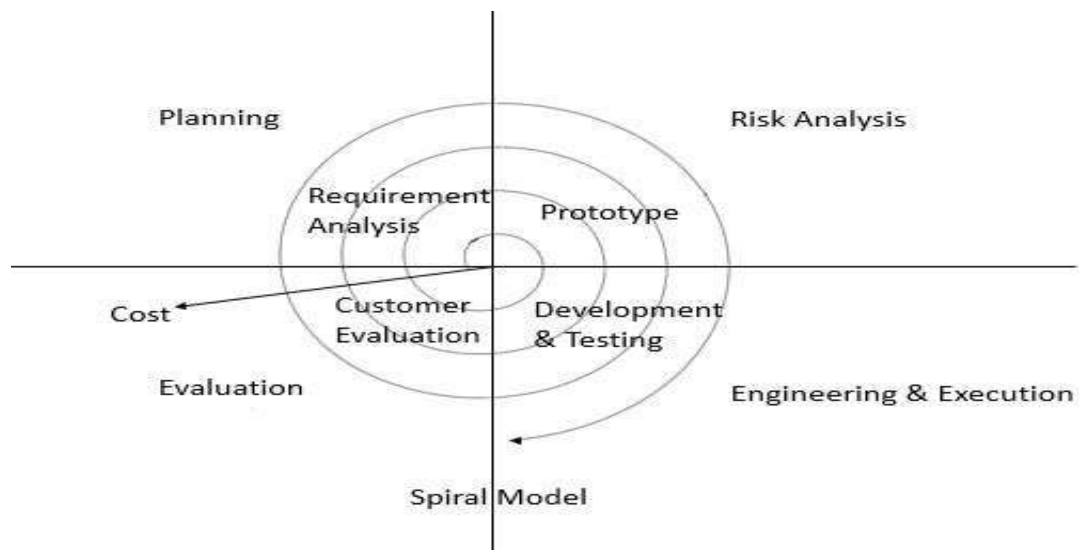
ภาพที่ 2-9 Waterfall model

2) Iterative model เป็นกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่ ที่แบ่งการทำงานออกเป็นขนาดย่อย ๆ ซึ่งจะมีการเก็บความต้องการของผู้ใช้ในครั้งแรก และจะมามากแบบและพัฒนาโปรแกรม แล้ววนซ้ำใหม่ เพื่อปรับปรุงสามารถของโปรแกรมไปเรื่อย ๆ นั่นเอง



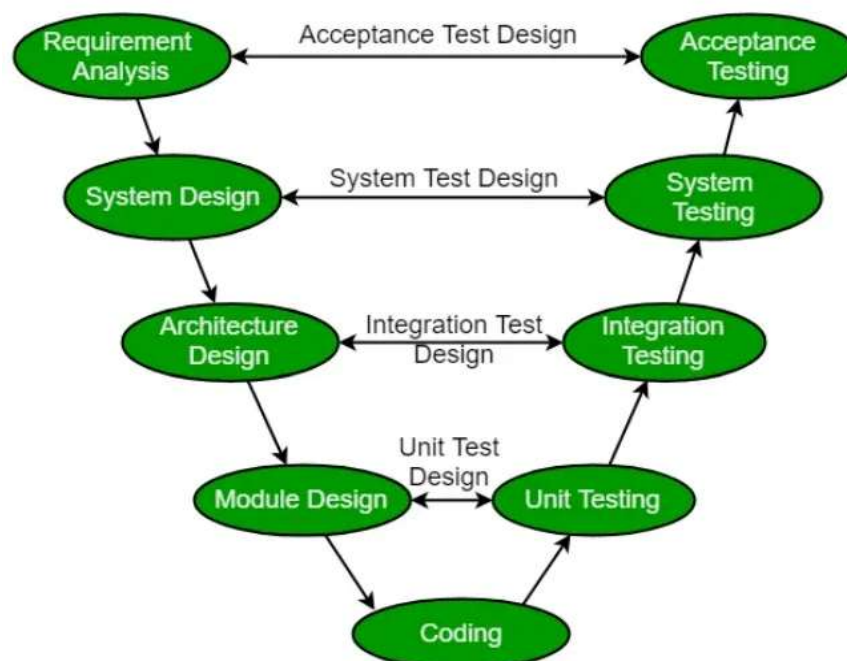
ภาพที่ 2-10 Iterative model

3) Spiral model เป็นโมเดลที่เน้นด้านการประเมินความเสี่ยง โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็นย่อย ๆ และจะประเมินความเสี่ยงของการพัฒนาซอฟต์แวร์อยู่เรื่อย ๆ



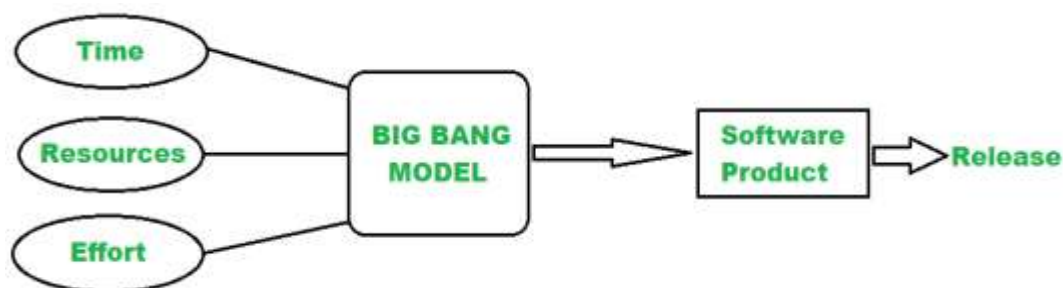
ภาพที่ 2-11 Spiral model

4) V-model เป็นโมเดลที่ลำดับการทำงานเป็นขั้นตอนอย่างชัดเจน พัฒนามาจาก Waterfall model โดยเพิ่มส่วนการทดสอบเข้ามานั่นเอง จึงทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น



ภาพที่ 2-12 V- model

5) Big Bang model เป็นโมเดลที่มุ่งเน้นไปที่ทรัพยากรทุกประเภทในการพัฒนาซอฟต์แวร์ เหมาะสำหรับซอฟต์แวร์เล็ก ๆ มีนักพัฒนา 1-2 คนทำงานร่วมกัน ซึ่งจะมีการวางแผนกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น



ภาพที่ 2-13 Big Bang model

6) Agile model เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์ในแต่ละส่วน ซึ่งลูกค้าสามารถติดตามและเห็นความคืบหน้าอยู่เรื่อย ๆ หากมีจุดใดที่ไม่ตรงความต้องการ สามารถแก้ไขได้ทันที



ภาพที่ 2-14 Agile model

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เจษฎาพร และ ดวงจันทร์ (เจษฎาพร และ ดวงจันทร์, 2021) ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจและทำนายการเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยของรัฐ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยวิธีการเรียนรู้ของเครื่องและกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ผลการวิจัยพบว่า โครงสร้างการตัดสินใจ เอเอชพี ประกอบด้วย 10 เกณฑ์ และ 5 ทางเลือกกลุ่มสาขาวิชา ขั้นตอนวิธีการประมวลผลของระบบ ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน และโมเดลต้นไม้มาก่อนตัดสินใจที่มีการกำหนดโพลต์ 5K, 7K, 8K และ 10K มีค่าความแม่นยำในการทำนายสาขาวิชาที่นักเรียนสนใจเรียนสูงที่สุด เท่ากับ 96.7 % อัลกอริทึมต้นไม้มาก่อนตัดสินใจมีระยะเวลาเฉลี่ยในการประมวลผลเพื่อฝึกโมเดลเร็วกว่าอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้น เท่ากับ 1.33 วินาที

Abdul Razaque and Abrar M. Alajlan (Razaque & Alajlan, 2020a) ศึกษาวิจัย Supervised machine learning model-based approach for performance prediction of students พบว่า การทำนายผลการเรียนของนักศึกษาถือเป็นประเด็นสำคัญประการหนึ่งสำหรับบริบทการเรียนรู้ เนื่องจากช่วยในการพัฒนาระบบการแนะนำทางเลือกสำหรับนักศึกษาที่อ่อน ดังนั้นจึงมีการใช้วิธีการ และแนวปฏิบัติหลายประการเพื่อการปรับปรุงการศึกษา อย่างไรก็ตาม วิธีการที่มีอยู่ส่วนใหญ่ไม่ได้ กำหนดประสิทธิภาพของนักศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ เราได้ศึกษาการดำเนินการของโมเดลการเรียนรู้ ของเครื่อง 6 โมเดล ได้แก่ Decision tree, Random Forest, Support Vector Machine, Logistic Regression, Ada Boost, Stochastic Gradient Descent เพื่อวิเคราะห์และประเมินความสำเร็จของ นักศึกษา ประสิทธิภาพได้รับการประเมินในแง่ของความแม่นยำ ความแม่นยำ ความไว และการวัดค่า f ผลลัพธ์พบว่าประสิทธิภาพของ Stochastic Gradient Descent ดีที่สุดในการฝึกชุดข้อมูลขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังให้ความแม่นยำที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับรุ่นอื่น ๆ การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบ ที่ดีที่สุดซึ่งอาจได้ข้อสรุปเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

Aditya Rajuladevi (Aditya Rajuladevi, 2014) ทำการวิจัยพบว่า การใช้ Machine Learning ด้วยโมเดลที่เหมาะสมจะช่วยพยากรณ์ผลการคงอยู่ในระบบการศึกษาของนักศึกษาตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 นอกจากนี้ยังช่วยประเมินความเหมาะสมในการเข้าศึกษาว่าเหมาะสมกับตนเองหรือไม่

Murat Pojon (Pojon, 2017b) ทำการศึกษาการใช้ Machine Learning เพื่อทำนายผลงาน ของนักศึกษา พบว่า การใช้วิศวกรรมเชิงคุณลักษณะช่วยปรับปรุงผลการทำนายได้ดีกว่าการเลือก วิธีการ แม้ว่าวิศวกรรมฟีเจอร์จะดำเนินการด้วยความสามารถที่จำกัด แต่ก็สร้างประสิทธิภาพการ คาดการณ์ได้ดีกว่า นอกจากนี้ การปรับปรุงแบบฝังการตัดสินใจ ซึ่งใช้ทั้งการเลือกคุณสมบัติและการ ปรับเปลี่ยนคุณสมบัติกับข้อมูล เมื่อพยายามปรับปรุงการทำนายผลการเรียนของนักศึกษา การ ปรับเปลี่ยนข้อมูลอินพุตเป็นปัจจัยสำคัญนอกเหนือจากการเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับข้อมูล แม้ว่าวิศวกรรมคุณลักษณะจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการเลือกวิธีการ แต่การผสมผสานระหว่าง ทั้งสองวิธีก็ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ในชุดข้อมูลทั้งสองชุด ค่าความแม่นยำที่ดีที่สุดที่เป็นไปได้คือ การปรับปรุงที่ชัดเจนเหนือค่าความแม่นยำพื้นฐาน แสดงให้เห็นว่าการใช้การเรียนรู้ของเครื่องเป็นวิธี ที่มีประสิทธิภาพในการทำนายผลการเรียนของนักศึกษา

Polkowski, Zdzislaw, Anita, Mohanty, Kumar, Mishra Sambit (Polkowski et al., 2019) ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทั่ว ๆ ไปกับการใช้ machine learning ผลการศึกษาพบว่า การใช้ machine learning แบบ supervised จะให้ผลการทำนายรวดเร็ว แม่นยำ กว่าวิธีทั่ว ๆ ไป และยัง สามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพต่าง ๆ ได้

RAMIN GHORBANI AND ROUZBEH GHOSI. (Ghorbani & Ghousi, 2020) ได้ศึกษา Machine Learning พบว่า การวิเคราะห์และคาดการณ์ผลการเรียนของนักเรียน การทำเหมืองข้อมูล ทางการศึกษาเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถใช้เพื่อค้นหาความรู้ที่มีนัยสำคัญและมีความหมายจากข้อมูลทางการศึกษา อย่างไรก็ตาม อาจประสบปัญหาบางอย่าง เช่น ปัญหาข้อมูล การศึกษาที่ไม่สมดุลในการทำนายผลการเรียนของนักเรียน การศึกษาครั้งนี้มุ่งหวังที่จะแสดงผลของความไม่สมดุล ปัญหาข้อมูลและค้นหาวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ดีที่สุดจากวิธีการต่าง ๆ ในการจัดการ ปัญหาข้อมูลที่ไม่สมดุล มีการใช้ชุดข้อมูลที่แตกต่างกันสองชุดที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของนักเรียน

ความแตกต่างระหว่างการจำแนกประเภทหลายคลาสและไบนารี และโครงสร้างของคุณสมบัติ มีการใช้ตัวแยกประเภทหลายตัวเพื่อแจ้งข้อสรุปที่ดีขึ้นของวิธีการสุ่มตัวอย่างใหม่ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าตัวแยกประเภทไม่มีการคาดการณ์ที่ยอมรับได้ในขณะที่ข้อมูลไม่สมดุล และไม่สามารถทำนายบางคลาสได้เลย ยิ่งไปกว่านั้น ผลลัพธ์ที่ได้รับโดยใช้ตัวชี้วัดการประเมินที่แตกต่างกันบ่งชี้ว่าคลาสจำนวนไม่กี่คลาสจะนำไปสู่ประสิทธิภาพที่ดีขึ้นด้วยโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง นอกจากนี้ คุณสมบัติเชิงตัวเลขที่มากขึ้นยังช่วยให้โมเดลมีประสิทธิภาพดีขึ้นอีกด้วย การใช้วิธีการสุ่มค่าไว้กับข้อมูลที่สมดุลต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างหลาย ๆ วิธี จะกำหนดว่าประสิทธิภาพของตัวแยกประเภทบางตัวได้รับการปรับปรุง และคลาสทั้งหมดได้รับการทำนาย ดังนั้นประสิทธิภาพของตัวแยกประเภทจึงเป็นที่น่าสนใจ นอกจากนี้ มีการใช้การตรวจสอบความถูกต้องข้ามแบบสลับเปลี่ยน 5 เท่าเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เชื่อถือได้และแม่นยำยิ่งขึ้น ผลลัพธ์ของวิธีการตรวจสอบนี้บ่งชี้ว่าตัวแยกประเภทมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันในข้อมูลที่สมดุลต่างกันสำหรับชุดข้อมูลทั้งสอง ดังนั้นการเลือกวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ดีที่สุดจึงไม่ใช่เรื่องง่าย อย่างไรก็ตาม ดูเหมือนว่าตัวแยกประเภททำงานได้ดีกว่ากับข้อมูลที่สมดุล ผู้วิจัยเลือกวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ดีที่สุด ผลการทดสอบยืนยันว่า โมเดล Random Forest จะได้รับผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในบรรดาตัวแยกประเภทอื่นๆ การศึกษาครั้งนี้สามารถใช้ตัวแยกประเภททั้งชุดและแบบไฮบริดใหม่เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบได้ดีขึ้นและยังได้รับประสิทธิภาพที่สูงขึ้น

Rika Endah และ Nurbaiti (Rika Endah & Nurbaiti, 2015) ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของนักศึกษาพยาบาล จากผลการศึกษาพบว่า ความสามารถด้านทักษะของนักศึกษาพยาบาลก่อนเข้าร่วม NPEP เพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อเทียบกับนักเรียนปีก่อนหน้าที่ยังคงใช้เนื้อหาการศึกษาตามหลักสูตร ความสามารถที่ผ่านเกณฑ์ขึ้นอยู่กับการปัจจัย 5 ตัวได้แก่ โรงพยาบาล ตนเอง ผู้สอนทางคลินิก อุปกรณ์ และวิชาชีพอื่น ๆ ปัจจัยใหญ่ที่สุดมาจากโรงพยาบาล เมื่อมีการปฏิบัติงาน นักศึกษาที่รู้สึกขาดความมั่นใจและสับสนในการฝึกปฏิบัติของนักเรียน จะดีขึ้นเมื่อการติดตามจากผู้สอนคลินิก

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 6 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ตัวชี้วัดทักษะทางการพยาบาล ระยะที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ระยะที่ 3 สร้างโมเดลการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วย Machine Learning ระยะที่ 4 พัฒนาระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ระยะที่ 5 พยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง และระยะที่ 6 หาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางการพยาบาลกับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง โดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัยของแต่ละระยะดังนี้

3.1 ระยะที่ 1 วิเคราะห์และสังเคราะห์ตัวชี้วัดทักษะทางการพยาบาล

ประชากรที่ใช้เป็นนักศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีสวรรค์ คณະพยาบาลศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก กระทรวงสาธารณสุข ที่มีคุณสมบัติสอบวัดความรู้ทางการพยาบาลเพื่อขอใบอนุญาตประกอบวิชาชีพของสภาการพยาบาล ในปีการศึกษา 2564 จำนวน 72 คน และปีการศึกษา 2565 จำนวน 93 คน รวมประชากร 165 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรพยาบาล ศาสตรบัณฑิต ที่มีเกณฑ์คุณสมบัติของประชากรและใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 165 คน

ในระยะนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์และสังเคราะห์ตัวชี้วัดทักษะทางการพยาบาลของนักศึกษาโดยศึกษาจากการทดสอบแบบ OSCE (ประทุม สร้อยวงศ์ et al., 2014b) ที่ได้ทดสอบตามฐานทางการพยาบาลตามที่กำหนดโดยผู้สอบ(กลุ่มตัวอย่าง) จะหมุนเวียนตามฐานในเวลาที่กำหนด ประเมินตาม checklist แบบ Rating Scale 5 ระดับ คะแนนรวมทั้งหมด 100 คะแนนและคัดแยกเฉพาะแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง 7 ด้าน ได้แก่ การพยาบาลเด็ก การพยาบาลจิตเวช การพยาบาลผู้ใหญ่ การพยาบาลผู้สูงอายุ การพยาบาลผดุงครรภ์ การพยาบาลมารดาและทารก การพยาบาลอนามัยและชุมชน

สถิติที่ใช้ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ดังนี้ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ (%)

3.2 ระยะที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

3.2.1 สร้างแบบสอบถามจากการทบทวนวรรณกรรม(Aleksieva-Petrova et al., 2020) (Pareek et al., 2015) (Khumyu et al., 2021) (Bujang et al., 2021) ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ 58 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) ด้านการศึกษา จำนวน 10 ข้อ 2) ด้านพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวัน จำนวน 10 ข้อ 3) ด้านเศรษฐกิจและสังคม จำนวน 10 ข้อ 4) ด้านทัศนคติที่มีต่อวิชาชีพ จำนวน 15 ข้อ 5) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา จำนวน 5 ข้อ 6) ด้านทักษะทางการพยาบาล

จำนวน 8 ข้อ นำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการพยาบาล จำนวน 3 ท่าน วิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ หรือเนื้อหา (IOC : Index of item Objective) ได้ค่า 0.6-0.8 และนำแบบสอบถามที่ได้ทำการ Tryout กับนักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 4 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุตรดิตถ์ จำนวน 30 คน ทดสอบเพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา Alpha Coefficient Reliability หาค่าความเชื่อมั่นโดยการทดสอบว่า แบบสอบถามแต่ละข้อมีความสัมพันธ์กับข้ออื่น ๆ ในฉบับเดียวกันหรือไม่ คำนวณค่าสถิติของคะแนนโดยใช้สูตร คำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าดังนี้ ด้านการศึกษาเท่ากับ .763 ด้านพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันเท่ากับ .757 ด้านเศรษฐกิจและสังคมเท่ากับ .806 ด้านทัศนคติที่มีต่อวิชาชีพเท่ากับ .814 ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาเท่ากับ .924 ด้านทักษะทางการพยาบาลเท่ากับ .845

3.2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างใช้วิธี Confirmatory Factor Analysis โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (James Lani, 2023; Mueller & Hancock, 2001)

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาโมเดลสมการโครงสร้างตามสมมติฐาน

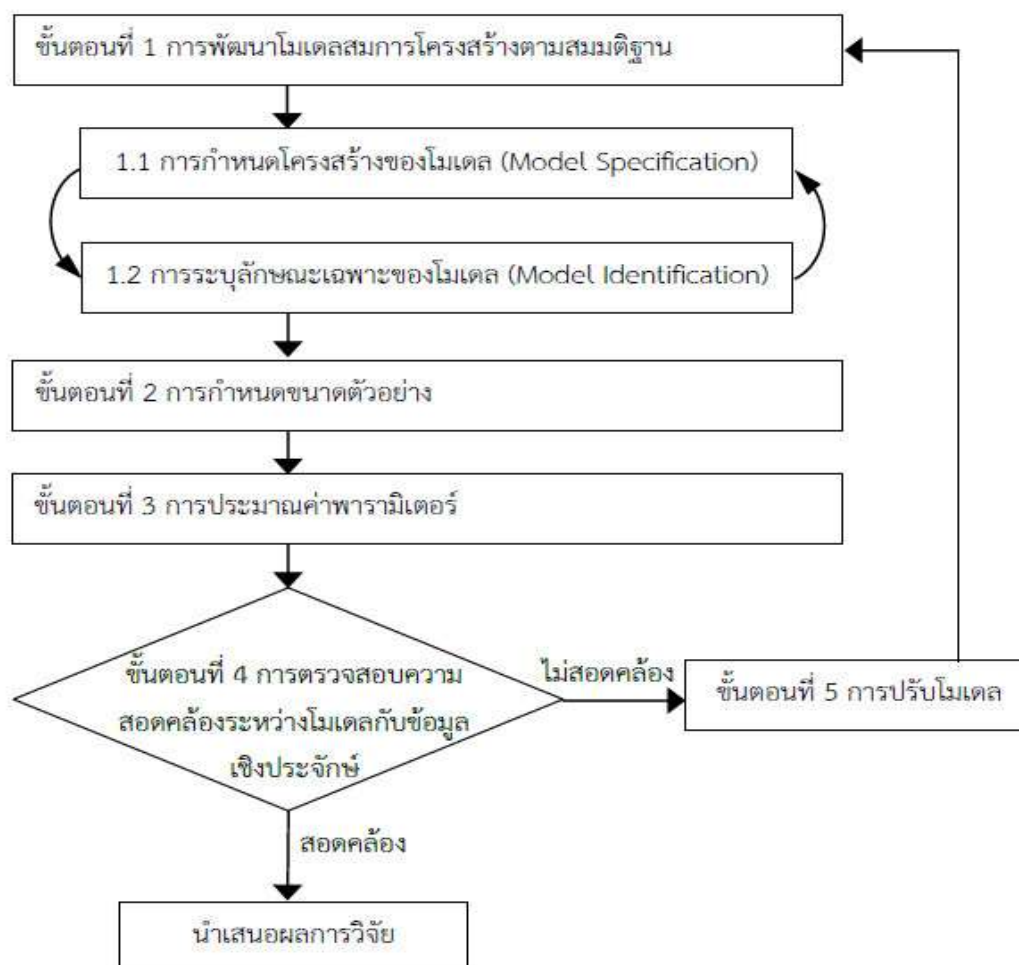
ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดขนาดตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 การประมาณค่าพารามิเตอร์

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ขั้นตอนที่ 5 การปรับโมเดล

ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างสามารถสรุปการดำเนินการเป็นแผนภาพ และมีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาโมเดลสมการโครงสร้างตามสมมติฐาน

ขั้นตอนการพัฒนาโมเดลสมการโครงสร้างตามสมมติฐาน ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ การกำหนดโครงสร้างของโมเดล (Model Specification) และการระบุลักษณะเฉพาะของโมเดล (Model Identification)

โมเดลจำเพาะ (Particular Model) ที่ผ่านขั้นตอนการระบุลักษณะเฉพาะของโมเดล (Model Identification) จึงมี 3 ลักษณะ ดังนี้

1) โมเดลระบุพอดี (Just-identified Model) เป็นโมเดลจำเพาะที่มีจำนวนสมการที่คำนวณเท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในโมเดล และจะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เพียงค่าเดียว สำหรับพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าแต่ละตัว (ค่าองศาอิสระเป็นศูนย์)

2) โมเดลระบุเกินพอดี (Over-identified Model) เป็นโมเดลจำเพาะที่มีจำนวนสมการที่คำนวณมากกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในโมเดล และจะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เพียงค่าเดียว สำหรับพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าแต่ละตัว (ค่าองศาอิสระเป็นจำนวนบวก)

3) โมเดลระบุไม่พอดี (under-identified model) เป็นโมเดลจำเพาะที่มีจำนวนสมการที่คำนวณน้อยกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในโมเดล และจะไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เพียงค่าเดียว สำหรับพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าแต่ละตัว (ค่าองศาอิสระเป็นจำนวนลบ) ทั้งโมเดลระบุเกินพอดี (Over-identified Model) และโมเดลระบุพอดี (Just-identified Model) ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างได้ (MacCallum, Wegener, Uchino & Fabrigar, 1993) การตรวจสอบลักษณะเฉพาะของโมเดลที่เป็นไปได้ค่าเดียวควรดำเนินการก่อนทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยลักษณะเฉพาะของโมเดลที่ต้องการคือ โมเดลระบุเกินพอดี (over-identified model) ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากค่าองศาอิสระ (Degree of Freedom) โดยใช้สูตรคำนวณค่าองศาอิสระ (Schumacker & Lomax, 2010) ดังนี้

$$Df = [NI (NI+1)/2] - \text{number of Parameter Estimation}$$

เมื่อ Df แทน ค่าองศาอิสระ (Degree of Freedom)

NI แทน จำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์
จากนั้นพิจารณาตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ถ้า Degree of Freedom มีค่ามากกว่า 0 แสดงว่า โมเดลระบุเกินพอดี (Over-identified Model)

ถ้า Degree of Freedom มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า โมเดลระบุพอดี (Just-identified Model)

ถ้า Degree of Freedom มีค่าน้อยกว่า 0 แสดงว่า โมเดลระบุไม่พอดี (Under-identified model)

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดขนาดตัวอย่าง

ผู้วิจัยวางแผนการกำหนดขนาดตัวอย่าง ดังนี้

1. เลือกวิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power3.1.9.4

2. กำหนดค่า Effect Size เท่ากับ 0.5 หมายถึง มีขนาดอิทธิพลในระดับใหญ่ (Large) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 0.05 ค่าอำนาจการทดสอบ (power of test) เท่ากับ 0.80 และค่าองศาอิสระคำนวณได้จากสูตร $df = (NI(NI+1)/2) - NP$ เมื่อ NI หมายถึง จำนวนตัวแปรสังเกตได้ และ NP หมายถึง จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า ซึ่งในที่นี้มีตัวแปรสังเกตได้ จำนวน 6 ตัวแปร จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า 45 ตัวจึงมีค่าองศาอิสระของโมเดลอิสระ เท่ากับ $(6(6+1)/2)-45 = -24$

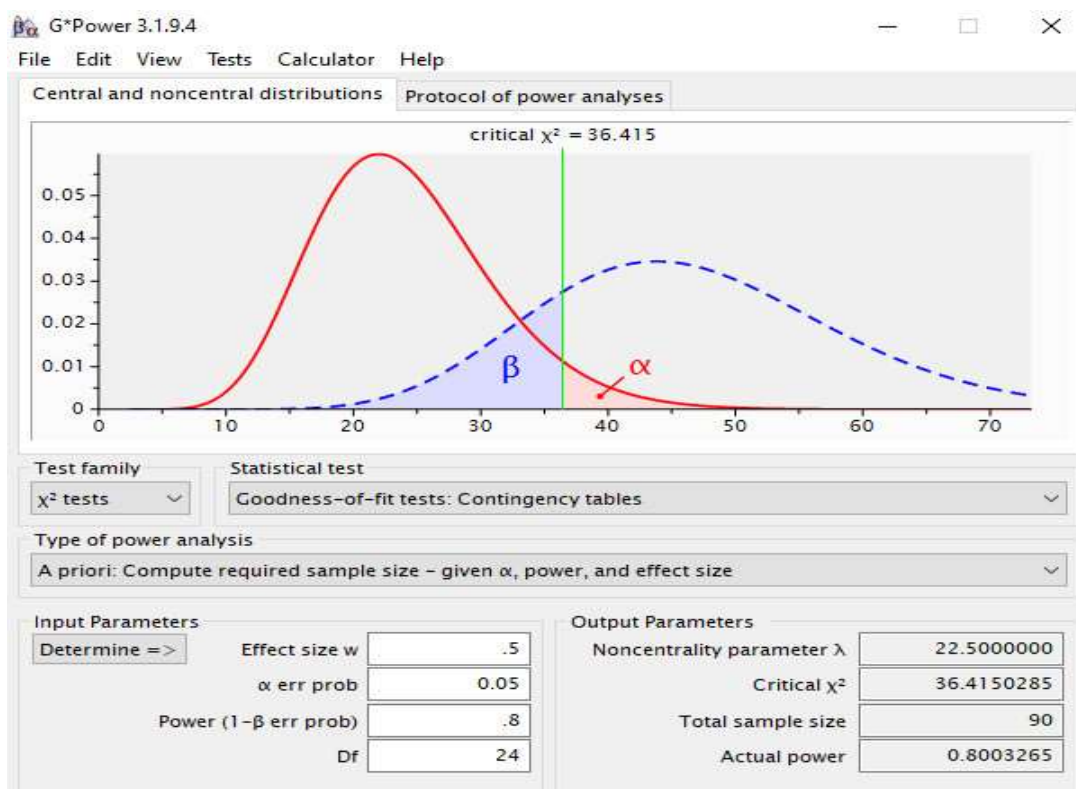
3. ดำเนินการใช้งานโปรแกรม G*Power3.1.9.2 ดังนี้

3.1 เลือก Test Family ให้อยู่ในตระกูลสถิติทดสอบไค-สแควร์

3.2 เลือก Statistical Test เป็นการทดสอบดัชนีความสอดคล้องของโมเดล (Goodness-of-Fit tests: Contingency Tables)

3.3 เลือก Type of Power Analysis เป็นการทดสอบขนาดตัวอย่าง (A priori: Compute Required Sample Size - Given α , Power, and Effect size)

3.4 ระบุค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ Effect size, α err prob, Power ($1-\beta$ err prob) และ $df = 24$ แล้วคลิก Calculate จะได้ผลการกำหนดขนาดตัวอย่างขั้นต่ำ จำนวน 90 คน ตัวอย่าง ดังภาพ 3-2 ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดดั่งนั้น ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ได้เท่ากับ 165 คน



ภาพที่ 3-2 การประมาณขนาดตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G* Power 3.1.9.4

ขั้นตอนที่ 3 การประมาณค่าพารามิเตอร์

การประมาณค่าพารามิเตอร์เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกิดขึ้นจากกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การแก้สมการโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเพื่อคำนวณหาค่าประมาณพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นตัวที่ไม่ทราบค่าในสมการ การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างด้วยโปรแกรม AMOS มีการปรับค่าพารามิเตอร์เพื่อให้กรณีที่ 1 ปรับพารามิเตอร์โดยให้มีค่าความแปรปรวน (Variance) ของพารามิเตอร์ต่างกัน กรณีที่ 2 เป็นการปรับค่าความแปรปรวน (Variance) ของพารามิเตอร์เท่ากัน และกรณีที่ 3 การปรับค่าความแปรปรวนร่วมให้เท่ากัน

การประมาณพารามิเตอร์ในโมเดลสมการโครงสร้าง เป็นวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดข้อตกลงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ที่นำมาศึกษาต้องมีการแจกแจงแบบปกติพหุนาม (Multivariate Normal Distribution) โดยเงื่อนไขสำคัญคือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ต้องเป็นอิสระ จะทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้อง อย่างไรก็ตาม หากการแจกแจงของ

ข้อมูลไม่เบ้และไม่โด่งจนผิดปกติ (Skewness index < 3 , kurtosis index > 10) วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Maximum Likelihood (ML) ยังมีความแกร่ง (Robustness) นั่นคือ ให้ผลการประมาณค่าที่ถูกต้อง แม้ว่าจะมีการฝ่าฝืน (violate) ข้อตกลงเบื้องต้นของการประมาณค่า เมื่อข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ที่นำมาศึกษาไม่ได้แจกแจงแบบปกติพหุนาม (Multivariate Normal Distribution) และมีความผิดปกติมากขึ้น (ความเบ้ผิดปกติ (Skewness index : SI) > 3 และ/หรือข้อมูลมีความโด่งผิดปกติ (kurtosis index : KI) > 10) เทคนิคการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมคือ วิธี Generalized Least Squares (GLS) และวิธี Generally Weighted Least Squares (WLS) รวมถึง วิธี Asymptotically Distribution Free (ADF) ซึ่งเป็นเทคนิคการประมาณค่าที่ไม่มีผลต่อการแจกแจงของข้อมูลที่ไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

โดยพิจารณาค่าที่สำคัญดังนี้

1) ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-Square Statistic : χ^2) เป็นค่าดัชนีที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในภาพรวม และเป็นโมเดลที่มีความสอดคล้องคือโมเดลที่มีค่าไคสแควร์ต่ำและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ คือ มีค่า p-value มากกว่าหรือเท่ากับ .05 ขึ้นไป

2) ค่า Normed Chi-Square หรือ Relative Chi-Square หรือ ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (/df) ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์เป็นการนำค่าไคสแควร์หารด้วยองศาอิสระ (Degrees of Freedom: df) เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาคือ โมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดีเมื่อค่า χ^2 / df น้อยกว่า 2.00 ($\chi^2 / df < 2.00$) และโมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับพอใช้ เมื่อ χ^2 / df มีค่าระหว่าง 2.00 ถึง 5.00 ($2.00 < \chi^2 / df < 5.00$)

3) ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (Root of Mean Square Residual : RMR) ค่า RMR ยิ่งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาคือ ค่า RMR น้อยกว่า .05 ($RMR < .05$) อย่างไรก็ตาม ค่า RMR ขึ้นอยู่กับหน่วยการวัดของตัวแปร หากตัวแปรมีมาตรการวัด (scale) ที่ต่างกันมาก ตัวแปรบางตัวมีมาตรการวัดที่มีพิสัยกว้างมาก (large range) จะทำให้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน (residual) บิดเบือนไป ทำให้ค่า RMR ผิดไปด้วย ดังนั้น จึงอาจทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนนี้เป็นค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Residual) ซึ่งเป็นค่าของความคลาดเคลื่อนหารด้วยค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า (estimated standard error) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Residual) ควรมีค่าไม่เกิน ± 2.58 ถือว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4) ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root Mean Square error of Approximation : RMSEA) คำนวณจากสูตร ดังนี้

$$RMSEA = \sqrt{\frac{\chi^2 - df}{n - 1}}$$

ค่า RMSEA เป็นการวัดความแตกต่างต่อหน่วยขององศาอิสระ (Discrepancy Per Degree of Freedom) มีค่าใกล้ศูนย์ แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาคือ โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี เมื่อค่า RMSEA น้อยกว่า .05 (RMSEA

<.05) และมีความสอดคล้องระดับพอใช้เมื่อ ค่า RMSEA มีค่าระหว่าง .05 ถึง .10 (.05 < RMSEA < .10)

5) ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of Fit Index : GFI) เป็นดัชนีที่จัดอยู่ในกลุ่มดัชนีทดสอบความสอดคล้องแบบสมบูรณ์ (Absolute Fit Index) เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมที่อธิบายได้ด้วยโมเดล มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$GFI = 1 - \frac{\chi^2_{model}}{\chi^2_{null}}$$

ค่า GFI จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาคือโมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดีเมื่อค่า GFI มากกว่า 0.95 (GFI > 0.95) และระดับพอใช้เมื่อค่า GFI มีค่าระหว่าง 0.90 ถึง 0.95 (0.90 > GFI > 0.95)

6) ดัชนีวัดความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index : AGFI) เป็นดัชนีอีกตัวหนึ่งที่จัดอยู่ในกลุ่มดัชนีทดสอบความสอดคล้องแบบสมบูรณ์ (Absolute Fit Index) เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมที่อธิบายได้ด้วยโมเดลที่ปรับแก้ด้วยองศาอิสระ มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$AGFI = 1 - [(df_{null} / df_{model})(1-GFI)]$$

ค่า AGFI นี้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับดัชนี GFI เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาเหมือนค่า GFI นั่นคือ โมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดีเมื่อค่า AGFI มากกว่า 0.95 (AGFI > 0.95) และระดับพอใช้เมื่อค่า AGFI มีค่าระหว่าง 0.90 ถึง 0.95 (0.90 > AGFI > 0.95)

7) ค่า Normed Fit Index (NFI) จัดอยู่ในกลุ่มดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (Relative Fit Index) มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$NFI = (\chi^2_b - \chi^2_m) / \chi^2_b$$

เมื่อ χ^2_b แทน fit function ของ baseline model

χ^2_m แทน fit function ของข้อมูลกับโมเดลตามทฤษฎี

ดัชนี NFI เป็นดัชนีที่บอกว่า โมเดลที่นำมาตรวจสอบดีกว่าโมเดลที่ตัวแปรไม่สัมพันธ์กันเลย (baseline model) ค่าดัชนี NFI มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 โมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะมีค่า NFI เข้าใกล้ 1.00 ดัชนี NFI มีค่าตั้งแต่ 0.90 ขึ้นไป (NFI > .90) แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

8) ค่า Tucker – Lewis Index (TLI) หรือ Non Norm Fit Index (NNFI) มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$TLI = [(\chi^2_b / df_b) - (\chi^2_m / df_m)] / [(\chi^2_b / df_b) - 1]$$

ดัชนี TLI สร้างขึ้นเพื่อลดปัญหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของ sampling distribution โดยการแก้ df ของโมเดล baseline ดัชนี TLI จะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ดัชนี TLI มีค่ามากกว่า 0.95 (TLI > .95) แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี

9) ค่า Comparative Fit Index (CFI) เป็นดัชนีที่ปรับปรุงมาจากดัชนี NFI โดยดัชนี CFI เป็น normed ทำให้มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งความซับซ้อนของโมเดลไม่มีผลต่อดัชนี CFI และมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$CFI = (\chi^2_b - df_m) / (\chi^2_b - df_b)$$

ดัชนี CFI มีค่าตั้งแต่ 0.90 ขึ้นไป ($CFI > .90$) แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยดัชนี CFI มีค่าระหว่าง 0.90 ถึง 0.95 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องในระดับพอใช้ได้ และดัชนี CFI มีค่ามากกว่า 0.95 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องในระดับดี

10) ค่า critical n (CN) มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$CN = [(Critical \chi^2 / F) + 1]$$

เมื่อ Critical χ^2 แทน ค่าวิกฤติของ Chi-square ที่มี df เท่ากับโมเดลที่ต้องการทดสอบ

และค่า α เท่ากับที่กำหนดไว้

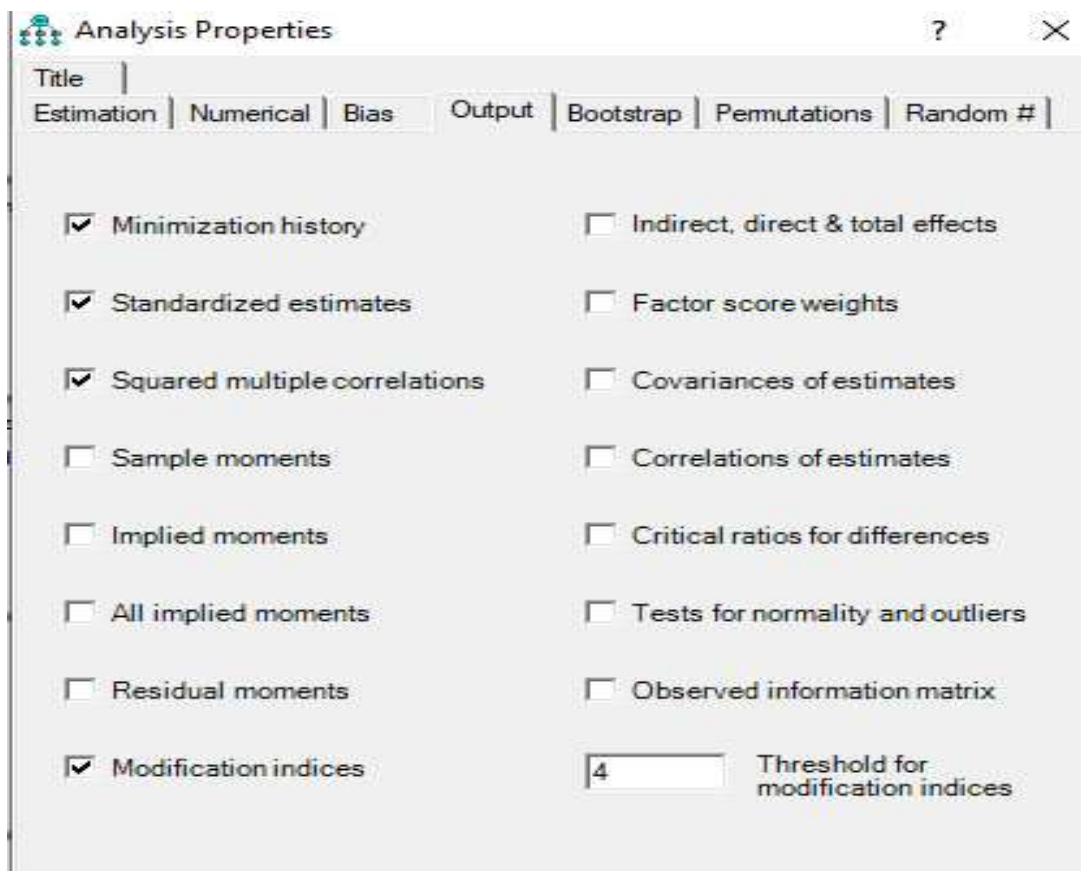
F แทน fit function (F) แบบ FML หรือ FOLS ของเมทริกซ์ S และ

$$\Sigma(\theta)$$

จุดตัดของค่า CN ที่ 200 ($CN > 200$) เท่ากันในทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อโมเดลมีตัวอย่างขนาดใหญ่

ขั้นตอนที่ 5 การปรับโมเดล

จากการดำเนินการในขั้นตอนการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แล้วพบว่า โมเดลตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือโมเดลตามสมมติฐานสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว แต่ยังมีค่าพารามิเตอร์ในโมเดลบางค่าไม่นัยสำคัญทางสถิติ (ไม่แตกต่างจากศูนย์) ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องปรับโมเดล (Model Modification) กระบวนการปรับโมเดล (Model Modification) มีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้ผลการวิจัยได้โมเดลที่มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือมากที่สุด



ภาพที่ 3-3 แสดงการปรับโมเดลเพื่อแสดงค่าใน Output

3.3 ระยะที่ 3 สร้างโมเดลการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วย Machine Learning

การสร้างโมเดลการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยวิธีการกลการเรียนรู้ (Machine Learning) ใช้รูปแบบมีผู้สอน (Supervised Learning) มีด้วยกัน 2 ลักษณะคือ Classification และ Regression ซึ่งตัวแปรที่ใช้ในการทำนายผลการทดสอบความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางของนักศึกษาได้แก่ ตัวแปรตาม Target เป็นตัวแปรชนิดป้าย/กลุ่ม (categories) (Deshmukh, 2015)

Classification Model เป็นหนึ่งในวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดอยู่ในโมเดลประเภท Supervised Learning Model (Abdul Bujang et al., 2021; Razaque & Alajlan, 2020b) ซึ่งจำเป็นจะต้องมี Target ไว้สำหรับให้ตัว Model เรียนรู้จาก Input Data เพื่อหาคำตอบออกมาตาม Target ที่ได้วางเอาไว้ ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Classification Model จะเป็นในรูปแบบของการจำแนกข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นตัวเลือก หรือกลุ่มข้อมูล ซึ่ง Classification Model สามารถวัดความแม่นยำของโมเดล (Accuracy) ด้วยการใช้ Confusion Matrix ถ้าเปรียบเทียบกับ Regression Model ซึ่งเป็นหนึ่งในโมเดลประเภท Supervised Learning Model เช่นเดียวกับ Classification Model แต่มีความแตกต่างกันตรงที่ Regression Model มี Target ของโมเดลเป็น Value ซึ่งออกมาเป็นค่าตัว

เลขที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจาก Input Data ไม่ใช่เป็นคำตอบที่เป็นตัวเลือกเหมือนของ Classification ผู้วิจัยจึงเลือก Classification Model มีอัลกอริทึม ได้แก่ K-Nearest Neighbors Naïve Bayes Support Vector Machine (SVM) Decision Trees และ Logistic Regression

การวัดประสิทธิภาพ Model จาก Confusion Matrix การที่จะนำ Model ไปใช้งานจริงได้นั้น จำเป็นต้องมีการวัดประสิทธิภาพ Model ก่อนว่า Model นั้นมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำมาพัฒนา หรือนำไปใช้งานด้านต่าง ๆ ซึ่งการวัดประสิทธิภาพนั้นส่วนใหญ่จะวัดค่าจากใน Table ข้อมูลที่มี (Confusion Matrix) Confusion Matrix คือตารางสำคัญในการวัดความสามารถของ Machine Learning ในการแก้ปัญหา Classification

True Positive (TP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “จริง” และมีค่าเป็น “จริง”

True Negative (TN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “ไม่จริง” และมีค่า “ไม่จริง”

False Positive (FP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “จริง” แต่ มีค่าเป็น “ไม่จริง”

False Negative (FN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “ไม่จริง” แต่ มีค่าเป็น “จริง”

		Actual Values	
		Positive (1)	Negative (0)
Predicted Values	Positive (1)	TP	FP
	Negative (0)	FN	TN

ภาพที่ 3-4 แสดงตาราง Confusion Matrix แบบ 2x2

ตัววัดที่นิยมใช้กันในงานวิจัยมีอยู่ 4 ค่า คือ

1. Precision หรือ Specificity เป็นการวัดความแม่นยำของข้อมูล โดยพิจารณาแยกทีละคลาส

$$\text{สูตร} \quad \text{Prec.} = \frac{TP}{TP+FP}$$

2. Recall หรือ Sensitive เป็นการวัดความถูกต้องของ Model โดยพิจารณาแยกทีละคลาส

$$\text{สูตร} \quad \text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN}$$

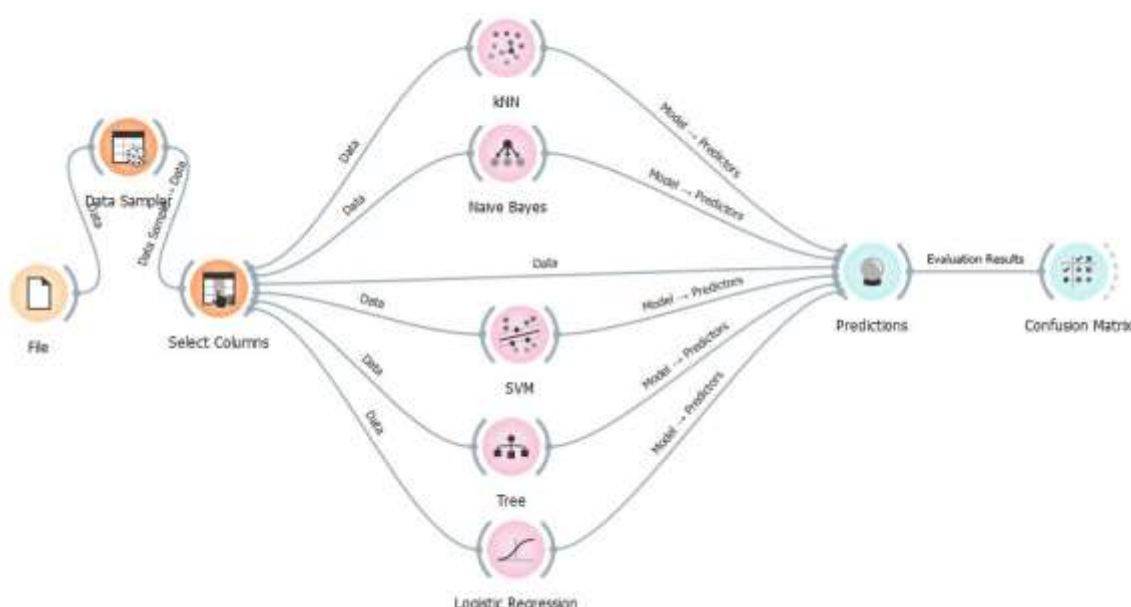
3. Accuracy เป็นการวัดความถูกต้องของ Model โดยพิจารณารวมทุกคลาส

$$\text{สูตร} \quad \text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

4. F1-Score ค่าเฉลี่ยแบบ harmonic mean ระหว่าง precision และ recall สร้าง F1 ขึ้นมา เพื่อเป็น single metric ที่วัดความสามารถของโมเดล (ไม่ต้องเลือกระหว่าง precision, recall เพราะเฉลี่ยให้แล้ว)

$$\text{สูตร F1} = 2 * \left(\frac{\text{precision} * \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \right)$$

จากสูตรดังกล่าวผู้วิจัยใช้โปรแกรม Orange Canvas เพื่อทำการเปรียบเทียบค่า Confusion Matrix ของโมเดลทั้ง 5 อัลกอริทึมดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 แสดงการเปรียบเทียบอัลกอริทึม

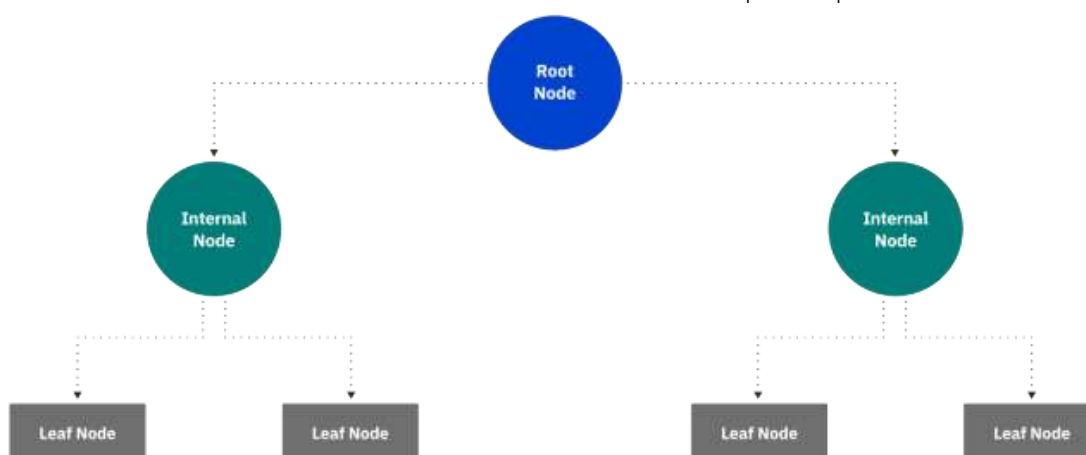
จากการเปรียบเทียบอัลกอริทึมทั้ง 5 อัลกอริทึมพบว่า อัลกอริทึม Decision Tree มีความเหมาะสมมากที่สุดเนื่องจาก ค่า AUC (Area Under ROC Curve) เท่ากับ 0.990 ค่า CA (Classification Accuracy) เท่ากับ 0.845 ค่า F1 (F1 Score) เท่ากับ 0.837 ค่า Prec (Precision) เท่ากับ 0.855 ค่า Recall (Recall) เท่ากับ 0.845 และค่า MCC (Matthew Correlation Coefficients) เท่ากับ 0.818 ซึ่งมีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ SVM Naïve Bayes Logistic Regression และ kNN ดังภาพที่ 3- 6 จึงนำ Decision Tree เป็นโมเดลในการพัฒนาระบบ

Model	AUC	CA	F1	Prec	Recall	MCC
Tree	0.990	0.845	0.837	0.855	0.845	0.818
SVM	0.294	0.655	0.651	0.805	0.655	0.615
Naive Bayes	0.913	0.526	0.511	0.632	0.526	0.476
Logistic Regression	0.850	0.483	0.461	0.460	0.483	0.383
kNN	0.839	0.474	0.433	0.422	0.474	0.369

ภาพที่ 3-6 แสดงค่า Confusion Matrix ของอัลกอริทึมใน Classification Model

อัลกอริทึม Decision Tree ต้นไม้ตัดสินใจ เป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ทำนายประเภทของวัตถุโดยพิจารณาจากลักษณะของวัตถุ โดยมีลักษณะการตัดสินใจเป็นแบบแผนผังต้นไม้ ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นบัพภายใน (inner node) หรือที่เรียกว่า node ของต้นไม้ใช้แทนตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการตัดสินใจ ส่วนที่กิ่ง (Branch) ใช้แทนค่าที่เป็นได้ของตัวแปร และส่วนที่เป็นบัพใบ (Leaf Node) หรือที่เรียกว่า Node ใบใช้แทนค่าคำตอบของการตัดสินใจหรือการจำแนกต้นไม้ตัดสินใจ เป็นเทคนิคที่ใช้ได้กับข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่อง (Continuous Values) และไม่ต่อเนื่อง (Discrete Values) โดยต้นไม้ตัดสินใจที่บัพใบแสดงถึงข้อมูลที่เป็นข้อมูลไม่ต่อเนื่อง จะเรียกว่าต้นไม้ตัดสินใจแบบจำแนก (Classification Trees) และต้นไม้ตัดสินใจที่บัพใบเป็นข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous Values) จะเรียกว่าต้นไม้ตัดสินใจแบบถดถอย (Regression Trees)

ขั้นตอนวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ ต้นไม้ตัดสินใจจะมีโครงสร้างการตัดสินใจเป็นแบบต้นไม้ที่ประกอบด้วย ส่วนที่โหนด กิ่ง และใบ ซึ่งวิธีการสร้างต้นไม้มีขั้นตอนวิธีให้เลือกหลากหลาย เช่น ขั้นตอนวิธี CART, ID3, C4.5 SLIQ และ SPRINT เป็นต้น โดยแต่ละวิธีจะมีความแตกต่างของเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาเลือกโหนดและลักษณะการแตกกิ่งที่เหมาะสม (จรัสศรี รุ่งรัตนอุบล, 2562)



ภาพที่ 3-7 ส่วนประกอบของต้นไม้ตัดสินใจ

ที่มา: <https://www.ibm.com/topics/decision-trees>

ตารางที่ 3-1 พจนานุกรมข้อมูลทักษะทางการแพทย์และความถนัดทางการแพทย์

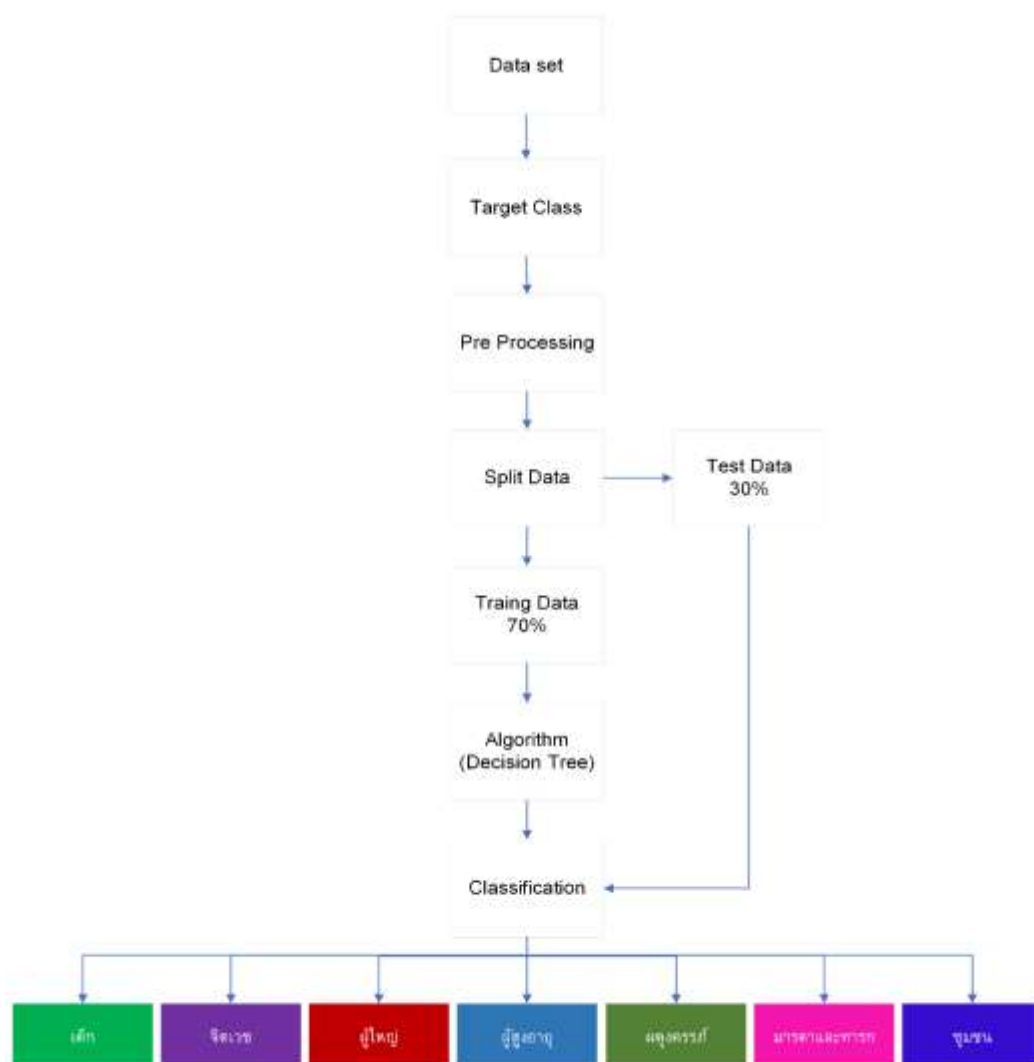
Column Name	Data Type	Description
grade1	Numeric	เกรดเฉลี่ยชั้นปีที่ 1
grade2	Numeric	เกรดเฉลี่ยชั้นปีที่ 2
grade3	Numeric	เกรดเฉลี่ยชั้นปีที่ 3
grade4	Numeric	เกรดเฉลี่ยชั้นปีที่ 4
GPAx	Numeric	เกรดเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตร
Skill1	Numeric	คะแนนสอบวิชา การพยาบาลเด็ก
Skill2	Numeric	คะแนนสอบวิชา การพยาบาลจิตเวช
Skill3	Numeric	คะแนนสอบวิชา การพยาบาลผู้ใหญ่
Skill4	Numeric	คะแนนสอบวิชา การพยาบาลผู้สูงอายุ
Skill5	Numeric	คะแนนสอบวิชา การพยาบาลผดุงครรภ์
Skill6	Numeric	คะแนนสอบวิชา การพยาบาลมารดาและทารก
Skill7	Numeric	คะแนนสอบวิชา การพยาบาลอนามัยชุมชน
OSCE	Numeric	คะแนนสอบทักษะปฏิบัติการพยาบาล
Education	Numeric	ปัจจัยด้านการศึกษา
Social	Numeric	ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม
Lifestyle	Numeric	ปัจจัยด้านพฤติกรรมการใช้ชีวิต
Attitude	Numeric	ปัจจัยด้านทัศนคติที่มีต่อวิชาชีพ
Specialty	Character	ความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง

จากตารางที่ 3- 1 แสดงตัวแปรที่นำเข้าในระบบ โดยมีตัวแปร Specialty เป็นตัวแปรเป้าหมาย (Target) ลักษณะของข้อมูลเป็นแบบ Character มีตัวเลือก 7 ตัวเลือกตามความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง

ตารางที่ 3-2 Class ของความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง

Class	คำอธิบาย
1	ความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง เด็ก
2	ความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง จิตเวช
3	ความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง ผู้ใหญ่
4	ความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง ผู้สูงอายุ
5	ความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง ผดุงครรภ์
6	ความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง มารดาและทารก
7	ความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง อนามัยชุมชน

จากตารางที่ 3- 2 เป็นตัวเลือกของความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง 7 ด้านแต่ละ Class ได้จากการจัดตามแนวทางสาขาทางการพยาบาลของนักศึกษา หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต



ภาพที่ 3-8 แสดง Flowchart Classification Model

ขั้นตอนการทำ Classification Model ตามภาพที่ 3-8 มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 Data Set นำข้อมูลจากตัวแปรตามที่กำหนดเข้าสู่ Table ในการพัฒนาระบบใช้ Google Sheet เป็นตัวเก็บข้อมูลแยกตาม Sheet จำนวน 3 Sheet

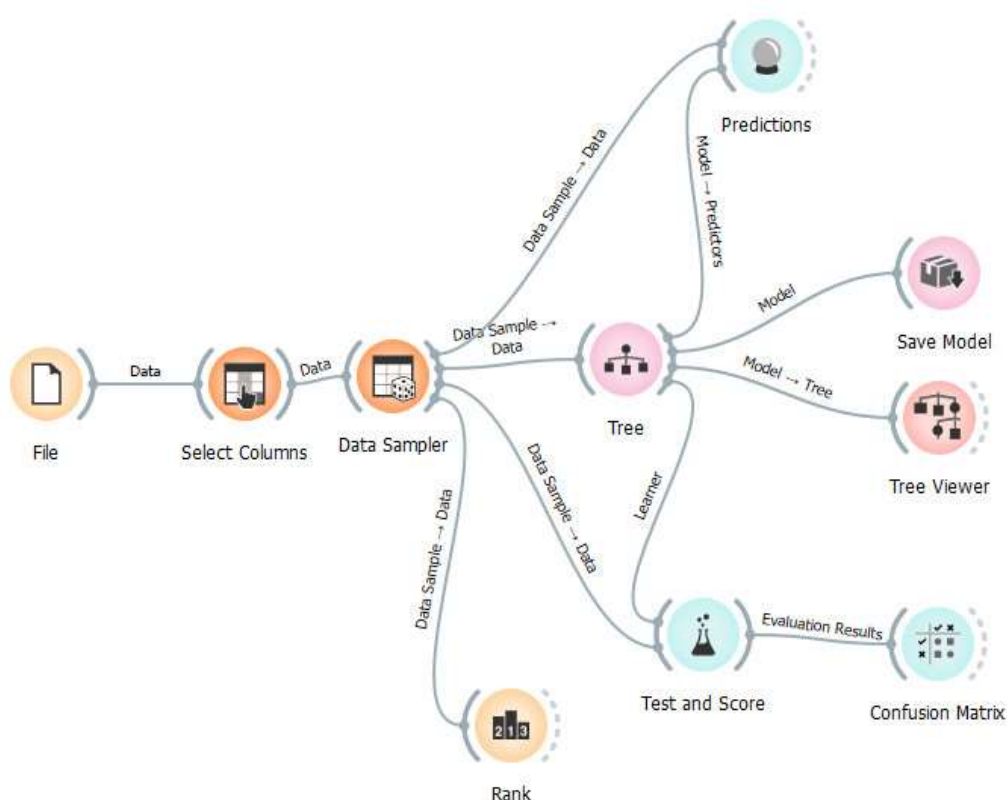
ขั้นตอนที่ 2 กำหนดตัวแปรตามเพื่อเป็น Target Class ของโปรแกรมในการวิจัยครั้งนี้ใช้ตัวแปรความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง เป็น Target Class

ขั้นตอนที่ 3 Pre Processing ดำเนินการจัดการข้อมูลก่อนที่จะทำการแบ่งข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 แบ่งข้อมูล (Split Data) สำหรับ Training Data 70% และสำหรับ Test Data 30% เพื่อไปทดสอบตามอัลกอริทึมที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 5 ข้อมูลที่เลือกจะทำการประมวลผลด้วย Algorithm Decision Tree ซึ่งโมเดลจะทำการแยกตาม Classification จำนวน 7 Classification

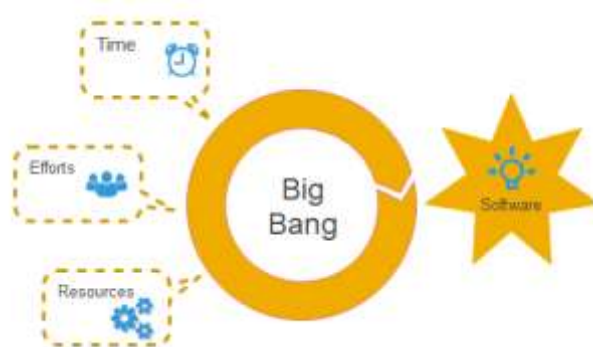
การทำงานของอัลกอริทึม Decision Tree ตามภาพที่ 3- 9 อธิบายได้ดังนี้ 1) นำไฟล์ข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม Orange Canvas แล้วทำการกำหนด column ที่จะเป็น Target 2) ใช้ Function Rank ในการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น 3) ทดสอบ Decision Tree, Test and Score, Predictions 4) ทำการ save model ตามที่โปรแกรมประมวลผล 5) ตรวจสอบค่า Confusion Matrix เพื่อดูความเหมาะสมของโมเดล 6) ดูค่า Tree Viewer เพื่อนำค่าที่ได้ไปพัฒนาระบบ



ภาพที่ 3-9 แสดงการทำงานของอัลกอริทึม Decision Tree

3.4 ระยะที่ 4 พัฒนาระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

3.4.1 การพัฒนาระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ได้นำ Big Bang Model มาใช้ในการพัฒนาระบบ ดังภาพที่ 3- 10



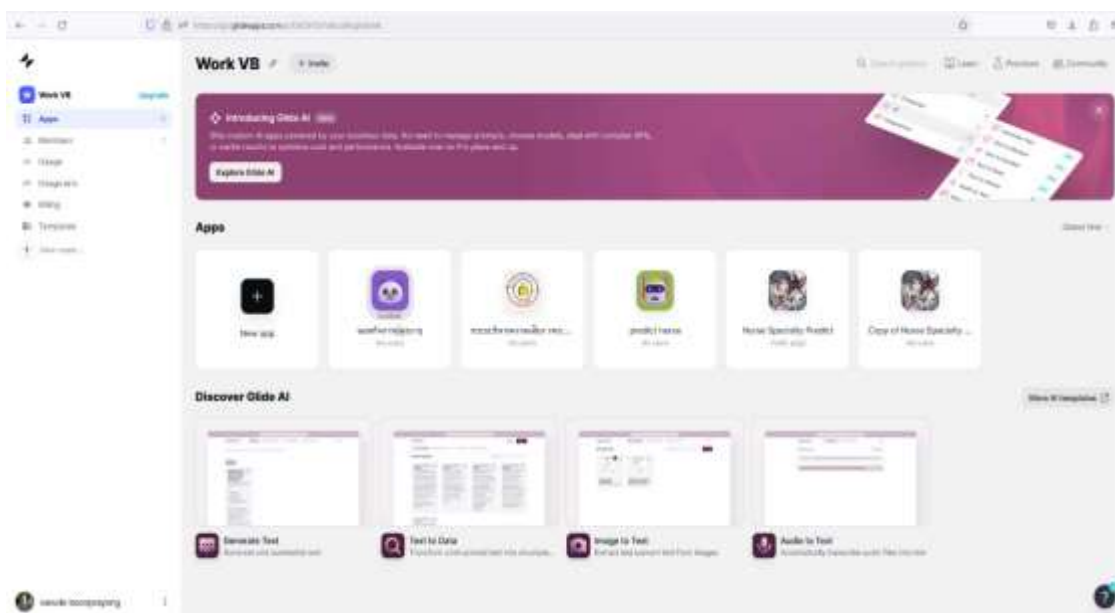
ภาพที่ 3-10 แสดงการพัฒนาระบบด้วย Big Bang Model

Big Bang Model คือ โมเดลการพัฒนาที่ไม่มีขั้นตอนที่เฉพาะเจาะจง มีการวางแผนการทำงานที่สั้นและกระชับ เหมาะกับผู้ใช้ที่มีความต้องการที่ไม่แน่นอนและเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง เป็นโมเดลที่เหมาะสมกับระบบขนาดเล็กและผู้พัฒนาจำนวนน้อย ขั้นตอนการพัฒนาโดยส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาซอฟต์แวร์ การเขียนโค้ด เหมาะกับระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงของความต้องการอยู่ตลอดเวลา การพัฒนาด้วยโมเดลนี้เริ่มจากการสำรวจความต้องการเบื้องต้นของผู้ใช้ โดยความต้องการของผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องชัดเจน สามารถเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงในภายหลังหรือระหว่างการพัฒนาได้ตลอดเวลา การพัฒนาของ Big Bang Model ไม่มีขั้นตอนหรือรูปแบบที่แน่นอน นักพัฒนาสามารถเริ่มส่วนการพัฒนาได้อย่างอิสระ เหมือนการรวมทุกอย่างเข้าด้วยกันโดยผลลัพธ์ที่ได้คือระบบที่ผู้ใช้ต้องการ

ข้อดีของการพัฒนาด้วย Big Bang Model คือ การวางแผนระบบเพียงเล็กน้อย ไม่มีการกำหนดหรือขั้นตอนการพัฒนาที่ชัดเจน มีความยืดหยุ่นแต่ก็อาจนำมาซึ่งข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากการทำงานที่ไม่เป็นระบบ ข้อเสียของการพัฒนาด้วยโมเดลนี้ คือ การพัฒนาที่ไม่มีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจน ส่งผลต่อคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบ ไม่เหมาะกับระบบที่มีความซับซ้อนและการนำไปใช้ในระยะยาว เนื่องจากความต้องการของผู้ใช้มีความไม่แน่นอนอาจส่งให้เกิดการพัฒนาที่ไม่ตรงความต้องการ สิ้นเปลืองงบประมาณและระยะเวลาในการพัฒนาเกินความจำเป็น

ดังนั้นจึง Big Bang Model จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ด้วยจักรกลการเรียนรู้

3.4.2 การพัฒนาระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ด้วยโปรแกรม Glide app ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำบน Cloud แบบ Software as a Service และเป็นโปรแกรมที่ไม่จำเป็นต้องเขียนชุดคำสั่ง (No Code) ทำให้สะดวกต่อการมาพัฒนาแอปพลิเคชัน และฐานข้อมูลที่ใช้สามารถใช้ Google Sheet หรือในระบบของ Glide App จัดเก็บได้เลยทำให้ไม่จำเป็นต้องดำเนินการติดตั้งระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) แต่อย่างใด รองรับอุปกรณ์ (Device) ทุกชนิด



ภาพที่ 3-11 แสดงโปรแกรม Glide app

ภาพที่ 3-11 แสดงโปรแกรม Glide app สำหรับ Admin ในการเข้าไปสร้างแอปพลิเคชันฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บคือ google sheet ระบบจะทำการเชื่อมต่อให้อัตโนมัติ และลดความสูญหายของระบบและข้อมูลที่จัดเก็บได้เพราะตัวระบบในการพัฒนาจะอยู่บน Cloud Technology



ภาพที่ 3-12 แสดงหน้าหลักของระบบที่ใช้การพยาบาล

ส่วนประกอบของระบบประกอบด้วย

1. หน้าหลักของระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาล ซึ่งหน้าหลักแสดงชื่อระบบ ชื่อผู้พัฒนา อีเมลผู้พัฒนา และปุ่มเพื่อเข้าในส่วนของการพยากรณ์ ภาพที่ใช้เป็นภาพจากการวาดของ AI ด้วยคำสั่ง Prompt
2. ส่วนของการนำข้อมูลเข้าโดยการกรอกรายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์เป็นโมเดลที่ได้จาก Decision Tree ได้แก่ ตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ข้อมูลเข้าโดยการกรอกรายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์

ตัวแปร	ชนิดข้อมูล	ค่าที่เป็นไปได้
เกรดเฉลี่ยชั้นปีที่ 3	ตัวเลข มีทศนิยมได้	1.00 – 4.00
เกรดเฉลี่ยชั้นปีที่ 4	ตัวเลข มีทศนิยมได้	1.00 – 4.00
ผลสอบรวบยอดวิชาเด็ก	ตัวเลข	1 - 75
ผลสอบรวบยอดวิชาจิตเวช	ตัวเลข	1 - 75
ผลสอบรวบยอดวิชาผดุงครรภ์	ตัวเลข	1 - 75
ผลสอบรวบยอดวิชามารดาและทารก	ตัวเลข	1 - 75
ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม	ตัวเลข	1 - 5

เมื่อระบบได้ค่าที่ผู้ใช้กรอกแล้ว ระบบจะทำการคำนวณเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางเป็น % แสดงให้ทันที ดังภาพที่ 3-13

9:33

โปรดกรอกข้อมูล

เกรดเฉลี่ยชั้นปี 3

3

เกรดเฉลี่ยชั้นปี 4

2.8

ผลสอบรายเทอมวิชา เด็ก

46

ผลสอบรายเทอมวิชา จิตเวช

35

ผลสอบรายเทอมวิชา ศตวรรษที่

45

ผลสอบรายเทอมวิชา มารดาและทารก

40

ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม(1-5)

1

คุณเหมาะสมเป็นพยาบาลเฉพาะทาง:

มารดาและทารก 57.1%

Click Made with Glide

ภาพที่ 3-13 แสดงผลการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

3.5 ระยะที่ 5 พยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

ใช้ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ทำการพยากรณ์โดยใช้ Algorithm Decision Tree ในการพยากรณ์ ข้อมูลที่จำเป็นต่อการพยากรณ์ ได้แก่ เกรดเฉลี่ยชั้นปีที่ 3 เกรดเฉลี่ยชั้นปีที่ 4 ผลสอบรายเทอมวิชา การพยาบาลเด็ก การพยาบาลจิตเวช การพยาบาลผดุงครรภ์ การพยาบาลมารดาและทารก และปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งมีคะแนนระหว่าง 1-5 ผลการพยากรณ์ที่ได้จะแสดงในรูปแบบของโอกาส (%) ที่จะเป็นความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางโดยใช้อัลกอริทึมที่กำหนดไว้ดังภาพที่ 3-13

3.6 ระยะที่ 6 หาความสัมพันธ์ทักษะทางการพยาบาลกับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

ระยะที่ 6 การหาสัมพันธ์ทักษะทางการพยาบาลกับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ใช้สถิติ Pearson Correlation (Beauvais et al., 2014) เพื่อหาความสัมพันธ์ของทักษะทางการพยาบาลมีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้านใดบ้าง สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation หรือ Pearson Product-Moment Correlation) เป็นเทคนิคสถิติที่ใช้หาขนาดและทิศทางของความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรที่มีมาตรวัดแบบช่วง (Interval Scale)

หรืออัตราส่วน (Ratio Scale) สองตัว หรือเรียกตัวแปรประเภทนี้ว่าตัวแปรเชิงปริมาณ (Metrics Variables)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน คือ r สำหรับตัวอย่าง และ ρ สำหรับประชากร กำลังสองของ r (r^2) แทนความสัมประสิทธิ์ของการทำนาย (Coefficient of Determination) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงว่าตัวแปรหนึ่ง อธิบายความแปรปรวนของตัวแปรอีกตัวหนึ่งได้ประมาณร้อยละเท่าไร สูตรในการคำนวณที่นิยมใช้กันเป็นการคำนวณจากค่าเบี่ยงเบนของตัวแปร X และ Y มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

ดังนั้น เมื่อการทดสอบมีนัยสำคัญ ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อยเพียงใดต้องนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไปเทียบกับตารางแปลความของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามตารางการแปลความหมาย ดังตัวอย่างของ Best (1977:240)

ตารางที่ 3-4 การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ระดับความสัมพันธ์
0.81 – 1.00	มีความสัมพันธ์กันมาก
0.51 – 0.80	มีความสัมพันธ์กันปานกลาง
0.21 – 0.50	มีความสัมพันธ์กันน้อยหรือต่ำ
0.01 – 0.20	มีความสัมพันธ์กันน้อยมาก
0.00	ไม่มีความสัมพันธ์กัน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

งานวิจัย ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยจักรกลการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี จักรีรัช คณะพยาบาลศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก ปีการศึกษา 2564-2565 ที่ผ่านการสอบขึ้นทะเบียนขอใบอนุญาตประกอบวิชาชีพพยาบาลและผดุงครรภ์ของสภาการพยาบาล จำนวน 165 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สังเคราะห์ทักษะทางการพยาบาลตาม วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง เพื่อนำไปสร้างโมเดลการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมด้วยเทคนิค Decision Tree นำโมเดลที่ได้ไปพัฒนาระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาล โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ สังเคราะห์ทักษะทางการพยาบาล

4.1.1 ผลการสอบทักษะทางการพยาบาลตามแบบ OSCE จะแบ่งตามฐานและตามสาขาวิชาใช้เวลาในการสอบแต่ละฐานเท่า ๆ กันการให้คะแนนแบบ Rating Score 5 ระดับแล้วรวมคะแนนพบว่า คะแนนเฉลี่ยทั้งหมด 82.24 (S.D. 6.42) คะแนน 80-89 คะแนน มีจำนวนมากที่สุด 91 คนคิดเป็นร้อยละ 55.20 ตามตารางที่ 4- 1

ตารางที่ 4-1 ผลคะแนนการสอบทักษะทางการพยาบาลตามแบบ OSCE

ช่วงคะแนน	จำนวน	ร้อยละ
60-69 คะแนน	6	3.60
70-79 คะแนน	48	29.10
80-89 คะแนน	91	55.20
90-99 คะแนน	20	12.10
รวม	165	100

4.1.2 ผลการสังเคราะห์ทักษะทางการพยาบาลและความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง เนื่องจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาล ทักษะทางการพยาบาลและความถนัดทางการพยาบาล จะไม่เหมือนกับพยาบาลที่สำเร็จการศึกษาและปฏิบัติงานตามสถานพยาบาลต่าง ๆ ซึ่งผลการสังเคราะห์สรุปได้ประเด็นดังนี้

ทักษะทางการพยาบาล ประกอบด้วย 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่นักศึกษาเข้าศึกษาตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 ใช้เฉพาะเกรดเฉลี่ยรวมของแต่ละปีการศึกษา จำนวน 4 ปีการศึกษา 2) รูปแบบการประเมินทักษะทางการพยาบาล พบว่า มีการประเมินทักษะทางการพยาบาลในแต่ละ

ชั้นปีตามรายวิชาในแต่ละปี และมีการประเมินทักษะทางการพยาบาลในชั้นปีที่ 4 โดยใช้แบบประเมิน OSCE 3) คะแนนการสอบรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ผลการสังเคราะห์ได้แก่ การใช้ผลสอบรวบยอดทางการพยาบาลจำนวน 7 รายวิชาที่นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ได้ทำการสอบได้แก่ การพยาบาลเด็กและวัยรุ่น การพยาบาลจิตเวช การพยาบาลผู้ใหญ่ การพยาบาลผู้สูงอายุ การพยาบาลผดุงครรภ์ การพยาบาลมารดาและทารก และการพยาบาลอนามัยชุมชน ผลการสอบเป็นคะแนนดิบในแต่ละรายวิชา นักศึกษาที่มีคะแนนสอบไม่ถึง 60% จะต้องทำการสอบรอบ 2 และถ้ายังสอบไม่ผ่านอีกจะต้องทำการสอบแบบปากเปล่า (Oral Test) แต่ในการเก็บข้อมูลทำการวิจัยครั้งนี้จะนำคะแนนในการสอบครั้งแรกเท่านั้น

4.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางและการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความถนัดทางการพยาบาลทางใช้วิธี Confirmatory Factor Analysis ได้ดังนี้ จำนวนนักศึกษาเพศชาย 11 คน (6.7%) เพศหญิง 150 คน (90.9%) เพศทางเลือก 4 คน (2.4%) รายได้เฉลี่ยต่อคน 4,783.64 บาท (S.D. 2,664.47) เกรดเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตร (GPAx) มีค่าเฉลี่ย 2.86 (S.D. 0.22) GPAx มากที่สุด 3.70 GPAx น้อยที่สุด 2.32 ค่าเฉลี่ยด้านการศึกษา 3.45 (S.D. .39) ด้านเศรษฐกิจและสังคม 3.48 (S.D. 0.45) ด้านพฤติกรรมการใช้ชีวิต 3.62 (S.D. .50) ด้านทัศนคติต่อวิชาชีพ 4.02 (S.D. .46) สรุปได้ตามตารางที่ 4- 2

ตารางที่ 4-2 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

ปัจจัย	จำนวน	ร้อยละ	Mean	S.D.
เพศ				
- ชาย	11 คน	6.7		
- หญิง	150	90.9		
- เพศทางเลือก	4 คน	2.4		
รายได้			4,783.64	2,664.47
			บาท	
เกรดเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตร (GPAx)			2.86	0.22
ปัจจัยด้านการศึกษา			3.45	0.39
ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม			3.48	0.45
ปัจจัยด้านพฤติกรรมการใช้ชีวิต			3.62	0.50
ปัจจัยด้านทัศนคติต่อวิชาชีพ			4.02	0.46

วิเคราะห์สถิติสหสัมพันธ์ Pearson ตามตารางที่ 4- 3 พบว่า ปัจจัยด้านการศึกษามีความสัมพันธ์กับด้านเศรษฐกิจและสังคม ด้านการศึกษามีความสัมพันธ์กับด้านด้านพฤติการใช้ชีวิต ด้านการศึกษามีความสัมพันธ์กับด้านทัศนคติต่อวิชาชีพ ด้านเศรษฐกิจและสังคมมีความสัมพันธ์กับด้านพฤติการใช้ชีวิต ด้านเศรษฐกิจและสังคมมีความสัมพันธ์กับด้านทัศนคติต่อวิชาชีพ และด้านพฤติการใช้ชีวิตมีความสัมพันธ์กับด้านทัศนคติต่อวิชาชีพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีค่าตั้งแต่ .390 ถึง .589 แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรอยู่ในระดับน้อยจนถึงระดับปานกลาง ($r = .30-.70$)

ตารางที่ 4-3 ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อความถนัดทางการพยาบาล

ปัจจัย	ด้าน การศึกษา	ด้านเศรษฐกิจ และสังคม	ด้านพฤติการใช้ชีวิต	ด้านทัศนคติต่อ วิชาชีพ
ด้านการศึกษา	1			
ด้านเศรษฐกิจและสังคม	.589**	1		
ด้านพฤติการใช้ชีวิต	.571**	.495**	1	
ด้านทัศนคติต่อวิชาชีพ	.390**	.558**	.572**	1

** sig < .01

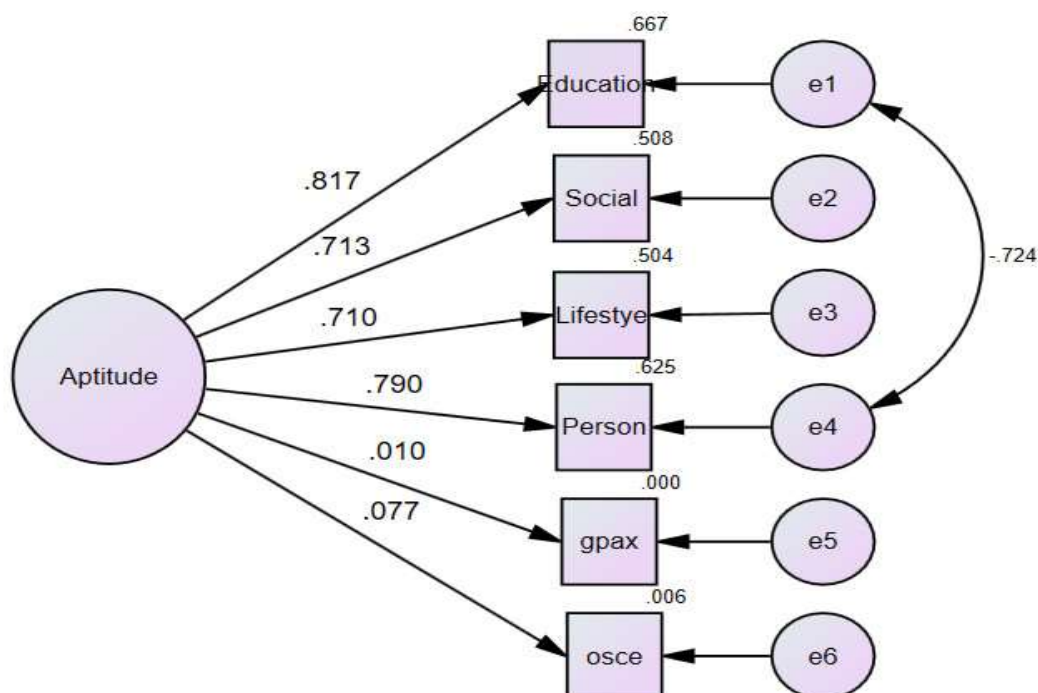
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน CFA ได้ค่า Chi-Square (χ^2) = 14.226, df = 8 ซึ่งค่า Degree of Freedom มีค่ามากกว่า 0 แสดงว่า โมเดลระบุเกินพอดี (Over-identified Model) p-value = .076 แสดงว่า มีความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในภาพรวม และเป็นโมเดลที่มีความสอดคล้อง Relative Chi-Square = 1.778 แสดงว่า โมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี GFI = .974 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี NFI = .943 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระดับดี TLI = .951 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี CFI = .974 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องในระดับดี RMSEA = .069 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี RMR = .113 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าจากผลการวิเคราะห์ด้วย CFA สามารถอธิบายได้ตามตารางที่ 4- 4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบยืนยัน

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

ค่าสถิติสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจากการวิเคราะห์	แปลผล
Chi-Square(χ^2)	ค่ายิ่งต่ำยิ่งดี	14.226	มีความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์
df (degree of freedom)	>0	8	มีความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์
p-value	>.05	.076	ความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
Relative Chi-Square	<2.00	1.778	โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี
GFI	>.95	.974	โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี
NFI	>.90	.943	โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์
TLI	>.95	.951	โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ค่าสถิติสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจากการวิเคราะห์	แปลผล
CFI	>.95	.974	โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี
RMSEA	.05< RMSEA < .10	.069	โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับพอใช้
RMR	$\pm$ 2.58	.113	โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์



Chi-Square = 14.226 ; df = 8
 Relative Chi-Square = 1.778 ; p-value = .076
 GFI = .974 ; NFI = .943 ; TLI = .951 ; CFI = .974
 RMSEA = .069 ; RMR = .113

ภาพที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ CFA ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรม AMOS หลังจากการปรับค่าความเคลื่อนไหวยืนยันว่าองค์ประกอบทั้งหมดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อทำเป็นโมเดลต่อไป พบว่าองค์ประกอบทั้งหมด 6 องค์ประกอบได้แก่ ด้านการศึกษา ด้านเศรษฐกิจและสังคม ด้านพฤติกรรมการใช้ชีวิต ด้านพฤติกรรมส่วนบุคคล เกรดเฉลี่ยรวมแต่ละปีการศึกษา และแบบประเมินทักษะทางการพยาบาล ซึ่งมีความสัมพันธ์ตั้งแต่ .010 ถึง .817 เป็นโมเดลที่มีความสอดคล้องทำการปรับโมเดลในองค์ประกอบ 1 และองค์ประกอบ 4 ได้ค่าความสัมพันธ์ -.724 จึงสรุปได้ว่าองค์ประกอบที่ได้จำนวน 6 องค์ประกอบและได้จำนวนตัวชี้วัดภายในองค์ประกอบทั้ง 6 ได้จำนวน 52 ตัวชี้วัด

4.3 สร้างโมเดลการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

จากการเปรียบเทียบอัลกอริทึมทั้ง 5 ตัวของ Supervised Learning อัลกอริทึม Decision Tree มีเกณฑ์คุณสมบัติมากที่สุดที่จะนำโมเดล Decision Tree ไปใช้ในการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ผลการประเมินโมเดลดังนี้ ค่า AUC = 0.823 ค่า CA (Classification Accuracy) = 0.466 ค่า F1 Score = 0.400 ค่า Precision = 0.448 ค่า Recall = 0.466

ตารางที่ 4-5 แสดงข้อมูล Information Gain ของโมเดล Decision Tree

ตัวแปร	Info. gain	Gini
Skill5	0.204	0.037
Grade4	0.203	0.037
Skill6	0.177	0.032
osce	0.168	0.029
Grade3	0.166	0.033
Skill1	0.153	0.025
Lifestyle	0.141	0.027
Skill7	0.138	0.020
Skill2	0.138	0.024
Skill4	0.131	0.019
Social	0.126	0.023
Skill3	0.119	0.027
Grade1	0.108	0.022
Grade2	0.093	0.018
GPAX	0.077	0.013
Education	0.071	0.016
Attitude	0.061	0.011

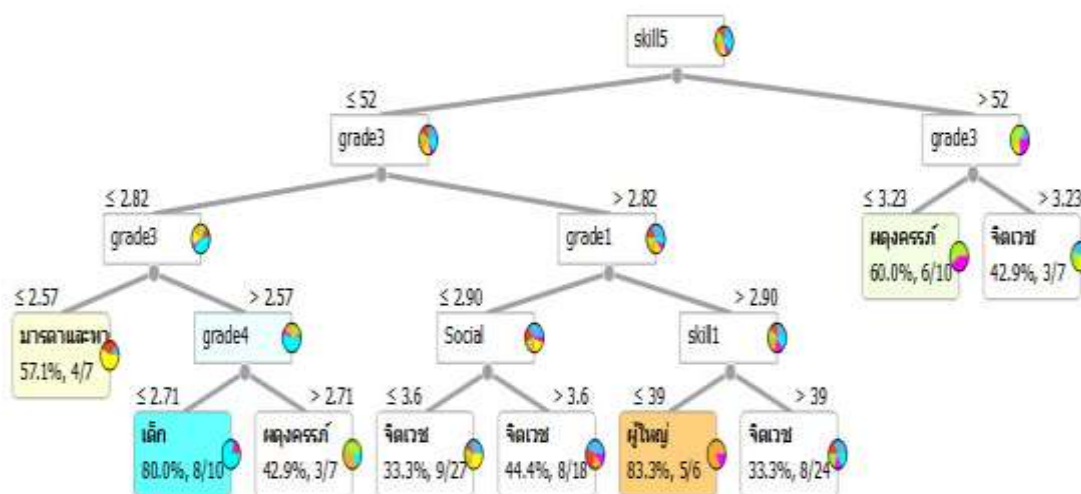
จากตารางที่ 4- 5 พบว่า การคัดเลือกน้ำหนักของ Feature ทั้งหมด โดยใช้เทคนิคคำนวณน้ำหนัก โดย Feature ที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุดคือ Skill5 (คะแนนสอบรวบยอดวิชา การพยาบาลผดุงครรภ์) ค่าน้ำหนักที่ 0.204 และ Feature ที่มีค่าน้ำหนักน้อยที่สุดคือ Attitude (ปัจจัยด้านทัศนคติที่มีต่อวิชาชีพ) มีค่าน้ำหนัก 0.061

		Predicted							Σ
		จิตเวช	ชุมชน	ผดุงครรภ์	ผู้ใหญ่	มารดาและทารก	สูงอายุ	เด็ก	
Actual	จิตเวช	96.6 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	3.4 %	0.0 %	0.0 %	๒๙
	ชุมชน	80.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	13.3 %	0.0 %	6.7 %	๑๕
	ผดุงครรภ์	50.0 %	0.0 %	50.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	๑๘
	ผู้ใหญ่	50.0 %	0.0 %	18.8 %	31.2 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	๑๖
	มารดาและทารก	71.4 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	28.6 %	0.0 %	0.0 %	๑๔
	สูงอายุ	45.5 %	0.0 %	36.4 %	9.1 %	0.0 %	0.0 %	9.1 %	๑๑
	เด็ก	30.8 %	0.0 %	7.7 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	61.5 %	๑๓
Σ		๗๖	๐	๑๗	๖	๗	๐	๑๐	๑๑๖

ภาพที่ 4-2 แสดงตาราง Confusion Matrix

จากภาพที่ 4-3 ตาราง Confusion Matrix พบว่าระบบประเมินทักษะพยาบาลสามารถทำนายได้ทั้งหมด 116 คน โดยสามารถพยากรณ์ การพยาบาลจิตเวชได้ 76 คน การพยาบาลชุมชน 0 คน การพยาบาลผดุงครรภ์ 17 คน การพยาบาลผู้ใหญ่ 6 คน การพยาบาลมารดาและทารก 7 คน การพยาบาลสูงอายุ 0 คน และการพยาบาล เด็ก 10 คน

ผลของ Decision Tree เพื่อใช้ในการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง เป็นไปตามภาพที่ 4-4 สามารถนำไปใช้ในการสร้างระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ประกอบจำนวน Node 17 Nodes และ 9 Leaves



ภาพที่ 4-3 ผลของอัลกอริทึม Decision Tree

และผลของโมเดลสามารถ save model ได้ไฟล์นามสกุล .pkcls และสามารถใช้ Python script ในการ run โมเดลได้

4.4 ผลการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางแสดง

ตารางที่ 4-6 แสดงข้อมูลทั่วไปผู้ตอบแบบสอบถาม

ตัวแปร	ข้อมูล	จำนวน(คน)
เพศ	ชาย	3
	หญิง	84
	ทางเลือก	3
อุปกรณ์ที่ใช้	Smart Phone	62
	Tablet/IPAD	28
	Notebook	0
	Computer PC	0
พื้นที่การใช้อินเทอร์เน็ต	อินเทอร์เน็ตส่วนตัว	25
	อินเทอร์เน็ตที่บ้าน	3
	อินเทอร์เน็ตวิทยาลัย	62
	อินเทอร์เน็ตสาธารณะ	0

จากตารางที่ 4-4 อธิบายได้ว่า กลุ่มตัวเป็นเพศชาย 3 คน เพศหญิง 84 คน เพศทางเลือก 3 คน นักศึกษาที่ใช้ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลใช้อุปกรณ์เพื่อเข้าระบบเป็น Smart Phone มีจำนวนมากที่สุดคือ 62 คน การเข้าถึงระบบใช้ในวิทยาลัยเป็นจำนวนมากที่สุดจำนวน 62 คน

ตารางที่ 4-7 แสดงข้อมูลความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม

หัวข้อ	Mean	S.D.	แปลผล
มีการกำหนดสิทธิการใช้งาน	4.65	0.74	มากที่สุด
ตัวอักษรง่ายต่อการอ่าน	4.73	0.82	มากที่สุด
ระบบสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา	4.80	0.02	มากที่สุด
ระบบตอบสนองรวดเร็ว	4.76	0.15	มากที่สุด
ระบบใช้งานง่าย	4.28	0.64	มาก
มีความพึงพอใจในการใช้งาน	4.36	0.29	มาก

สามารถช่วยในการวางแผนอนาคตได้	4.42	0.33	มาก
สามารถช่วยให้ท่านตั้งใจเรียนมากยิ่งขึ้น	4.58	0.25	มากที่สุด
ความตั้งใจในการเป็นพยาบาลเฉพาะทางกับระบบไม่ สอดคล้องกัน	4.28	0.17	มาก
รวม	4.53	0.39	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-5 อธิบายได้ว่า ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เข้าใช้ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาล ในภาพรวมมีความพึงพอใจมากที่สุด (Mean 4.53 $\pm$ S.D. 0.39) คะแนนระบบสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 4.80 ระดับมากที่สุด

4.5 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางการพยาบาลกับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

ตารางที่ 4-8 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางการพยาบาลกับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

	r	p-value
ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง เด็ก	.741	.000
ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง จิตเวช	.751	.000
ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ผู้ใหญ่	.783	.000
ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ผู้สูงอายุ	.608	.000
ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ผดุงครรภ์	.847	.000
ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง มารดาและทารก	.789	.000
ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง อนามัยชุมชน	.575	.000

จากตารางที่ 4-6 อธิบายได้ว่า ทักษะทางการพยาบาลของนักศึกษามีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยทักษะทางการพยาบาลมีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ผดุงครรภ์ มากที่สุด (84.7%) และมีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง อนามัยชุมชน น้อยที่สุด (57.5%)

บทที่ 5

ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัด ทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยจักรกลการเรียนรู้

ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยจักรกลการเรียนรู้ ประกอบด้วยรายละเอียดของการวิเคราะห์และสังเคราะห์ตัวชี้วัดทักษะทางการพยาบาล การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน การสร้างโมเดลการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง การพัฒนา ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง การพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง และการหาความสัมพันธ์ทักษะทางการพยาบาล กับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง โดยผู้วิจัยนำเสนอเป็นประเด็นดังนี้

5.1 บทนำ

ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยจักรกลการเรียนรู้ เป็นระบบที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เป็นนวัตกรรมใหม่ที่มีศักยภาพในการปฏิวัติวงการการพยาบาล สามารถช่วยพัฒนาคุณภาพของบุคลากรทางการพยาบาล ระบบการเรียนการสอนทางการพยาบาล และระบบการดูแล สุขภาพได้อย่างมีนัยสำคัญ นักศึกษาพยาบาล จะได้ทราบถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของตนเอง เพื่อวางแผนพัฒนาตนเองให้เหมาะสมกับสาขาการพยาบาลเฉพาะทางที่สนใจ ทำให้นักศึกษามีความมั่นใจและเลือกงานที่ตนเองมีความถนัดจริง ๆ สถาบันการศึกษา สามารถวางแผนการจัดการเรียน การสอนให้ตรงกับความต้องการของนักศึกษาและตลาดแรงงาน สถานพยาบาลจะได้คัดเลือกบุคลากร ที่เหมาะสมเข้าทำงานในสาขาการพยาบาลเฉพาะทางที่ต้องการ นอกจากนี้ ระบบประเมินทักษะ ทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยวิธีจักรกลการเรียนรู้ยัง สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพยาบาล เช่น การพัฒนาหลักสูตร การพยาบาลเฉพาะทาง การคัดเลือกบุคลากรทางการพยาบาลเข้าทำงาน และการติดตามผลการ พัฒนาทักษะทางการพยาบาลของบุคลากรทางการพยาบาล

5.2 การวิเคราะห์และสังเคราะห์ตัวชี้วัดทักษะทางการพยาบาล

การวิเคราะห์และสังเคราะห์ตัวชี้วัดทักษะทางการพยาบาล ได้ศึกษาจากแบบฟอร์ม เอกสารที่ เกี่ยวข้องกับงานวิจัย จนได้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และสามารถนำไปสร้างเครื่องมือสำหรับการ วิจัย ได้แก่ ผลการสอบทักษะทางการพยาบาลตามแบบ OSCE การให้คะแนนเป็นแบบ Rating Score 5 ระดับ หลังจากการให้คะแนนในแต่ละฐานการสอบ จึงรวมคะแนนของทุกฐานเพื่อดูว่า การทดสอบ นั้นผ่านหรือไม่จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์พบว่า คะแนนสอบ OSCE เฉลี่ยเท่ากับ 82.24 (S.D.

6.42) คะแนน 80-89 คะแนน มีจำนวนมากที่สุด 91 คนคิดเป็นร้อยละ 55.20 เนื่องจากการศึกษาวิจัยนี้มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาล ทักษะทางการพยาบาลและความความถนัดทางการพยาบาลจึงเป็นทักษะที่นักศึกษาสามารถปฏิบัติได้ จะแตกต่างจากพยาบาลวิชาชีพที่ปฏิบัติงานตามสถานพยาบาลต่าง ๆ ผลการสังเคราะห์สรุปได้ประเด็นดังนี้ ทักษะทางการพยาบาล ประกอบด้วย 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่นักศึกษาเข้าศึกษาตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 ใช้เฉพาะเกรดเฉลี่ยรวมของแต่ละปีการศึกษา รวม 4 ปีการศึกษา และเกรดเฉลี่ยสะสม 2) รูปแบบการประเมินทักษะทางการพยาบาลใช้แบบประเมินทักษะทางการพยาบาลหรือ OSCE 3) คะแนนการสอบรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ผลการสังเคราะห์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ได้แก่ การประเมินผลสอบรวบยอดทางการพยาบาลจำนวน 7 รายวิชาจาก 8 รายวิชา (ยกเว้นวิชา กฎหมายวิชาชีพ) ที่นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ได้ทำการสอบปีละ 1 ครั้งบันทึกคะแนนแต่ละรายวิชาเป็น Ratio Scale ซึ่งผู้ที่สามารถมีสิทธิสอบได้จะเป็นนักศึกษาที่มีคุณสมบัติในการขอขึ้นทะเบียนใบอนุญาตประกอบวิชาชีพการพยาบาลและผดุงครรภ์ จึงได้วิชาดังต่อไปนี้ การพยาบาลเด็กและวัยรุ่น การพยาบาลจิตเวช การพยาบาลผู้ใหญ่ การพยาบาลผู้สูงอายุ การพยาบาลผดุงครรภ์ การพยาบาลมารดาและทารก และการพยาบาลอนามัยชุมชน ผลการสอบเป็นคะแนนดิบในแต่ละรายวิชา นักศึกษาที่มีคะแนนสอบไม่ถึง 60% จะต้องทำการสอบรอบ 2 และถ้ายังไม่ผ่านอีกจะต้องทำการสอบแบบปากเปล่า (Oral Test) แต่ในการเก็บข้อมูลทำการวิจัยครั้งนี้จะนำคะแนนในการสอบครั้งแรกเท่านั้น

แบบประเมินทักษะทางการพยาบาล จะพัฒนาขึ้นเป็นแบบประเมินจำนวน 3 ด้านได้แก่ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาจำนวน 10 ข้อ ด้านพฤติกรรมการใช้ชีวิตของนักศึกษา จำนวน 10 ข้อ และด้านทัศนคติที่มีต่อวิชาชีพพยาบาล จำนวน 15 ข้อ ตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามหรือค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ หรือเนื้อหา (IOC : Index of Item Objective Congruence) อยู่ระหว่าง 0.6-0.8 และใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าดังนี้ ด้านการศึกษาเท่ากับ .763 ด้านพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันเท่ากับ .757 ด้านเศรษฐกิจและสังคมเท่ากับ .806 ด้านทัศนคติที่มีต่อวิชาชีพเท่ากับ .814 ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาเท่ากับ .924 ด้านทักษะทางการพยาบาลเท่ากับ .845

5.3 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อทำการยืนยันจำนวนองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่ได้พัฒนาขึ้น ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน CFA ได้ค่า $\chi^2 = 14.226$, $df = 8$ ซึ่งค่า Degree of Freedom มีค่ามากกว่า 0 แสดงว่า โมเดลระบุเกินพอดี (over-identified model) $p\text{-value} = .076$ แสดงว่า มีความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในภาพรวม และเป็นโมเดลที่มีความสอดคล้อง $\text{Relative Chi-Square} = 1.778$ แสดงว่า โมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี $\text{GFI} = .974$ แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี $\text{NFI} = .943$ แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระดับดี $\text{TLI} = .951$ แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี $\text{CFI} = .974$ แสดงว่า

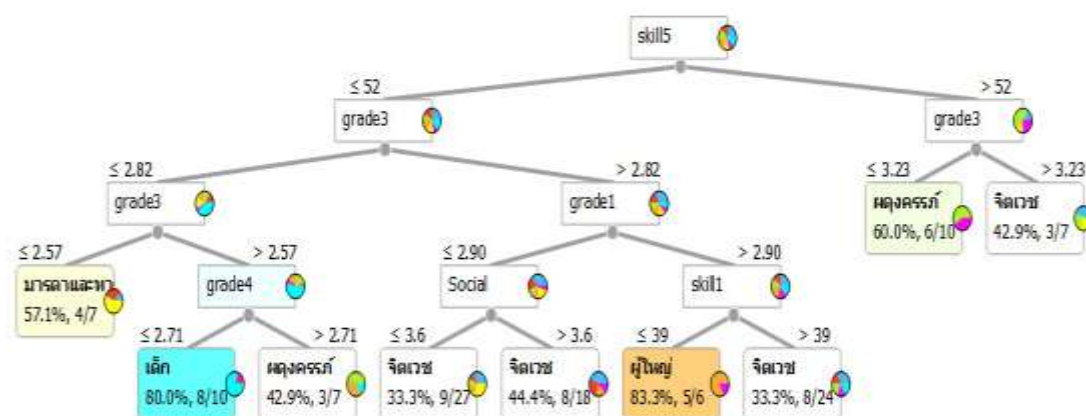
โมเดลมีความสอดคล้องในระดับดี RMSEA = .069 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี RMR = .113 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากผลการวิเคราะห์ค่าต่างๆที่ได้ทำให้โมเดลมี 6 องค์ประกอบและ 52 ตัวบ่งชี้และโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่

- องค์ประกอบที่ 1 การประเมินทักษะทางการพยาบาลตามแบบ OSCE จำนวน 12 ตัวบ่งชี้
- องค์ประกอบที่ 2 เกรดเฉลี่ยประจำปีการศึกษา จำนวน 4 ตัวบ่งชี้
- องค์ประกอบที่ 3 เกรดเฉลี่ยสะสม (GPAX) จำนวน 1 ตัวบ่งชี้
- องค์ประกอบที่ 4 ทักษะทางการพยาบาลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาจำนวน 10 ตัวบ่งชี้
- องค์ประกอบที่ 5 ทักษะทางการพยาบาลด้านพฤติกรรมการใช้ชีวิตของนักศึกษา จำนวน 10 ตัวบ่งชี้
- องค์ประกอบที่ 6 ทักษะทางการพยาบาลด้านทัศนคติที่มีต่อวิชาชีพพยาบาล จำนวน 15 ตัวบ่งชี้

5.4 การสร้างโมเดลการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

ด้วยวิธีการจักรกลการเรียนรู้ (Machine Learning) แบบการเรียนรู้ที่มีผู้สอน (Supervised Learning) ต้องมี Target คือ ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง มีอัลกอริทึมที่ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่มีผู้สอน 5 อัลกอริทึมได้แก่ 1) Linear Regression เป็นวิธีการถดถอยแบบง่ายที่สุด โดยใช้สมการเชิงเส้นเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออก 2) Logistic Regression เป็นวิธีการถดถอยที่ใช้สำหรับปัญหาการจำแนก โดยใช้สมการโลจิสติกส์เพื่อหาความน่าจะเป็นของข้อมูลส่งออกเป็นค่าใดค่าหนึ่ง 3) Support Vector Machines (SVM) เป็นวิธีการจำแนกที่ใช้ขอบเขตสนับสนุน (Support Vector) เพื่อแยกข้อมูลเข้าออกเป็นสองประเภท 4) Decision Trees เป็นวิธีการจำแนกที่ใช้ต้นไม้การตัดสินใจเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออก 5) Random Forest เป็นวิธีการจำแนกที่ใช้ต้นไม้การตัดสินใจหลายต้นเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออก

เมื่อเปรียบเทียบอัลกอริทึมทั้ง 5 จะได้อัลกอริทึม Decision Tree มีเกณฑ์คุณสมบัติมากที่สุดที่จะนำโมเดล Decision Tree ไปใช้ในการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ผลการประเมินโมเดลของ Decision Tree ดังนี้ ค่า AUC = 0.823 ค่า CA (Classification Accuracy) = 0.466 ค่า F1 Score = 0.400 ค่า Precision = 0.448 ค่า Recall = 0.466 ผลของ Decision Tree เพื่อใช้ในการพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง สามารถนำไปใช้ในการสร้างระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ประกอบจำนวน node 17 nodes และ 9 leaves ดังรูป

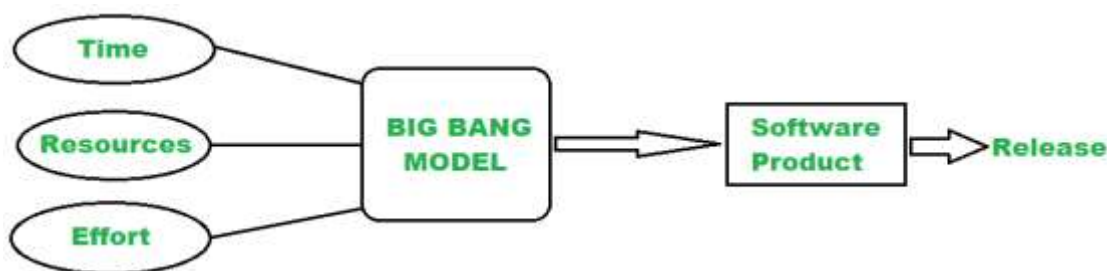


ภาพที่ 5-1 รูปแบบฝึกอบรมฐานสมรรถนะพหุวัฒนธรรมสำหรับนักประชาสัมพันธ์ดิจิทัล

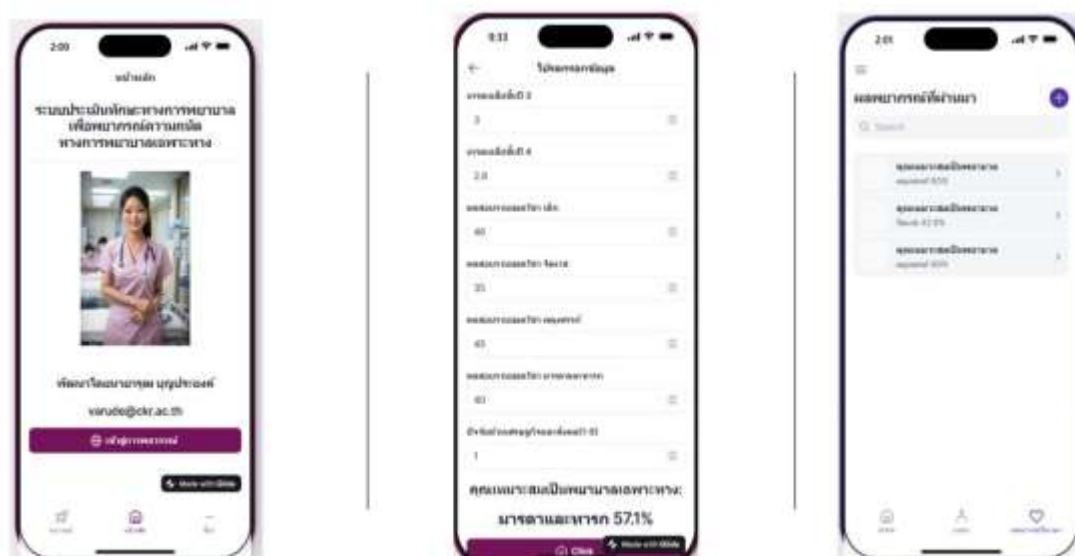
5.5 การพัฒนาระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง

การพัฒนาระบบ Software Development Life cycle (SDLC) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยได้มีการกำหนดขั้นตอนต่างๆ ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอนได้แก่ การวางแผน การเก็บรวบรวม Requirement การออกแบบซอฟต์แวร์ การพัฒนาซอฟต์แวร์ การทดสอบซอฟต์แวร์ การบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ ในการพัฒนาแบบ SDLC มี 6 ประเภท ได้แก่ 1) Waterfall model เป็นกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก หรือตั้งแต่บนลงล่างนั่นเอง จะใช้เวลานาน เหมาะกับซอฟต์แวร์ที่มีความต้องการแน่นอน และชัดเจน ไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย ๆ 2) Iterative model เป็นกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่ ที่แบ่งการทำงานออกเป็นขนาดย่อย ๆ ซึ่งจะมีการเก็บความต้องการของผู้ใช้ในครั้งแรก และจะออกมาออกแบบและพัฒนาโปรแกรม แล้ววนซ้ำใหม่ เพื่อปรับปรุงสามารถของโปรแกรมไปเรื่อย ๆ นั่นเอง 3) Spiral Model เป็นโมเดลที่เน้นด้านการประเมินความเสี่ยง โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็นย่อย ๆ และจะประเมินความเสี่ยงของการพัฒนาซอฟต์แวร์ อยู่เรื่อย ๆ 4) V-Model เป็นโมเดลที่ลำดับการทำงานเป็นขั้นตอนอย่างชัดเจน พัฒนามาจาก Waterfall model โดยเพิ่มส่วนการทดสอบเข้ามานั่นเอง จึงทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น 5) Big Bang model เป็นโมเดลที่มุ่งเน้นไปที่ทรัพยากรทุกประเภทในการพัฒนาซอฟต์แวร์ เหมาะสำหรับซอฟต์แวร์เล็ก ๆ มีนักพัฒนา 1-2 คนทำงานร่วมกัน ซึ่งจะมีการวางแผนกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น 6) Agile Model เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์ในแต่ละส่วน ซึ่งลูกค้าสามารถติดตามและเห็นความคืบหน้าอยู่เรื่อย ๆ หากมีจุดใดที่ไม่ตรงความต้องการ สามารถแก้ไขได้ทันที

ในการพัฒนาระบบได้เลือกวิธี Big Bang model ซึ่งเป็นไปตามรูปด้านล่าง



โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบประเมินทักษะทางการแพทย์เพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการแพทย์ใช้โปรแกรม Glide App ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้เทคโนโลยี Cloud และเป็นโปรแกรมแบบ Low Code ทำให้มีการพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว และฐานข้อมูลที่จัดเก็บใช้เป็น Google Sheet ระบบรองรับทุกอุปกรณ์และทุกระบบปฏิบัติการ ผลการพัฒนาระบบได้ดังภาพ 5- 1 ในการพยากรณ์ระบบสามารถพยากรณ์ได้ถูกต้อง 82.3% และทำการทดสอบย้อนกลับด้วยการนำไปใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้คะแนนการพยากรณ์ถูกต้อง 80.26%



ภาพที่ 5-2 หน้าจกระบบประเมินทักษะทางการแพทย์เฉพาะทางเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง

5.6 การหาความสัมพันธ์ทักษะทางการแพทย์กับความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง

ทักษะทางการแพทย์ของนักศึกษามีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง ทั้ง 7 ด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยทักษะทางการแพทย์มีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง ผดุงครรภ์ มากที่สุด 84.7% มีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการแพทย์เฉพาะทาง มารดาและทารก 78.9% มีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการแพทย์

เฉพาะทาง ผู้ใหญ่ 78.3% มีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง จิตเวช 75.1% มีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง เด็ก 74.1% มีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ผู้สูงอายุ 60.8% และมีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง อนามัยชุมชน น้อยที่สุด 57.5%

บทที่ 6

อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

6.1 อภิปรายผล

จากผลวิจัยการพัฒนาระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางด้วยจักรกลเรียนรู้ ได้สร้างและพัฒนาขึ้นจากผลวิเคราะห์งานในการเรียนการสอนผลสอบของสภาการพยาบาล Fogus Group เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถ ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ สุขตรงกับลักษณะและความรู้ของตนเอง บูรณาการกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความถนัด เพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด มีประเด็นที่น่าสนใจมาอภิปรายผลดังนี้

1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางเป็นไปตาม สมมติฐานที่ 1 ผลการทดสอบทักษะปฏิบัติการพยาบาล ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา พฤติกรรมการใช้ชีวิต ทักษะคิดที่มีต่อวิชาชีพ ส่งผลต่อความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง จากค่าความสอดคล้องโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์มีความสอดคล้องกันอยู่ในระดับ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ (Chang, 2013) ที่พบว่าการพัฒนารูปแบบการประเมิน 3 ปัจจัยได้แก่ การเตรียมตัวเรียน มีความก้าวหน้าในความสามารถของตนเอง และการประเมินการเรียนรู้ จะช่วยให้นักศึกษามีผลการประเมินที่ดีในหลักสูตรพยาบาล เรื่องภาษาเป็นอีกเรื่องที่น่าจะมีผลต่อการเรียนของนักศึกษาพยาบาล Roger Watson (Watson et al., 2013) ได้ทำการวิจัยพบว่า ภาษาที่ใช้ในการเรียนการสอนจะเป็นตัวที่จะทำให้นักศึกษาเกิดความเครียดจนกระทบกับผลการเรียน ปัจจัยอื่น ๆ การที่นักศึกษาพยาบาลจะเกิดทักษะทางการพยาบาลต้องมีการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติตลอดการศึกษาตามหลักสูตรที่กำหนดไว้ เมื่อนักศึกษามีทักษะทางการพยาบาลแล้วจะส่งผลต่อความถนัดและเรื่องที่นักศึกษามีความสนใจเป็นพิเศษ และเมื่อเกิดความถนัดด้านใดแล้ว จะเป็นความถนัดของนักศึกษาตลอดไป (Khatiban et al., 2019)

2. สมมติฐานที่ 2 ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางสามารถพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางได้ ซึ่งระบบสามารถพยากรณ์ได้ถูกต้อง 82.3% จากการที่ได้ทำการเลือกอัลกอริทึมก่อนที่จะทำระบบทำให้ระบบมีความสามารถในการพยากรณ์ได้ดี สอดคล้องกับการศึกษาเรื่องการโมเดลทำนายการตัดสินใจเข้าเรียนด้วยจักรกลการเรียนรู้ (Basu et al., 2019a) และการศึกษาของ Kaur เรื่อง การพยากรณ์ประสิทธิภาพทางการศึกษาด้วยจักรกลการเรียนรู้ (Kaur, 2018) หลังจากได้ผลการวิจัยแล้ว ได้ทำการทดสอบย้อนกลับกับนักศึกษากลุ่มอื่นก็พบความถูกต้องใกล้เคียงกัน ทำให้ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดเฉพาะทางการพยาบาลได้

3. สมมติฐานที่ 3 ทักษะทางการพยาบาลมีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำศึกษาส่วนของทักษะทางการพยาบาลว่ามีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการพยาบาลพบว่า ทักษะทางการพยาบาลส่งผลต่อความถนัดเฉพาะทางการพยาบาลทุกด้านและอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง เป็นไปได้ว่า ความถนัดเฉพาะทางการพยาบาลผดุงครรภ์และความถนัดทางการพยาบาลมารดาและทารก มีความสัมพันธ์ระดับสูง เนื่องจากนักศึกษาได้เรียนในชั้นปีที่ 4

ซึ่งพอดีกับการทำวิจัย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Deesubin, n.d.) ที่ได้พัฒนาโมเดลการทำนายความถนัดของผู้เรียนหลังจากได้ศึกษาในการเกิดทักษะด้านนั้นๆ

4. ผลการสังเคราะห์ทักษะทางการพยาบาลตามแบบทดสอบทักษะปฏิบัติการพยาบาล มีแบบการใช้ที่ไม่เป็นมาตรฐานเดียวกันในการเรียนการสอนหลักสูตรพยาบาลแต่ละสถาบัน การสร้างแบบทดสอบมีความยากเพราะอาจารย์ที่สอนจะเป็นผู้กำหนด แบบประเมินในแต่ละปีอาจจะแตกต่างกัน กัน แม้แต่หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต ของคณะพยาบาลศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก ซึ่งมีวิทยาลัยที่เปิดสอนหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต จำนวน 29 วิทยาลัย ก็ไม่เหมือนกัน (ประทุม สร้อยวงศ์ et al., 2014a) แม้จะมีอาจารย์หลายท่านจะพยายามพัฒนารูปแบบของ OSCE เพื่อนำมาใช้กับนักศึกษาอย่างเป็นรูปธรรมและเห็นผลจริง (นิจวรรณ วีรวัฒน์ et al., 2020) แต่ก็ยังไม่มีแบบประเมินที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ในการทดสอบทักษะปฏิบัติการพยาบาลอาจจะใช้รูปแบบอื่น ๆ ก็ได้ (Kruttakart et al., 2015) (Harerimana & Mtshali, 2020) (Intrarakumhang & Ruangrit, 2016)

5. การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในการตรวจสอบความสอดคล้องจะใช้เพื่อยืนยันข้อมูลเชิงประจักษ์จะมีความสอดคล้องกับโมเดล ซึ่ง David Goretzko (Goretzko et al., 2023) ได้พยายามสร้างแบบประเมินเป็นเวลากว่า 5 ปี เช่นเดียวกับ Ajay Singh ที่ได้วิเคราะห์ผู้เรียนเพื่อยืนยันว่าข้อมูลเชิงประจักษ์ประกอบด้วย ความรู้ง่าย ๆ (SK), ความรู้ที่แน่นอน (CK), ความสามารถโดยกำเนิด (IA), เป็นผู้รอบรู้ (OA), และเรียนรู้เร็ว (QL) (Singh, 2020) โดยส่วนมากโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะมีความสอดคล้องกันดี เนื่องจาก สามารถปรับโมเดลได้หลายครั้ง มีการปรับโมเดล (Brigman et al., 2015) จนกว่าจะได้ผลที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (Harerimana & Mtshali, 2020)

6. การวิเคราะห์โมเดล จากหลักการของปัญญาประดิษฐ์ (Altabrawee et al., n.d.) ทำให้มีการเลือกใช้โมเดลได้มากมาย ถ้าแยกประเภทของ AI ได้ 3 รูปแบบ (Vijayalakshmi & Venkatachalapathy, 2019) คือ Machine Learning Deep Learning Reinforcement Learning การใช้งานก็ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้ (Sarker, 2021) ผู้วิจัยเลือกใช้ Machine Learning เนื่องจากชุดข้อมูลมีความเหมาะสมกับวิธีการนี้ (Jahan et al., 2019) ซึ่งชุดข้อมูลของผู้วิจัยจะต้องใช้ Supervised เนื่องจากมีตัวแปรที่เหมาะสมเป็นผู้อสอน (Basu et al., 2019b) และอัลกอริทึมที่อยู่ภายใต้ Machine Learning แบบ Supervised ได้แก่ Logistic Regression SVM KNN Decision Tree (Polkowski et al., 2019) การใช้ Decision Tree เป็นที่นิยมมาก (Oosterhoff et al., 2022b) เนื่องจากข้อจำกัดของ Features มีน้อยและสามารถเข้าใจได้ง่าย แต่มีข้อแม้ว่าตัวแปรตามหรือตัวแปรทำนายจะต้องมีคุณลักษณะแบบ Categories (Latif et al., 2021) ผลการวิจัย ได้ค่า Accuracy ต่ำไปเนื่องจากข้อมูลยังมีน้อยทำให้ข้อมูลการ Train และ Test อาจจะคลาดเคลื่อนได้ (Dhilipan et al., 2021) ในขณะที่ค่า Information Gain อยู่ในช่วงที่เหมาะสม (Akmewe et al., 2021) โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์โมเดลเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย รูปแบบการใช้งานเป็น GUI แค่อัปโหลดโมเดลก็สามารถใช้งานได้ไม่ยาก และโปรแกรมสามารถส่ง API ไปยังภาษา Python ได้ด้วยที่สำคัญโปรแกรมไม่มีลิขสิทธิ์ แต่ยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลาย

7. การพัฒนาโปรแกรม ใช้โปรแกรมชื่อ Glide app ซึ่งสะดวกต่อการใช้งานเพราะการใช้งานโปรแกรมเป็น Cloud แบบ SaaS (Software as a Service) (Nagamani et al., n.d.-b) เนื่องจากระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาล ไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลอะไร บางส่วนของการพัฒนาจึงตัดออกไปได้ทำให้ในโปรแกรมไม่มี Code มาก ผลของการประเมินโปรแกรมโดยผู้ใช้อยู่ 90 คน เป็นนักศึกษาพยาบาลคิดว่าระบบจะช่วยให้พัฒนาการเรียนได้ และทำให้มีเวลาในการเตรียมตัวเพื่อสอบข้อขึ้นทะเบียนใบอนุญาตประกอบวิชาชีพพยาบาล (Kleebua & Siriparp, 2016)

ข้อจำกัดในการทำวิจัยครั้งนี้

1. เนื่องจากการเก็บข้อมูลต้องรอเวลาที่นักศึกษาทำการสอบปีละครั้ง และหลักสูตรการศึกษา มีการเปลี่ยนแปลงทำให้ต้องมีการทบทวนงานวิจัยใหม่ และการพยาบาลเฉพาะทางจะทำในส่วนของนักศึกษา เมื่อนักศึกษาจบไปปฏิบัติงานแล้วจะไม่สามารถเลือกในสิ่งที่ตนเองมีความถนัดได้ และการพยาบาลเฉพาะทางของสภาการพยาบาลจะมีรายละเอียดที่มากกว่า

2. แบบการทดสอบทักษะปฏิบัติการทางการพยาบาล (OSCE) ยังไม่มีแบบประเมินที่แน่นอน อาจจะทำให้ข้อมูลนำเข้าเกิดความคลาดเคลื่อนได้

3) ผู้ใช้งานในระบบประเมินทักษะเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทาง จะต้องเรียนครบ 4 ปีก่อนจึงจะตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด ทำให้นักศึกษาที่ไม่ใช่ชั้นปีที่ 4 อาจจะมีข้อมูลที่ไม่ตรงกับความจริงได้

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดในการพยากรณ์ของอธิบายส่วนของการพยาบาลเฉพาะทางการพยาบาลอนามัยชุมชนและการพยาบาลผู้สูงอายุ มีจำนวน 0 คน สามารถอธิบายได้ว่า ทักษะทางการพยาบาลที่นักศึกษาเกิดขึ้นนั้น อาจจะได้ทำให้เกิดความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางอนามัยชุมชนและความถนัดทางการพยาบาลเฉพาะทางผู้สูงอายุได้ ทำให้เห็นได้ว่าทักษะบางอย่างจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในขณะที่เรียน ต้องอาศัยประสบการณ์และการเรียนรู้ในลักษณะอื่น ๆ ที่ไม่ใช่การเรียน

ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต ควรปรับปรุงหลักสูตรที่มีการเรียนการสอนเฉพาะทางตามความต้องการของผู้ใช้/สถานพยาบาล หรือการพยาบาลเฉพาะทางของสภาการพยาบาล เพื่อเตรียมการปฏิบัติงานที่มีความเฉพาะทางมากขึ้น และควรมีการบันทึกหรือทำ Portfolio ของนักศึกษาว่ามีความถนัดเฉพาะทางใดเพื่อเป็นการรับรองในการที่จะไปปฏิบัติงานส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานบัณฑิต จากการที่พยาบาลมีความขาดแคลนทุกปีและการปฏิบัติงานของพยาบาลจบใหม่จะต้องมีการจับสลากหรือการทำงานตามตึก/แผนกที่พยาบาลจบใหม่ไม่มีความถนัดหรือความชอบ ทำให้การปฏิบัติงานได้ไม่ดีและอาจจะมีแนวโน้มที่พยาบาลคนนั้นจะลาออกจากวิชาชีพได้ ดังนั้นควรมีการเลือกตึกหรืองานที่พยาบาลคนนั้นมีความถนัดให้มากที่สุด

สำหรับหน่วยงานที่มีพยาบาลปฏิบัติงานเช่น โรงพยาบาล ควรจะปรับการเป็นโรงพยาบาลเฉพาะทางมากยิ่งขึ้น และมีการรักษาที่เป็นประมุขมากยิ่งขึ้น ลดเรื่องการขยายขนาดของโรงพยาบาล แต่ควรเพิ่มความเฉพาะทางของโรงพยาบาลนั้น ๆ ให้มากยิ่งขึ้น และสถาบันการศึกษาที่ทำหน้าที่ผลิตพยาบาลก็จะปรับปรุงหลักสูตรเพื่อตอบสนองความเฉพาะทาง เป็นการดูแลรักษาประชาชนได้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- จักรพงษ์ คงมาลัย. (2558). [ออนไลน์]. PR กับ Marketing แตกต่างกันอย่างไร และเราควรปรับปรุงมันอย่างไรในยุคดิจิทัล (ตอนที่ 1). [ค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2561]. จาก <https://thumbsup.in.th/2016/09/pr-vs-marketing-differences-and-how-to-evolve-it-1/>
- จักรพงษ์ คงมาลัย. (2561). [ออนไลน์]. DIGITAL PR คืออะไร ทำไมต้อง DIGITAL PR (UPDATE ปี 2018). [ค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2561]. จาก <https://moonshot.co.th/what-is-digital-pr-why-digital-pr-update-2018/>
- จักรพงษ์ คงมาลัย. (2560). [ออนไลน์]. Digital PR. [ค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2561]. จาก <https://thumbsup.in.th/2017/07/what-is-digital-pr/>
- พรทิพย์ วรกิจโกศาทรพิมพ์ลักษณ์. (2537). ภาพพจน์นั้นสำคัญยิ่ง : การประชาสัมพันธ์กับภาพพจน์. กรุงเทพฯ : คณะวารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- พรพิทักษ์ แม้นศิริ. (2560). หลักและกลยุทธ์การประชาสัมพันธ์ 4.0. กรุงเทพฯ. เอกสารประกอบการบรรยายกรมประชาสัมพันธ์
- รุ่งนภา พิตรปรีชา. (2556). พลังแห่งการประชาสัมพันธ์ โครงการตำราคณะนิเทศศาสตร์. กรุงเทพฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วรชัย คุรุจิต. (2555). คู่มือการประชาสัมพันธ์ยุคดิจิทัลของสมาคมการจัดการแห่งสหรัฐอเมริกา โดย ROBERT L. DILENSCHNEIDER. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์ ศรีปทุม
- วิภาวรีศ เกตุปมา. (2559). [ออนไลน์]. แนะกลยุทธ์การประชาสัมพันธ์ในยุคดิจิทัล. [ค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2561]. จาก <https://blog.infoquest.co.th/iqmedialink/4dcommunications/>
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ. (สำนักงาน ก.พ.ร.). (2557). เกณฑ์คุณภาพการบริหารจัดการภาครัฐ พ.ศ. 2558 (Public Sector Management Quality Award). บริษัท วิชั่นพรีนซ์แอนด์มิตีเดีย จำกัด, กรุงเทพมหานคร.
- อภิชาต พุกสวัสดิ์. (2556). การประชาสัมพันธ์เพื่อการสร้างภาพลักษณ์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อภิชาต พุกสวัสดิ์. (2558). [ออนไลน์]. ทิศทางการประชาสัมพันธ์ในยุคออนไลน์. [ค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2561]. จาก <https://www.smartsme.co.th/content/13661>
- อภิชาต พุกสวัสดิ์. (2558). [ออนไลน์]. บทบาทของนักประชาสัมพันธ์ยุคดิจิทัล. [ค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2561]. จาก <https://www.smartsme.co.th/content/16041>
- เสรี วงษ์มณฑา. (2561). การประชาสัมพันธ์ดิจิทัล. เอกสารโครงการอบรมหลักสูตรการประชาสัมพันธ์ดิจิทัล : หลักสูตร COMMUNICATION STRATEGIST. : (Digital PR 23 พฤษภาคม 2561 ณ โรงแรมโนโวเทล สยาม)

- คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร. (2015). [online]. การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง. มหาวิทยาลัยนเรศวร. for <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjQ7trhnb2BAxVO4TgGHZ2iCTY4ChAWegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Fbec.nu.ac.th>
- จรัสศรี รุ่งรัตนอุบล. (2562). [online]. เทคนิคเหมืองข้อมูล (DATA MINING TECHNIQUES).
- เจษฎาพร ปาคำวัง, และ ดวงจันทร์ สีหาราช. (2021). THE DEVELOPMENT OF DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PREDICTION OF NEW UNDERGRADUATE STUDENTS INTAKE IN GOVERNMENT UNIVERSITIES BY MACHINE LEARNING AND ANALYTIC HIERARCHY PROCESS. Life Sciences and Environment Journal. 22 (1), : 112–127.
- นิจวรรณ วีรวัฒน์ และคณะ. (2020). “การประเมินทักษะปฏิบัติการพยาบาลโดยใช้ Objective Structured Clinical Examination (OSCE).” Journal of Health and Nursing Research, 36(1), : 238–245.
- ประทุม สร้อยวงค์ และคณะ. (2014a). “การพัฒนาและทดสอบความเป็นไปได้ของรูปแบบการประเมินผลสัมฤทธิ์การฝึกปฏิบัติ การพยาบาลรวดยอดทางอายุรศาสตร์สำหรับนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 4 โดยใช้ OSCE.” Thai Journal of Nursing Council. 29(4), : 79–91.
- ประทุม สร้อยวงค์ และคณะ. (2014b). “การพัฒนาและทดสอบความเป็นไปได้ของรูปแบบการประเมินผลสัมฤทธิ์การฝึกปฏิบัติ การพยาบาลรวดยอดทางอายุรศาสตร์สำหรับนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 4 โดยใช้ OSCE.” Thai Journal of Nursing Council, 29(4), : 79–91.
- สถาบันพระบรมราชชนก. (2562). พระราชบัญญัติสถาบันพระบรมราชชนก.
- สารนิติ บุญประสพ. (2560a). การพัฒนาแบบทดสอบความถนัดทางการพยาบาล.
- สารนิติ บุญประสพ. (2560b). การพัฒนาแบบทดสอบความถนัดทางการพยาบาล.

ภาษาอังกฤษ

- A. Hartmann and G. Auth. (2017). “Positioning IT4IT in the face of classic Enterprise Architecture Frameworks - A critical review Positioning IT4IT in the face of classic Enterprise Architecture Frameworks.” vol. 2017, no. September,
- A. Petersons and I. Khalimzoda. (2016). “Communication Models and Common Basis for Multicultural Communication in Latvia.” SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION. Proceedings of the International Scientific Conference, vol. 4. : 423-429.
- A. Buhmann, J. Macnamara, and A. Zerfass, (2019). “Reviewing the ‘march to standards’ in public relations: a comparative analysis of four seminal measurement and evaluation initiatives.” Public Relat. Rev., vol.45 no.4 : 101825.
- A. J. Janssen and S. Stoyanov. (2012). “Online Consultation on Experts’ Views on Digital Competence.” doi: 10.2791/97099.

- A. Pérez-Escoda and N. G. Fernández-Villavicencio, (2016). "Digital competence in use: From DigComp 1 to DigComp 2." ACM Int. Conf. Proceeding Ser., vol. 02-04-Nove, : 619–624. doi: 10.1145/3012430.3012583.
- Abdul Bujang, S. D., Selamat, A., & Krejcar, O. (2021). A Predictive Analytics Model for Students Grade Prediction by Supervised Machine Learning. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1051(1), 012005.
<https://doi.org/10.1088/1757-899x/1051/1/012005>
- Aditya Rajuladevi. (2014). A MACHINE LEARNING APPROACH TO PREDICT FIRST-YEAR STUDENT RETENTION RATES AT UNIVERSITY OF NEVADA, LAS VEGAS. Jawaharlal Nehru Technological University.
- Adnan, M. et al. (2021). "Predicting at-Risk Students at Different Percentages of Course Length for Early Intervention Using Machine Learning Models." IEEE Access, 9, : 7519–7539.
- Aleksieva-Petrova, A., Gancheva, V., & Petrov, M. (2020). "APTITUDE framework for learning data classification based on machine learning". International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing, 14, : 379–385.
- Altabrawee, H. et al. (n.d.). "Predicting Students' Performance Using Machine Learning Techniques." In Pure and Applied Sciences. (Issue 27).
- Amershi, S. (2009). "Combining Unsupervised and Supervised Classification to Build User Models for Exploratory Learning Environments." In Journal of Educational Data Mining. Article (Vol. 2, Issue 1).
- Акмеше, О. Ф., Кьор, Х., & Ербей, Х.** (2021). USE OF MACHINE LEARNING TECHNIQUES FOR THE FORECAST OF STUDENT ACHIEVEMENT IN HIGHER EDUCATION. Information Technologies and Learning Tools. 82(2), : 297–311.
- Basu, K., et al. (2019a). "Predictive models of student college commitment decisions using machine learning." Data, 4(2).
- Basu, K. et al. (2019b). "Predictive models of student college commitment decisions using machine learning." Data, 4(2).
- Beauvais, et al. (2014). "Factors related to academic success among nursing students: A descriptive correlational research study." Nurse Education Today. 34(6). : 918–923.
- Boonprasop, S., Wongnam, P., and Duongpaeng, S. (n.d.). "The development of nursing professional aptitude test."
- Brigman, G. et al. (2015). "Psychometric properties and confirmatory factor analysis of the student engagement in school success skills." Measurement and Evaluation in Counseling and Development. 48(1).

- Bujang, et al. (2021). "Multiclass Prediction Model for Student Grade Prediction Using Machine Learning." IEEE Access. 9, : 95608–95621.
- Chang, S. F. (2013). "Constructing and validating a global student-centered nursing curriculum learning efficacy scale: A confirmatory factor analysis." Nurse Education Today. 33(10). : 1173–1178.
- Deesubin, K. (n.d.). "The Developed of Models to Forecast Aptitude of Learning by 4 MAT theory Using the Decision Tree Analysis."
- Deshmukh, S. (2015). "A MACHINE LEARNING APPROACH TO PREDICT RETENTION OF COMPUTER SCIENCE STUDENTS AT UNIVERSITY OF NEVADA." LAS VEGAS.
- Dhilipan, J., Vijayalakshmi, N., Suriya, S., and Christopher, A. (2021). "Prediction of Students Performance using Machine learning." IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1055(1) : 102-122.
- Dunn, D. S. (2010). [online]. "Academic and Non-Academic Factors as Predictors of Early Academic Success in Bacclaureate Nursing Programs." [12 August 2023]. Available from : <https://www.researchgate.net/publication/254591319>
- Ghorbani, R., and Ghousi, R. (2020). "Comparing Different Resampling Methods in Predicting Students' Performance Using Machine Learning Techniques." IEEE Access, 8, : 67899–67911.
- Goretzko, D., Siemund, K., and Sterner, P. (2023). "Evaluating Model Fit of Measurement Models in Confirmatory Factor Analysis." Educational and Psychological Measurement.
- Guabassi, et al. (2021). "Comparative Analysis of Supervised Machine Learning Algorithms to Build a Predictive Model for Evaluating Students' Performance." International Journal of Online and Biomedical Engineering. 17(2), : 90–105.
- Harerimana, A., and Mtshali, N. G. (2020). "Using Exploratory and Confirmatory Factor Analysis to understand the role of technology in nursing education." Nurse Education Today. : 85-92.
- HFogus. (2019). "Production of nurses." phase 2.
- HFogus. (2023). "Nurses" resign in droves.
- Intrarakumhang, S., and Ruangrit, P. (2016). "Variables Affecting Nursing Skill of Nursing Students In Boromarajonani college of Nursing." Nursing Public Health and Education Journal. 17(3), : 106–112.
- Jahan, N., Islam, S., & Sultana, R. (2019). "Factor scoring and machine learning algorithm to predict student counselling." International Journal of Engineering and Advanced Technology. 9(1), : 243–248.

- James Lani. (2023). [online]. Confirmatory Factor Analysis. [12 August 2023]. Available from : <https://www.statisticssolutions.com/free-resources/directory-of-statistical-analyses/confirmatory-factor-analysis/>.
- Kaur, A. (2018). "Machine Learning Approach to Predict Student Academic Performance." International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 6(4). : 734–742.
- Khaomala, J., Patphol, M., and Thongsom, P. (n.d.). "The Study of Civic Professionalism Attributes of Nursing Students."
- Khatiban, M., Tohidi, S., and Shahdoust, M. (2019). "The effects of applying an assessment form based on the health functional patterns on nursing student's attitude and skills in developing the nursing process.: International Journal of Nursing Sciences. 6(3). : 329–333.
- Khemapech, S. (2015). "THE FACTORS ASSOCIATED WITH ACADEMIC ACHIEVEMENT IN POLICE STUDENT NURSES." Journal of Educational Research. 9(1). : 152–162.
- Khumyu, A. et al. (2021). "Factors Related to Professional Nursing Competency Among Nursing Students at a University in the Eastern Region." The Journal of Faculty of Nursing Burapha University, 29(1).
- Klaharn, R. (2014). "The Factors Affecting the Practicum Achievement of the Third – Year Nursing Students of Srinakharinwirot University." Journal of The Royal Thai Army Nurses. 15(3), : 412–420.
- Kleebbua, C., & Siriparp, T. (2016). "Effects of Education and Attitude on Essential Learning Outcomes." Procedia - Social and Behavioral Sciences. 217 : 941–949.
- Kruttakart, S. et al. (2015). "Confirmatory Factor Analysis of Problem-Solving Skills in Nursing Students under the Jurisdiction of Praboromarajchanok Institute Siriporn." JOURNAL OF HEALTH SCIENCE RESEARCH. 9(2) : 45–51.
- Latif, S., XianWen, F., and Wang, L. L. (2021). "Intelligent decision support system approach for predicting the performance of students based on three-level machine learning technique." Journal of Intelligent Systems. 30(1) : 739–749.
- Mueller, R. O., & Hancock, G. R. (2001). "Factor Analysis and Latent Structure, Confirmatory. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences Pergamon : 5239–5244.
- Nagamani, S. et al. (n.d.-a). "JOURNAL OF CRITICAL REVIEWS Student Placement analysis and prediction for improving the education standards by using Supervised Machine Learning Algorithms."

- Nagamani, S. et al. (n.d.-b). "JOURNAL OF CRITICAL REVIEWS Student Placement analysis and prediction for improving the education standards by using Supervised Machine Learning Algorithms."
- Oosterhoff, et al. (2022a). "Development and internal validation of a clinical prediction model using machine learning algorithms for 90 day and 2 year mortality in femoral neck fracture patients aged 65 years or above. " European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 48(6), : 4669–4682.
- Oosterhoff, et al. (2022b). "Development and internal validation of a clinical prediction model using machine learning algorithms for 90 day and 2 year mortality in femoral neck fracture patients aged 65 years or above." European Journal of Trauma and Emergency Surgery. 48(6), : 4669–4682.
- Pareek, B., Batra, K., Kalia, R., & Sethi, D. (2015). "Nursing Student's Attitude Towards Nursing Profession as they Progress through 4- year's Baccalaureate Program." International Journal of Nursing Education. 7(2), 218.
- Pojon, M. (2017a). Using Machine Learning to Predict Student Performance. University of Tampere.
- Pojon, M. (2017b). "Using Machine Learning to Predict Student Performance." University of Tampere.
- Polkowski, Z., Anita, M., & Kumar, M. S. (2019). "Implementation of Supervised Learning towards Optimizing Queries in Database Systems." International Journal of Engineering and Advanced Technology. 9(2), : 1182–1187.
- Razaque, A., & Alajlan, A. M. (2020a). "Supervised machine learning model-based approach for performance prediction of students." Journal of Computer Science, 16(8), 1150–1162.
- Razaque, A., & Alajlan, A. M. (2020b). "Supervised machine learning model-based approach for performance prediction of students." Journal of Computer Science. 16(8), : 1150–1162.
- Rika Endah, N., & Nurbaiti, N. (2015). "Inhibiting Factors of Nursing Students' Skills Competencies Achievement during Nursing Professional Education Program in Faculty of Nursing." University Of Sumatera Utara, Medan, Indonesia. International Journal of Nursing, Vol. 2(2).
- Safiih, & Azreen. (2016). "Confirmatory Factor Analysis Approach: A Case Study of Mathematics Students' Achievement in TIMSS." Malaysian Journal of Mathematical Sciences, Vol.10.
- Sarker, I. H. (2021). "Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions." In SN Computer Science. (Vol. 2, Issue 3).

- Singh, A. (2020). "A Confirmatory Factor Analysis of Student Engagement at the University of Hail." Saudi Arabia. Revista Amazonia Investiga, 9(26).
- Thailand Nursing and Midwifery Council. (2022). [online]. "The standards of the examination for registration as a nurse practitioner." [cited 12 Jan. 2022]. Available form : <https://www.tnmc.or.th>
- Vijayalakshmi, V., & Venkatachalapathy, K. (2019). "Comparison of Predicting Student's Performance using Machine Learning Algorithms." International Journal of Intelligent Systems and Applications. 11(12), : 34–45.
- Viswanathan, M. S., and Vengatesh Kumar, D. S. (2021). "Study Of Students' Performance Prediction Models Using Machine Learning." In Turkish Journal of Computer and Mathematics Education. (Vol. 12, Issue 2).
- Watson, R., et al. (2013). "The structure of stress: Confirmatory factor analysis of a Chinese version of the stressors in Nursing Students Scale (SINS)." Nurse Education Today. 33(2), : 160–165.

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง/สังกัด
1	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพร เนาว์สุวรรณ	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สงขลา
2	ดร.อรรดา คำมะทิตย์	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุตรธานี
3	อาจารย์นัยนา แก้วคง	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุตรดิตถ์
4	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล ธนเชวงสกุล	อาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
5	อาจารย์ ดร.จิรากร เฉลิมดิษฐ์	อาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
6	อาจารย์ ดร.กฤษฎา ตำนประสิทธิ์พร	อาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถาม เรื่อง "ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาล
ด้วยวิธีเครื่องจักรกลการเรียนรู้"

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

เพศ ☐ ชาย
☐ หญิง
☐ เพศทางเลือก

รายได้ต่อเดือนที่นักศึกษาได้รับจากผู้ปกครอง บาท

ภูมิลำเนา จังหวัด

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามพฤติกรรมการใช้ชีวิตของนักศึกษาพยาบาล

หัวข้อ	ระดับคะแนน				
	น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด
ด้านการศึกษา					
1. นักศึกษามีการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าเรียน					
2. อาจารย์มีความพร้อมในการสอน					
3. วิทยาลัยมีความพร้อมอุปกรณ์การเรียนการสอน					
4. นักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆของวิทยาลัย					
5. นักศึกษามีเวลาในการทบทวนการเรียน					
6. นักศึกษามักจะแสดงความคิดเห็นหรือซักถามในห้องเรียนเสมอ					
7. นักศึกษาสามารถสรุปประเด็นที่อาจารย์สอนได้					
8. นักศึกษาเข้าห้องสมุดอย่างสม่ำเสมอ					
9. นักศึกษาติดตามข่าวสารเกี่ยวกับวิชาชีพพยาบาล					
10. นักศึกษาไม่ได้มีความตั้งใจการสอบเข้าศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต					
ด้านเศรษฐกิจและสังคม					
11. ครอบครัวมีความพร้อมในการสนับสนุนให้ศึกษา					
12. นักศึกษาได้รับทุนการศึกษาตลอดหลักสูตร					
13. นักศึกษามีค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวันมากกว่าที่ได้รับจากที่บ้าน					
14. นักศึกษาทำงานพิเศษหารายได้เพื่อใช้จ่ายในการเรียน					
15. นักศึกษามีจิตอาสา ช่วยเหลือสังคม					

หัวข้อ	ระดับคะแนน				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
16. นักศึกษามักได้รับโอกาสจากวิทยาลัยในการทำกิจกรรมพิเศษ					
17. มีความใกล้ชิดและพบอาจารย์ที่ปรึกษา					
18. มีเพื่อนคอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจเรื่อง การเรียนและเรื่องส่วนตัว					
19. มีคนพิเศษที่ทำให้นักศึกษามีความมุ่งมั่นในการเรียน					
20. สภาพแวดล้อมครอบครัว/บ้านของนักศึกษาเอื้อต่อการเรียน					
ด้านการพักอาศัยในวิทยาลัย					
21. สามารถปรับตัวอยู่ร่วมกับผู้อื่นภายในหอพักได้เป็นอย่างดี					
22. มีเวลาพักผ่อนได้อย่างเต็มที่					
23. มีความรู้สึกปลอดภัยในการอยู่หอพัก					
24. สามารถปรับตัวกับเพื่อนร่วมห้องได้					
25. การอยู่ในวิทยาลัยทำให้สุขภาพ ร่างกายแข็งแรงขึ้น					
26. เพื่อนๆมักบอกว่าข้าพเจ้ามีจิตใจดี					
27. นักศึกษาคิดว่าการอยู่หอพักมีความสะดวกสบายกว่าอยู่บ้าน					
28. นักศึกษาใช้สื่อสังคมออนไลน์เสมอ					
29. นักศึกษาปฏิบัติตามระเบียบของหอพัก					
30. นักศึกษามีความรู้สึกโชคดีที่ได้อยู่หอพักของวิทยาลัย					
ด้านทัศนคติที่มีต่อวิชาชีพ					
31. นักศึกษามีความใฝ่ฝันที่จะเป็นพยาบาล					
32. มีความก้าวหน้าในวิชาชีพ					
33. นักศึกษารู้สึกภูมิใจที่ได้เป็นพยาบาล					
34. ครอบครัวของนักศึกษามีความภูมิใจในการเป็นพยาบาล					
35. เป็นวิชาชีพที่สามารถหางานทำได้ง่ายและแน่นอน					
36. ความรู้ที่ได้เรียนและฝึกปฏิบัติจะช่วยหลังจากจบไปปฏิบัติงานได้					

หัวข้อ	ระดับคะแนน				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
37. นักศึกษามีความไม่มั่นใจในการปฏิบัติงานหลังจากสำเร็จการศึกษา					
38. อาจารย์ปลูกฝังทัศนคติที่ดีต่อวิชาชีพ					
39. การเรียนภาคทฤษฎีช่วยในการปฏิบัติงานได้					
40. การเรียนภาคปฏิบัติช่วยในการปฏิบัติงานได้					
41. วิชาชีพพยาบาลเป็นวิชาชีพที่ช่วยเหลือผู้อื่นได้					
42. ต้องเสียสละและความสุขส่วนตัวเป็นอย่างมาก					
43. มีความเสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพขณะปฏิบัติงาน					
44. มีความตั้งใจปฏิบัติงานมากกว่า 20 ปี					
45. เมื่อสำเร็จการศึกษาจะไม่ปฏิบัติงานเป็นพยาบาล					

ผลการสอบรวบยอดทางการพยาบาล

- การพยาบาลผู้สูงอายุ	ได้	คะแนน
- การพยาบาลจิตเวช	ได้	คะแนน
- การพยาบาลสูติศาสตร์	ได้	คะแนน
- การพยาบาลมารดาและทารก	ได้	คะแนน
- การพยาบาลเด็กและวัยรุ่น	ได้	คะแนน
- การพยาบาลผดุงครรภ์	ได้	คะแนน
- การพยาบาลอนามัยชุมชน	ได้	คะแนน

การใช้โปรแกรม Orange Data Mining สำหรับทำ Machine Learning

1. เข้าเว็บไซต์ <https://orangedatamining.com/> เพื่อทำการ Download ไฟล์สำหรับการติดตั้งโปรแกรม



2. Download ไฟล์ติดตั้งตามระบบปฏิบัติการที่ต้องการใช้ ซึ่งรองรับทั้ง Windows และ macOS

Windows

Standalone installer (default)

📄 [Orange3-3.36.2-Miniconda-x86_64.exe \(64 bit\)](#)
Can be used without administrative privileges.

Portable Orange

📄 [Orange3-3.36.2.zip](#)
No installation needed. Just extract the archive and open the shortcut in the extracted folder.

macOS

Orange for Apple silicon

📄 [Orange3-3.36.2-Python3.9.12-arm64.dmg](#)

Orange for Intel

📄 [Orange3-3.36.2-Python3.9.12.dmg](#)

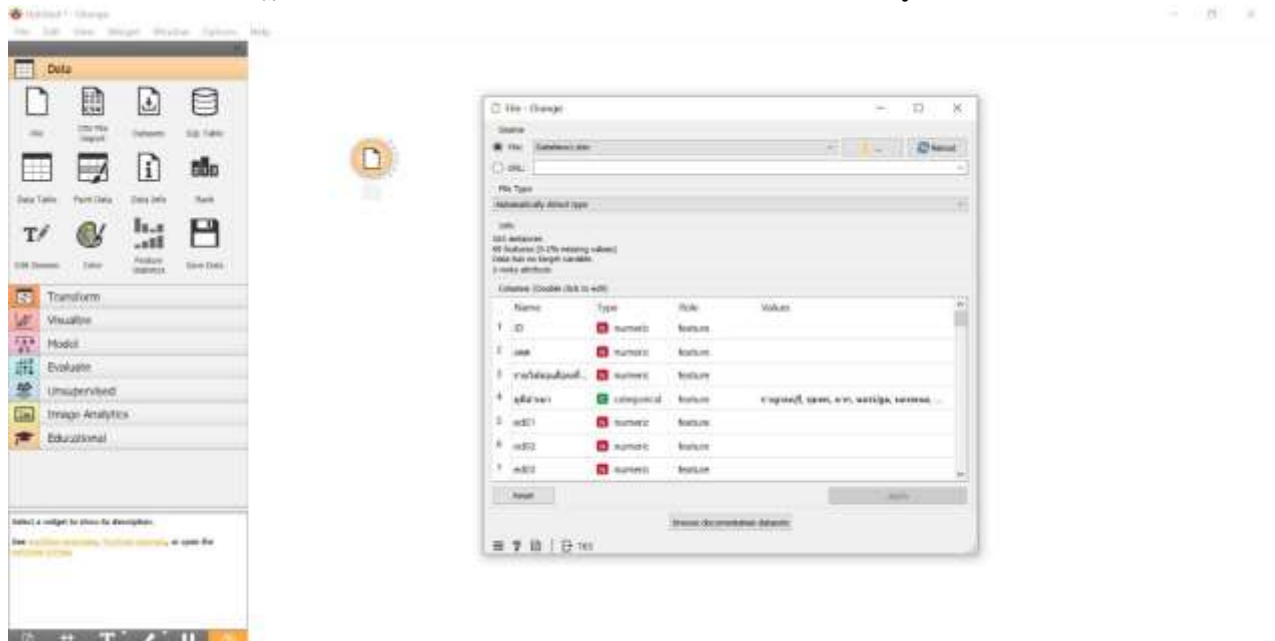
Not sure which installer to select? Click the Apple logo in the top-left corner of your screen, select About This Mac, and check the Chip or Processor field. If you see Apple, select the Orange for Apple Silicon installer. If you see Intel, select the Orange for Intel.

Other platforms

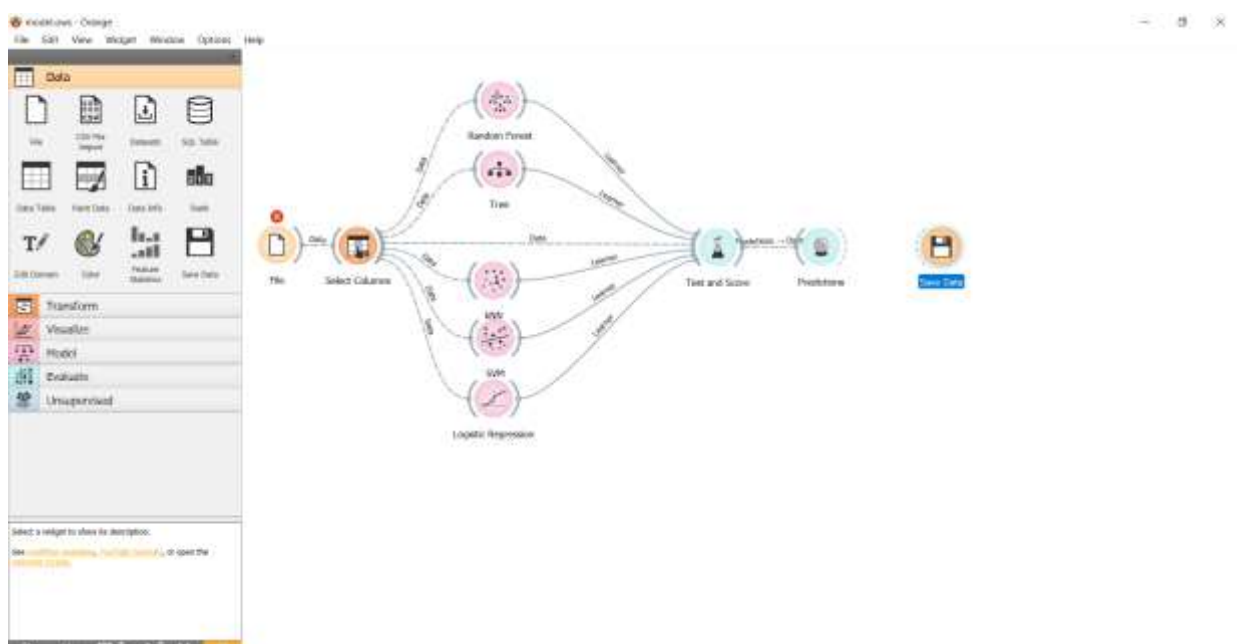
Anaconda

If you are using python provided by Anaconda distribution, you are almost ready to go. Add conda-forge to the list of channels you can install packages from (and make it default).

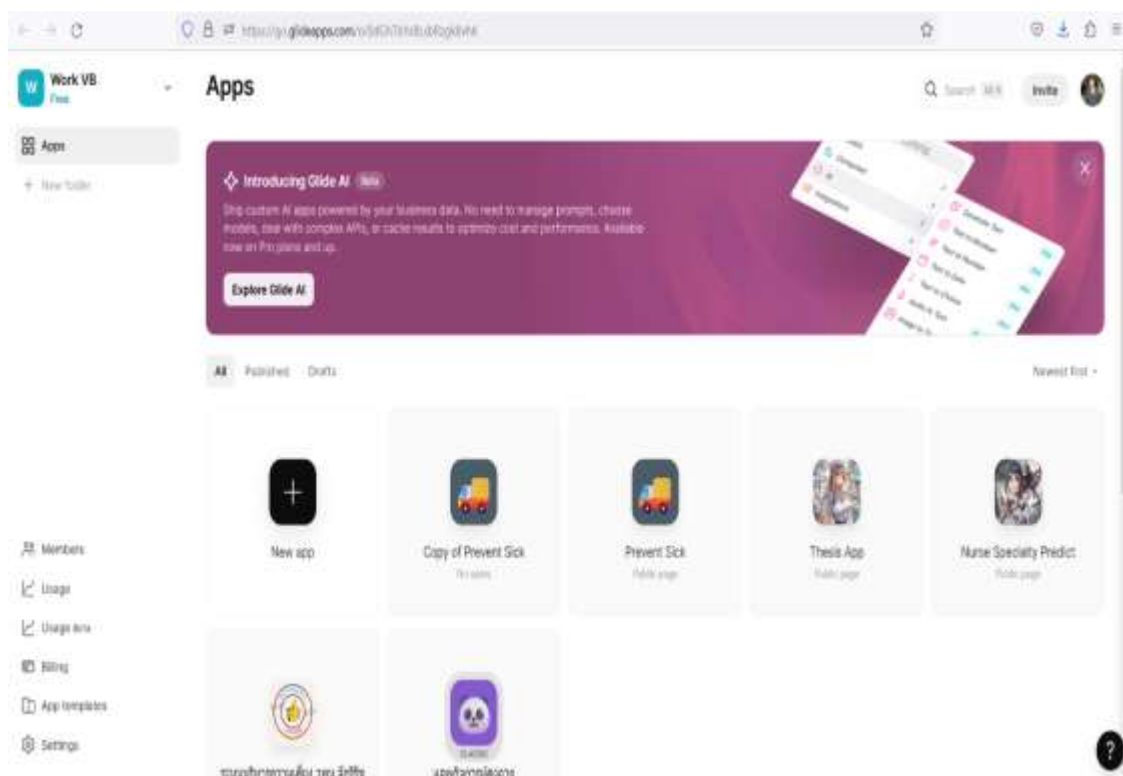
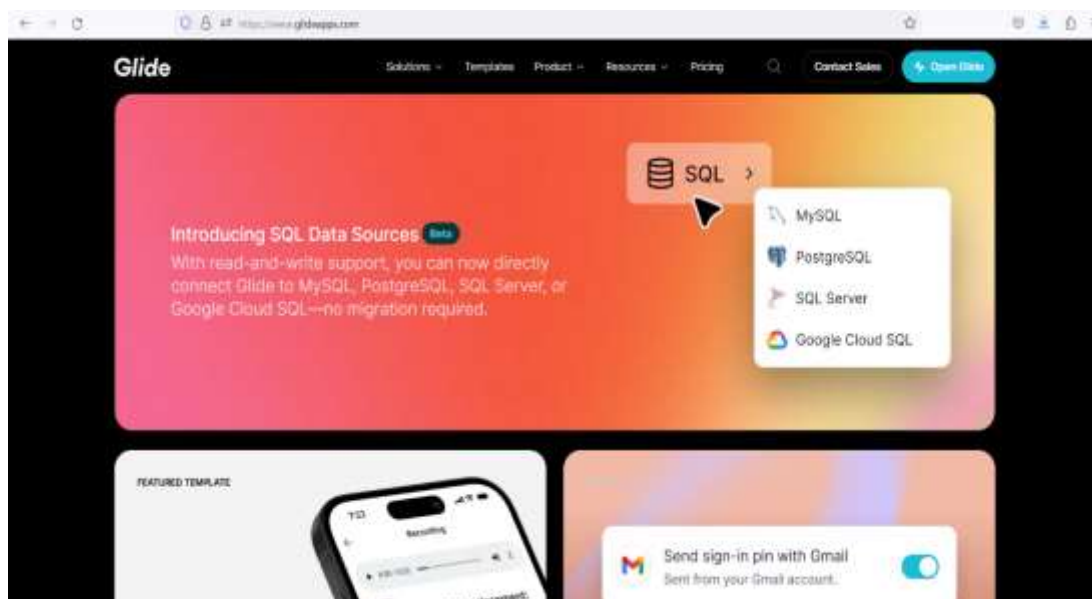
3. ทำการติดตั้งโปรแกรมด้วยการ run ไฟล์ที่ download มา จนสิ้นสุดการติดตั้งจะได้ icon orange สำหรับเข้าถึงโปรแกรม
4. เข้าโปรแกรม Oranges การนำเข้าข้อมูลสามารถนำเข้าด้วยไฟล์ .xls หรือ .csv ด้วยการคลิกที่ไอคอน File และปรากฏไอคอน File บนพื้นที่ใช้งาน แล้วกด load เพื่อนำเข้าข้อมูล

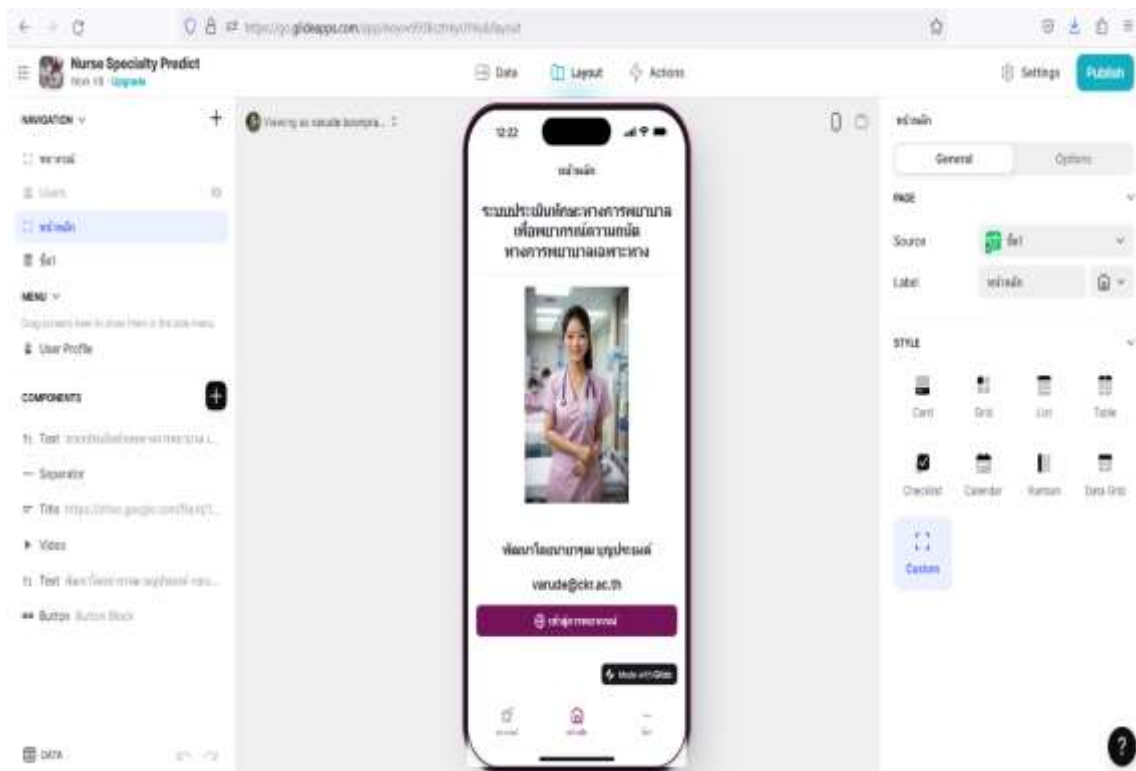


5. หลังจากนำเข้าข้อมูลแล้ว เลือก select column เพื่อกำหนดตัวแปรที่เป็น target แล้วเลือก Model ที่เป็น supervised learning ได้แก่ Random Forest, Decision Tree, kNN, SVM และ Logistic Regression แล้วเลือก Test and Score เพื่อกำหนดค่าสำหรับการวิเคราะห์



เว็บไซต์ <https://www.glideapps.com/> สำหรับ application





เงื่อนไขในการทำระบบตามอัลกอริทึมที่ได้

CASES ⓘ

IF

123 skill5

▼

≤

▼

52

⋮

THEN

123 grade3

▼

IF

123 grade3

▼

≤

▼

2.82

⋮

THEN

มารดาและทารก 51%

⋮

×

IF

123 grade3

▼

>

▼

2.82

⋮

THEN

123 grade1

▼

×

IF

123 grade1

▼

≤

▼

2.9

⋮

THEN

123 social

▼

×

IF

123 social

▼

≤

▼

2.9

⋮

THEN

123 social

▼

×

CASES 1

- IF 123 skill5 > 52 THEN 123 grade3
- IF 123 grade3 ≤ 3.23 THEN ผดุงครรภ์ 60%
- IF 123 grade3 > 3.23 THEN จิตเวช 42.9%
- IF 123 skill5 ≤ 52 THEN 123 grade1
- IF 123 grade1

[Data](#)
[Layout](#)
[Actions](#)
[Settings](#)
[Share](#)

Viewing as vanude boonprayong sec

Hide columns Search columns

	123 grade1	123 grade3	123 grade4	123 skill1	123 skill5	123 social	123 pp	123 pp2	
1	3.50	2.20	2.70	55	44	2	2.2	ผดุงครรภ์ 60%	
2	2.50	3.40	2.70	55	44	2	3.4	จิตเวช 42.9%	
3	3.20	2.50	3.10	45	35	4	2.5	ผดุงครรภ์ 60%	
	+ New row								Get data

ตารางแสดงความสัมพันธ์ทักษะทางการพยาบาลกับความถนัดทางการพยาบาล

Correlations									
		att	skill1	skill2	skill3	skill4	skill5	skill6	skill7
att	Pearson Correlation	1	.741**	.751**	.783**	.608**	.847**	.789**	.575**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	165	165	165	165	165	165	165	165
skill1	Pearson Correlation	.741**	1	.567**	.485**	.355**	.600**	.569**	.122
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.119
	N	165	165	165	165	165	165	165	165
skill2	Pearson Correlation	.751**	.567**	1	.447**	.428**	.532**	.544**	.314**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000
	N	165	165	165	165	165	165	165	165
skill3	Pearson Correlation	.783**	.485**	.447**	1	.483**	.617**	.501**	.456**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000
	N	165	165	165	165	165	165	165	165
skill4	Pearson Correlation	.608**	.355**	.428**	.483**	1	.449**	.335**	.347**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	N	165	165	165	165	165	165	165	165
skill5	Pearson Correlation	.847**	.600**	.532**	.617**	.449**	1	.648**	.377**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N	165	165	165	165	165	165	165	165
skill6	Pearson Correlation	.789**	.569**	.544**	.501**	.335**	.648**	1	.383**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	N	165	165	165	165	165	165	165	165
skill7	Pearson Correlation	.575**	.122	.314**	.456**	.347**	.377**	.383**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.119	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	165	165	165	165	165	165	165	165

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ภาคผนวก จ

บทความที่ตีพิมพ์

Confirmatory Factor Analysis Affecting Aptitude in the Specialized Nursing Competency of Nursing Students

Varude Boonprayong¹, Pinanta Chatwattana² & Pallop Piriyaasurawong¹

¹ Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand.

² College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology, North Bangkok, Bangkok, Thailand.

Abstract

The objective of the research is to explore the consistency of specialized nursing competency models of nursing students. The participants in this research are 165 Year 4 nursing students at Boromarajonani College of Nursing, Chakiraj, Thailand. The data was collected using a questionnaire consisting of 45 questions, answered with the use of a 5-level scale. The questionnaire was evaluated by three experts, and the questionnaire's accuracy ratings ranged from .70 to 1.00. The internal reliability of the questionnaire was measured using Cronbach's alpha coefficient, resulting in values of .763 for educational excellence, .757 for socio-economic factors, .806 for lifestyle, and .814 for personal factors. The study's findings showed that the specialized nursing competency are 6 factors are as follows. 1) Education throughout nursing student training. 2) The socio-economic context. 3) Habits pertinent to everyday existence. 4) Attitude towards the nursing profession. 5) GPAx represents the grade point average. 6) OSCE refers to the objective structured clinical examination. The confirmatory factor analysis of specialized nursing aptitude is consistent with the empirical data, Chi-Square = 14.226; df = 8; Relative Chi-Square = 1.778; p-value = .076; GFI = .974; NFI = .943; TLI = .951; CFI = .974; RMSEA = .069; RMR = .113. Each element has a standard element weight value of between .010 and .817, with a standardized weight value ranging from .010 to .817.

Keywords: confirmatory factor analysis, nursing student, nursing aptitude

1. Introduction

1.1 Introducing the Problem

Education is an important issue for all of humanity. Learning knowledge and developing skills may greatly contribute to an individual's ability to establish a successful professional path (Intrarakumhang & Ruangrit, 2016). The nursing profession necessitates the provision of compassionate and attentive care to individuals (Angkana et al., 2018). To excel in the nursing profession, it is necessary to possess a deep sense of enthusiasm, derive satisfaction from academic pursuits, and demonstrate a high degree of selflessness. The duration of a nursing program in Thailand is typically four years. Praboromarajchanok Institute is an esteemed educational institution with a long tradition – over 30 years – of educating nurses. Upon completion of their studies, graduates are required to fulfill professional obligations in diverse healthcare settings, mostly hospitals. However, it is worth noting that a significant proportion of these graduates encounter challenges in effectively navigating the intricacies of patient care inside healthcare facilities (Khemapech, 2015).

Furthermore, there is a scarcity of nurses available for clinical practice. The nurses lack the requisite ability needed for their profession. Consequently, they commonly choose to transition into employment inside private agencies, and explore a career shift because of experiencing dissatisfaction in their previous occupation (Klaharn, 2014). To effectively engage in work which provides a sense of contentment, it is important to possess a combination of knowledge, skills, and aptitudes. To acquire the necessary skills and expertise, anyone aspiring to become a nurse must engage in a process of learning and diligent practice. It is possible that students may lack awareness of their aptitudes. This phenomenon results in a diminished sense of self-assurance in the execution of requisite tasks (Sunan & Cherdasak, 2018). Nursing graduates may have a lack of aptitude and a limited understanding of their own unique talents and abilities (Dutwan, 2017). Therefore, the on-going increase in the turnover rate might be attributed to a degree of job dissatisfaction.

Persons who have awareness of their aptitudes are likely to succeed better in their occupations compared to those who lack such self-awareness (Kruttakart et al., 2015). This can be because knowledge of one's aptitudes enables one to align one's abilities and skills with the requirements of one's work (Watson et al., 2013), thereby enhancing

one's overall job performance. Living while still a student will help one develop one's aptitude and translate it into practical skills.

1.2 Exploring the Importance of the Problem

The cost of a complete nursing degree program can be as much of 440,000 baht per individual (HFogus, 2019). Nevertheless, a significant percentage of recently graduated nurses discontinue the pursuit of a nursing career every year. Based on data provided by the Nursing Council, it is observed that 48.86 percent of recently graduated nurses discontinue their employment during the first year, then another 25 percent in the following year. The average duration of a nurse's professional tenure is reported to be 22.5 years, with an attrition rate of 4 percent, equivalent to almost 7,000 individuals (HFogus, 2023). Furthermore, the compensation provided does not align proportionally with the amount of effort required. These circumstances fail to align with the prevailing economic conditions, leading to work dissatisfaction that does not align with an individual's inherent abilities. Consequently, the nation incurs significant financial loss on an annual basis.

The significance of doing a review of the existing body of literature pertaining to specialized nursing competencies, encompassing both national and global contexts (Saranit et al., 2022), is therefore paramount. The constituents and signs of such ability have not yet been investigated.

Consequently, the researcher is motivated to investigate the constituents of specialized nursing aptitude through the application of affirmative (Amershi, 2009) component analysis methodologies (Khumyu et al., 2021). This approach aims to identify, precisely and accurately, the elements that may serve as a framework for the enhancement of the curriculum of the Bachelor of Nursing degree. By ensuring a genuine aptitude among nursing students, this project will ultimately contribute to the attainment of a high level of proficiency in the field. Nursing graduates are poised to play a pivotal role in safeguarding the overall well-being of the Thai populace.

1.3 Hypotheses and Their Correspondence to the Research Design

Confirmatory factor analysis (CFA) is a statistical method that can be used to assess the underlying structure of a set of observed variables. CFA can be used to identify the latent factors that influence aptitude with regard to specialized nursing on the part of nursing students.

To conduct a CFA, researchers first develop a hypothesized model of the latent factors that they believe influence aptitude with regard to specialized nursing on the part of nursing students. The researchers then collect data on a set of observed variables that are thought to be measures of the latent factors. The CFA model is then tested using the observed data (Chang, 2013). If the CFA model fits the data well, then this suggests that the latent factors are accurately represented by the observed variables. The researchers can then use the CFA results to identify the latent factors that have the strongest influence on aptitude with regard to specialized nursing on the part of nursing students (Singh, 2020). A few CFA studies have been conducted with regard to this aspect. These studies have identified several latent factors that influence such aptitude (Zhao et al., 2021). These are:

- Clinical skills: This latent factor is associated with the ability to perform specialized nursing procedures.
- Knowledge: This latent factor is associated with knowledge of specialized nursing topics.
- Attitudes: This latent factor is associated with attitudes towards specialized nursing practice.

2. Method

2.1 Identify Subsections

CFA is a mainly dis-confirmatory quantitative data analysis method that belongs to the family of structural equation modeling (SEM) techniques. CFA allows for the assessment of fit between observed data and an a priori conceptualized, theoretically-grounded model that specifies hypothesized causal relations between latent factors and their observed indicator variables.

In this article, typical steps in a CFA are introduced. First, during model specification, a model is conceptualized by indicating how latent, unobserved factors relate to measurable variables. Second, if each parameter can be expressed as a function of the variances and covariances of observed variables, model identification is assured, and parameters can be estimated. Third, iterative techniques such as the maximum likelihood, generalized least squares, or asymptotically distribution free estimation methods can be utilized to estimate the unknown model parameters. Fourth, assessments of fit between observed data and the a priori specified model(s) can be made via a multitude of absolute, parsimonious, and incremental fit indices. Fifth, if data-model inconsistencies are observed, model modifications might be appropriate, provided they are consistent with underlying substantive theories and

the modified model is cross-validated using an independent sample. The article closes with applied and methodological references appropriate for a more in-depth study of CFA and SEM in the social and behavioral sciences (Mueller & Hancock, 2001).

The research hypotheses about the use of statistics and element analysis are as follows: 1) Variables may be expressed as continuous numbers, interval scale, or ratio scale. 2) A strong correlation between variables ($r = 0.30-0.70$) is preferred, with the relationship pattern between elements and variables being strictly linear. 3) It is recommended that the quantity of variables chosen for element analysis exceeds thirty. 4) It is recommended that the sample size be substantial, greater than or equal to 5 to 10 times the number of variables. The proportion should be three samples to one variable. 5) Principal component analysis: While a normal distribution is not a prerequisite for variables, the outcome may be erroneous if certain variables exhibit significantly asymmetrical distributions, and possess atypical minimum and maximum values (outliers).

2.2 Participant Characteristics

This study aims to explore the topic of specialized nursing aptitude and its components among nursing students. It seeks to synthesize existing research on this subject by employing selection criteria that align with other studies that have yielded comparable findings. The study of the CFA with regard to specialized nursing aptitude are based on the standards of the examination for registration as a nurse practitioner of the Thailand Nursing and Midwifery Council (Thailand Nursing and Midwifery Council, 2022).

The elements comprising nursing aptitude can be succinctly categorized into six components: 1) The educational journey of a nursing student over time. 2) The influence of socioeconomic factors on nursing education. 3) Habits pertinent to everyday existence. 4) Attitude towards the nursing profession. 5) GPAX represents the grade point average. 6) OSCE refers to the objective structured clinical examination.

2.2 Sampling Procedures

2.2.1 Sample Size, Power, and Precision

The study population consisted of fourth-year nursing students who were qualified to register for the nursing and midwifery professional license registration test in the academic years 2018 and 2019. A sample size of 165 participants took part in the research using selection of all samples.

2.2.2 Measures and Covariates

The data collection instrument employed in this study was a questionnaire designed to assess the various dimensions of specialized nursing aptitude. The researcher developed this questionnaire by synthesizing the components of specialized nursing aptitude that have been consistently identified in previous studies with similar characteristics. This synthesis was achieved through a comprehensive review of the relevant research literature, followed by data synthesis and the construction of a conceptual framework. Following that, a draft questionnaire was developed to measure specialized nursing aptitude. To ensure the quality of the instrument, the researcher made use of the input of three experts who were invited to evaluate the questionnaire's validity and item objective congruence (IOC). Items with an IOC value equal to or greater than 0.50 were considered acceptable. To assess the instrument's reliability and internal consistency, Cronbach's alpha coefficient was applied. The scores obtained were .763 for educational excellence, .757 for socio-economic factors, .806 for lifestyle, and .814 for attitude factors. Additionally, data from the student registration database, specifically GPAX and OSCE data, were incorporated.

The data collection process extended over two years because of the need to await the fulfillment of the selection criteria on the part of the sample, namely their success in the exams leading for the qualification for registration for the nursing and midwifery profession.

2.2.3 Research Design

The study was approved by the research review committee at Boromarajonani College of Nursing, Chakiraj, Ban Pong District, Ratchaburi, Thailand. Informed consent was obtained from the participants before investigation. The confidentiality of the participants was protected during the process of collecting data for the research. Furthermore, it is important to note that these students has the option to withdraw from the research project at any given point if they so desired.

The research procedure comprised the following stages:

1) The clinical skills assessment procedure (OSCE) gathered data pertaining to pertinent courses through the administration of test base. The test results were evaluated using a 5-point rating scale, and the scores from all base that were examined are aggregated.

- 2) The survey consisted of a set of 10 educational characteristics, each rated on a 5-point scale from the lowest to the highest.
- 3) In the questionnaire on student life behavior the participants responded to 10 questions. The rating scale was categorized into 5 levels going from the lowest to the highest.
- 4) The professional attitude questionnaire consisted of 15 items and utilized a 5-level rating scale, from the lowest to the highest.
- 5) The socioeconomic factors questionnaire consisted of 10 items that utilized a 5-level rating system, from the lowest to the highest.
- 6) The grade point average (GPA) statistics of students spanned from their first year to their fourth year, as well as the GPAX received from the education registration and processing system, were analyzed.

The software applications employed for data analysis encompass SPSS and AMOS, with an IBM order reference number of 63479398.

3. Results

A comprehensive questionnaire consisting of nursing aptitude components was utilized to examine the issues in question. The researcher conducted an examination of the overall data utilizing fundamental statistical measures, specifically the mean and standard deviation (SD), through the application of Pearson's correlation coefficient analysis. The results show that all components showed statistical significance at a significant level of .01 (as shown in Table 1). This level of significance is acceptable for conducting confirmatory factor analysis, as it aligns with the statistical measures used to assess the fit of the model, specifically the Chi-Square (χ^2) statistic.

The Integration Indicator, also known as the goodness-of-fit index (GFI), adjusted the goodness-of-fit index (AGFI), and the normed fit index (NFI). It is a set of statistical measures commonly used in academic research. It includes estimation tolerance, which includes the root mean square error of approximation (RMSEA), the root mean residual (RMR), and the standardized root mean square residual (SRMR). The comparative integration level index (CFI) is employed to assess the congruity between the elemental hypothesis model and the empirical data.

Table 1. The relationship between specialty nursing aptitude characteristics.

Factor	Education	Social	Lifestyle	Attitude
1. Education				
2. Social	.589**			
3. Lifestyle	.571**	.495**		
4. Attitude	.390**	.558**	.572**	

$p < .01$

3.1 Results of the Level of Response for the Four Specialty Nursing Aptitude Characteristics

The results of the level of response for the four specialty nursing aptitude characteristics is adequate. They consist of:

- 1) The average score for education while a nursing student: 3.45 (S.D.=0.39).
- 2) The average score for social: 3.48 (S.D.=0.45).
- 3) The average score for lifestyle: 3.62 (S.D. = 0.50).
- 4) The average score for attitude conduct: 4.02 (S.D. = 0.46).

Table 2. Level of response for the four specialty nursing aptitude characteristics. (N=165)

Factor	Mean	S.D.
1. Education	3.45	0.39
2. Social	3.48	0.45
3. Lifestyle	3.62	0.50
4. Attitude	4.02	0.46

3.2 Results of the Standardized Regression Weights.

The standardized regression weights indicate that the education variable displays the highest loading value of .817, while the GPAX variable has the lowest loading value of .010. Additionally, the attitude variable demonstrates a loading value of .790, followed by the social variable with a loading value of .710, and the lifestyle variable with a loading value of .713.

Table 3. Standardized regression weights.

Assessment issues	Estimate	S.E.	C.R.	P
GPAX	.010	.036	.118	.906
Attitude	.790	.768	.955	.340
Lifestyle	.710	.752	.956	.339
Social	.713	.682	.956	.339
Education	.817	.679	.955	.340

3.3 Results of the Confirmatory Factor Analysis of Specialized Nursing Aptitude.

The CFA of specialized nursing aptitude is as shown in Figure 1.

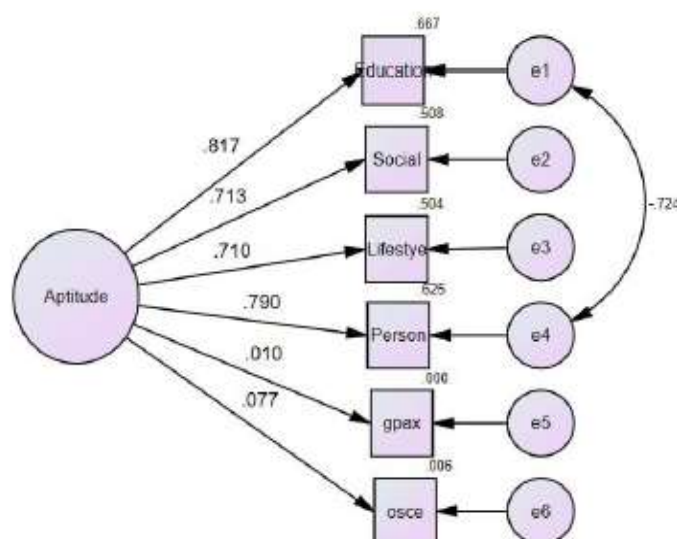


Figure 1. Confirmatory factor analysis of nursing specialized aptitude

Figure 1 represents the CFA of specialized nursing aptitude consistent with the empirical data: Chi-Square = 14.226; df = 8; Relative Chi-Square = 1.778; p-value = .076; GFI = .974; NFI = .943; TLI = .951; CFI = .974; RMSEA = .069; RMR = .113.

Table 4. Showed Evaluation Outcome.

	Statistic Values	Evaluation Outcome
Chi-Square	14.226	Models align with empirical evidence.
df (Degree of Freedom)	8	over-identified model
Relative Chi-Square	1.778	Good
p-value	.076	not significant
GFI	.974	Good
NFI	.943	Good

	Statistic Values	Evaluation Outcome
TLI	.951	Good
CFI	.974	Good
RMSEA	.069	Fair
RMR	.113	Models align with empirical evidence.

The study revealed that the attributes associated with specialized nursing ability encompass 6 factors as follows: 1) The impact of education on nursing students: A study on 10 indicators. 2) The socio-economic conditions refer to the social aspects of the economic circumstances: 10 indicators. 3) Lifestyle factors: 10 indicators. 4) Personal behavior factors: 15 indicators. 5) GPAX factor: 4 indicators. 6) OSCE factor: 5 indicators.

This system is commonly used in academic institutions to assess and evaluate students' academic performance. The topic of discussion pertains to the five indicators with regard to the objective structured clinical examination (OSCE). The weight values of standard elements span a range of 0.010 to 0.817.

4. Conclusion

The aptitude for specialist nursing is confirmed through the utilization of component analysis. The findings may be analyzed and interpreted in the following manner:

4.1 The characteristic of specialty nursing aptitude has 6 separate elements and includes a total of 54 indicators. These indicators comprehensively address all aspects pertaining to specialized nursing aptitude.

Engaging in academic pursuits when enrolled as a student exemplifies a characteristic indicative of scholarly accomplishment from the initial year of study. Understanding one's aptitudes is beneficial for students as it facilitates their adjustment to college life, and aids in the development of their aptitude repertoire. There is a relationship between confidence and satisfaction in terms of task performance (Meng & Jin, 2017).

Socio-economic factors have a significant role to play in alleviating students' concerns with regard to learning, particularly in the context of nursing education, which incurs substantial financial expenses. Nevertheless, within each college of nursing, students have the opportunity to mitigate expenses through having access to on-campus dorms and scholarships specifically designed to support their financial needs. Students who have familial challenges benefit from the presence of a teacher who assumes a surrogate parental role, so fostering a sense of well-being and contentment throughout their academic life (Brigman et al., 2015).

Given that students dedicate a significant portion of their life to pursuing higher education, the provision of learning support services plays a crucial role in ensuring their overall well-being and security. With the availability of round-the-clock internet access, students could stay at their college campuses over weekends, particularly important for those who reside far away. This allows them to establish stronger connections with their educational institution and dedicate ample time to refining their abilities and talents (Herwin & Nurhayati, 2021).

Attitude conduct. Given the diverse cultural backgrounds of students, the provision of mentorship by teacher advisors and the cultivation of seniority enables students to actively pursue knowledge. There is considerable variation in attitude, while there also exists variability in individuals' analytical talents. Certain attitudes allow the students to possess the capacity to acquire knowledge at an accelerated rate. Having a specialization in nursing has a significant impact.

Based on the findings with regard to GPA studies, the evidence suggests that there is a limited association between specialized nursing aptitude and other contributing factors. Furthermore, the existing body of research has not shown any conclusive results indicating a correlation between subject-specific scores and nursing aptitude or abilities (Saramit et al., 2022).

The findings with regard to the OSCE results indicate that the competencies honed by students during the OSCE examination are conducive to achieving excellence in specialized nursing. This can be attributed to the fact that the OSCE test provides students with an opportunity to practice skills that closely resemble those encountered during internships, hence fostering the development of specialized proficiencies rather than relying solely on classroom-based learning (Oosterhoff et al., 2022).

4.2 The six elements of specialized nursing aptitude characteristics displayed by nursing students align with actual evidence to a satisfactory degree. This model may be utilized for the purpose of predicting aptitude in specialized nursing.

Acknowledgments

In this study, I would like to express my gratitude to my primary supervisor, Associate Professor Dr. Pinanta Chatwattana who acted as a co-advisor alongside Professor Dr. Pallop Pinyasurawong. Professor Dr. Prachyanun Nilsook and Associate Professor Dr. Panita Wannapiroon provided valuable guidance and suggestions including advice on conducting the research. Furthermore, sincere gratitude is extended to the esteemed professionals who have provided their expertise in evaluating the study instruments. I wish to express my gratitude to the Library of King Mongkut's University of Technology, North Bangkok. I also wish to express my gratitude to Boromrajonani College of Nursing, Chakiraj. Faculty of Nursing, Praboromarajchanok Institute, for their dedicated research efforts. Additionally, I extend my heartfelt appreciation to my family for their unwavering support during my period of severe illness which helped me complete the assigned task. This research has served as the initial step towards embarking on a career in research, and I approached it with a compassionate mindset. My gratitude for the assistance rendered by numerous other individuals. I am unable to fully express my affection and gratitude towards all the individuals involved.

References

- Amershi, S. (2009). *Combining Unsupervised and Supervised Classification to Build User Models for Exploratory Learning Environments*. In Journal of Educational Data Mining, Article (Vol. 2, Issue 1).
- Angkana, C., Chakrit, P., & Chatupol, Y. (2018). *The Confirmatory Factor Analysis of Nursing Students' Caring Characteristics*. Journal of The Royal Thai Army Nurses, 19, 354–363.
- Brigman, G., Wells, C., Webb, L., Villares, E., Carey, J. C., & Harrington, K. (2015). *Psychometric properties and confirmatory factor analysis of the student engagement in school success skills*. Measurement and Evaluation in Counseling and Development, 48(1). <https://doi.org/10.1177/0748175614544545>
- Chang, S. F. (2013). *Constructing and validating a global student-centered nursing curriculum learning efficacy scale: A confirmatory factor analysis*. Nurse Education Today, 33(10), 1173–1178. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2012.11.012>
- Dutwan, K. (2017). *Factors Affecting Learning Achievement of Nursing Students*, Chalemkarnchana University, Sisaket. Chalemkarnchana Academic Journal, 4(2), 117–125.
- Herwin, & Nurhayati, R. (2021). *Measuring students' curiosity character using confirmatory factor analysis*. European Journal of Educational Research, 10(2). <https://doi.org/10.12973/EU-JER.10.2.773>
- HFogus. (2019). *Production of nurses, phase 2*. Retrieved from <https://www.hfocus.org/content/2019/12/18269>
- HFogus. (2023). *"Nurses" resign in droves*. Retrieved from <https://www.hfocus.org/content/2023/06/27788>
- Intrarakumhang, S., & Ruangrit, P. (2016). *Variables Affecting Nursing Skill of Nursing Students In Boromrajonani college of Nursing, Swanpracharak Nakhonsawan*. Nursing Public Health and Education Journal, 17(3), 106–112.
- Khemapech, S. (2015). *THE FACTORS ASSOCIATED WITH ACADEMIC ACHIEVEMENT IN POLICE STUDENT NURSES*. Journal of Educational Research, 9(1), 152–162.
- Khumyu, A., Chupan, S., Puttaruksa, L., Rattanajarana, S., Songaiad, D., & Chunchomgul, C. (2021). *Factors Related to Professional Nursing Competency Among Nursing Students at a University in the Eastern Region*. The Journal of Faculty of Nursing Burapha University, 29(1).
- Klaharn, R. (2014). *The Factors Affecting the Practicum Achievement of the Third – Year Nursing Students of Srinakharinwirot University*. Journal of The Royal Thai Army Nurses, 15(3), 412–420.
- Kruttakart, S., Chaiyoopatham, A., & Devahsatina Ayudhya, W. (2015). *Confirmatory Factor Analysis of Problem-Solving Skills in Nursing Students under the Jurisdiction of Praboromarajchanok Institute Siriporn*. JOURNAL OF HEALTH SCIENCE RESEARCH, 9(2), 45–51.

- Meng, L., & Jin, Y. (2017). *A confirmatory factor analysis of the Utrecht Work Engagement Scale for Students in a Chinese sample*. Nurse Education Today, 49, 129–134. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2016.11.017>
- Mueller, R. O., & Hancock, G. R. (2001). *Factor Analysis and Latent Structure, Confirmatory*. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 5239–5244. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/00426-5>
- Oosterhoff, J. H. F., Savelberg, A. B. M. C., Karhade, A. V., Gravesteyn, B. Y., Doornberg, J. N., Schwab, J. H., & Heng, M. (2022). *Development and internal validation of a clinical prediction model using machine learning algorithms for 90 day and 2 year mortality in femoral neck fracture patients aged 65 years or above*. European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 48(6), 4669–4682. <https://doi.org/10.1007/s00068-022-01981-4>
- Saranit, B., Yaowarat, R., & Phawo, P. (2022). *Correlations between Nursing Profession Aptitudes and Success Rates of Senior Nursing Students at both Professional and Midwifery Licensing Examinations*. Journal of Nursing and Education, 15(3), 26–39.
- Singh, A. (2020). *A Confirmatory Factor Analysis of Student Engagement at the University of Hail, Saudi Arabia*. Revista Amazonia Investiga, 9(26). <https://doi.org/10.34069/ai/2020.26.02.20>
- Suman, M., & Cherdasak, I. (2018). *Relationships between Factors and Academic Achievement in Sixth-Year Medical Student of the Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University*. Siriraj Med Bull, 11(3), 151–156.
- Thailand Nursing and Midwifery Council. (2022). *The standards of the examination for registration as a nurse practitioner*. <https://www.tnmc.or.th>
- Watson, R., Yanhua, C., Ip, M. Y. K., Smith, G. D., Wong, T. K. S., & Deary, I. J. (2013). *The structure of stress: Confirmatory factor analysis of a Chinese version of the stressors in Nursing Students Scale (SINS)*. Nurse Education Today, 33(2), 160–165. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2012.02.013>
- Zhao, L., Chen, K., Song, J., Zhu, X., Sun, J., Caulfield, B., & Namee, B. Mac. (2021). *Academic Performance Prediction Based on Multisource, Multifeature Behavioral Data*. IEEE Access, 9, 5453–5465. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3002791>

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>).

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายวรุตม์ บุญประยงค์
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบประเมินทักษะทางการพยาบาลเพื่อพยากรณ์ความถนัดทางการพยาบาล
 เฉพาะทางด้วยจักรกลการเรียนรู้
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

ประวัติ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2536 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเวชระเบียน มหาวิทยาลัยมหิดล
 พ.ศ. 2556 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการระบบ
 สารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหิดล

ประวัติการทำงาน

2533 - 2536 เจ้าหน้าที่เวชสถิติ โรงพยาบาลมะการักษ์
 2536 - 2546 นักสถิติ โรงพยาบาลมะการักษ์
 2546 - 2548 วิทยาจารย์ วิทยาลัยเทคโนโลยีทางการแพทย์และสาธารณสุขกาญจนาภิเษก
 2548 - 2562 วิทยาจารย์ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนี จักรีรัช
 2562 - 2565 ผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษาและวิทยบริการ
 สถาบันพระบรมราชชนก
 2565 - ปัจจุบัน อาจารย์ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนี จักรีรัช
 คณะพยาบาลศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก