การประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะ

พัชราภรณ์ ศรีบัว

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสารสนเทศ

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา

สิงหาคม 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

CURRICULUM QUALITY ASSESSMENT WITH FEATURE SELECTION

PATCHARAPORN SRIBUA

A PROJECT SUMMITED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE MASTER DEGREE OF SCIENCE IN INFORMATICS

FACULTY OF INFORMATICS BURAPHA UNIVERSITY

AUGUST 2017

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบงานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ พัชราภรณ์ ศรีบัว ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการสารสนเทศ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา รัศมีขวัญ)

คณะกรรมการสอบงานนิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายชล ใจเย็น)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา รัศมีขวัญ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ ชินสาร)

คณะวิทยาการสารสนเทศอนุมัติให้งานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการสารสนเทศ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ ชินสาร)

วันที่ .....3..... เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา รัศมีขวัญ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้ดำเนินงานนิพนธ์รู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ ชินสาร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายชล ใจเย็น ที่ให้คำแนะนำ แนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ทำให้งานนิพนธ์ดำเนินการสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณกองทะเบียนและประมวลผลการศึกษา กองแผนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์ และความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประมวลผลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณแม่วาสนา ศรีบัว คุณพ่อสมศรี ศรีบัว ญาติพี่น้องที่คอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณ นายวิรัตน์ อะโน ที่คอยสนับสนุนกำลังใจ และกำลังทรัพย์ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงาน เพื่อนนิสิตสาขาวิทยาการสารสนเทศ และผู้ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่าน ที่ไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด ที่คอยให้คำแนะนำ เสริมเติมกำลังใจกันเสมอมา

พัชราภรณ์ ศรีบัว

58910107: สาขาวิชา: วิทยาการสารสนเทศ; วท.ม. (วิทยาการสารสนเทศ)
คำสำคัญ: การประเมินคุณภาพหลักสูตร / การจำแนกประเภทข้อมูล/ การคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง/ การคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม/ โครงข่ายประสาทเทียม

พัชราภรณ์ ศรีบัว: การประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะ (CURRICULUM QUALITY ASSESSMENT WITH FEATURE SELECTION) อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา รัศมีขวัญ, Ph.D. 172 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

งานนิพนธ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะ เพื่อให้การช่วยเหลือหลักสูตรก่อนการตรวจประเมินจริง ใช้ข้อมูลหลักสูตรปีการศึกษา 2557 จำนวน 99 หลักสูตร เป็นข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ มีคุณลักษณะตั้งต้นจำนวน 33 คุณลักษณะ งานนิพนธ์นี้นำเสนอวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะ 2 เทคนิค คือ 1) เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง 4 วิธี คือ OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS และ CFS และ 2) เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ทำงานกับเทคนิคการเรียนรู้ Naive Bayes J48 IBK และ MLP คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกในแต่ละวิธีจะถูกนำไปสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบด้วย 5-Fold Cross Validation จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องและค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ เพื่อหาตัวแบบที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ผลการทดลองพบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใช้เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมวิธี MLP คัดเลือกคุณลักษณะ 6 คุณลักษณะ สร้างตัวแบบด้วยวิธีโครงประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุดเท่ากับ 92.31% ลดคุณลักษณะลงได้ 81.82% 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ใช้เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมวิธี MLP คัดเลือกคุณลักษณะ 10 คุณลักษณะ สร้างตัวแบบด้วยวิธีโครงประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุดเท่ากับ 92.11% ลดคุณลักษณะลงได้ 69.70% และ 3) ข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ ใช้เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมวิธี Naive Bayes IBK MLP คัดเลือกคุณลักษณะ 1 คุณลักษณะ สร้างตัวแบบด้วยวิธีโครงประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุด เท่ากับ 88.89% ลดคุณลักษณะลงได้ 96.97%

58910107: MAJOR: INFORMATICS; M.Sc. (INFORMATICS)
คำสำคัญ: CURRICULUM QUALITY ASSESMENT / CLASSIFICATION / FILTER FEATURE SELECTION / WRAPPER FEATURE SELECTION / ARTIFICIAL NEURON NETWORK

PATCHARAPORN SRIBUA: CURRICULUM QUALITY ASSESSMENT WITH FEATURE SELECTION. ADVISOR: ASSISTANF PROFESSER SUWANNA RASMEQUAN, Ph.D., 172 P. 2017.

This independent study proposed to develop a model for evaluating the quality of curriculum with selected attribute. That used to classify the results of curriculum quality assessment to assist the curriculum before the actual assessment. The sample used in this research is the curriculum data in the academic year 2557, of 99 curriculums form Science and Technology, Humanities and Social Sciences and Health Science group. There are 33 attribute. This research presents 2 methodology of selecting attribute 1) Filter approach in 4 filtering technic are OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS and CFS and 2) Wrapper approach with 4 classifier are Naive Bayes J48 IBK and MLP. Selected attributes in each method will be modeled for the quality assessment of the curriculum by 5 different classification method: 1) Decision Tree 2) Naive Bayes 3) K-Nearest Neighbors 4) Artificial neural network and 5) Support Vector Machine. Test the performance of the model with 5-Fold Cross Validation, then compare the accuracy and tolerances of the model to find the best performance model. The results show that 1) The Science and Technology groups used wrapper approach with MLP feature selection technic has 6 selected attribute classified data with MLP Classifier gave the highest predictive accuracy of 92.31%, and reduce attribute 81.82% 2) Humanities and Social Sciences groups used wrapper approach with MLP feature selection technic has 10 selected attribute classified data with MLP Classifier gave the highest predictive accuracy of 69.70%, and reduce attribute 81.82% and 3) Health Science group used wrapper approach with Naive Bayes IBK MLP feature selection technic has 1 selected attribute classified data with MLP Classifier gave the highest predictive accuracy of 88.89%, and reduce attribute 96.97%

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.4 ขอบเขตของการศึกษา 3

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานนิพนธ์ 4

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 4

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ทฤษฎี หลักการการประเมินหลักสูตร 5

2.2 การคัดเลือกคุณลักษณะ 8

2.3 การจำแนกประเภทข้อมูล 13

2.4 วิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 14

2.5 การวัดประสิทธิภาพ 19

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีการดำเนินงานนิพนธ์	26
3.1 กรอบวิธีการดำเนินงานนิพนธ์	27
3.2 การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการประมวลผล	28
3.3 การทดลอง	53
4 การทดลองและผลการทดลอง	58
4.1 การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ	58
4.2 การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ	61
5 สรุปและอภิปรายผล	97
5.1 สรุปผลการทดลอง	97
5.2 ข้อดี	100
5.3 ข้อจำกัด	100
5.4 ข้อเสนอแนะ	100
บรรณานุกรม	101
ภาคผนวก	103
ภาคผนวก ก	104
ประวัติย่อของผู้จัดทำงานนิพนธ์	172

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ตัวอย่างข้อมูลฝึกหัดที่ใช้ตัดสินในในการออกไปเล่นกอล์ฟ 11
2-2 ตารางความถี่ที่สังเกตได้ของคุณลักษณะ Outlook 11
2-3 ตารางความถี่ที่สังเกตได้ของคุณลักษณะ Temp 12
2-4 ตารางความถี่ที่สังเกตได้ของคุณลักษณะ Humidity 12
2-5 ตารางความถี่ที่สังเกตได้ของคุณลักษณะ Windy 12
2-6 ตารางการกำหนดค่าในการวัดประสิทธิภาพ 20
3-1 คุณลักษณะตั้งต้นสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร 28
3-2 คำอธิบายชื่อตัวแปรและค่าตัวแปรแต่ละคุณลักษณะ 31
3-3 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของ 33 คุณลักษณะตั้งต้นสำหรับประเมินคุณภาพหลักสูตร กับตัวบ่งชี้ตามเกณฑ์ สกอ. และ CUPT QA 33
3-4 จำนวนชุดข้อมูลหลักสูตรจำแนกตามกลุ่มสาขา 35
3-5 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะข้อมูลความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวก หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 37
3-6 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะปริมาณสิ่งอำนวยความสะดวก หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 38
3-7 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะความเหมาะสมและความยืดหยุ่น หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 39
3-8 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีวุฒิปริญญาเอก หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 40
3-9 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะคุณภาพของอาจารย์ผู้สอน หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 41
3-10แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะคุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 42
3-11แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 43
3-12แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะการบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 44
3-13แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะการจัดการด้านสารสนเทศ หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 45
3-14แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะการพัฒนาอาจารย์ หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 46
3-15แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะกระบวนการสำเร็จการศึกษา หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

3-16แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะจำนวนครั้งที่อาจารย์ได้รับการอบรม หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 48
3-17แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะ GPA เฉลี่ย หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา..... 48
3-18แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะคุณภาพของบัณฑิต หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 50
3-19แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะผลงานวิจัยของอาจารย์ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่
หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 51
3-20แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์
หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา 52
4-1 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร
กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ 59
4-2 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร
กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ 60
4-3 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร
กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ ที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ 61
4-4 คุณลักษณะและจำนวนคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือก หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 62
4-5 คุณลักษณะและจำนวนคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือก หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์
และสังคมศาสตร์ 65
4-6 คุณลักษณะและจำนวนคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือก หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ..... 67
4-7 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร
ที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 71
4-8 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร
ที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 77
4-9 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร
ที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 79
4-10เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร
ที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 85
4-11ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร
ที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ 88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-12เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ 91

4-13คุณลักษณะที่เหมาะสมที่ให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรสูงที่สุด ทั้ง 3 กลุ่มสาขา 93

4-14การเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 3 กลุ่มสาขา 95

4-15การเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ กับตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ 96

5-1 คุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์ต่อผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ทั้ง 3 กลุ่มสาขา 97

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2-1 กระบวนการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล 13
2-2 ลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมแบบส่งสัญญาณไปข้างหน้า 15
2-3 การเลือกค่าข้อมูลที่มีค่าระยะห่างน้อยที่สุด k ตัว 16
2-4 รูปแบบการวางตัวที่ไม่สามารถแบ่งด้วยเส้นตรงได้ 19
2-5 การแบ่งข้อมูลแบบ 5-fold cross-validation 21
3-1 วิธีการที่นำเสนอ 27
4-1 ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เมื่อใช้วิธีการสร้างตัวแบบและเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่แตกต่างกัน 78
4-2 ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลหลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
เมื่อใช้วิธีการสร้างตัวแบบและเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่แตกต่างกัน 86
4-3 ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ
เมื่อใช้วิธีการสร้างตัวแบบและเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่แตกต่างกัน 92

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะนำเสนอถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขอบเขตของการศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน และนิยามศัพท์ เพื่อให้ทราบถึงกรอบแนวความคิดและขอบเขตของการดำเนินงานนิพนธ์ โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสร้างบัณฑิตที่มีคุณภาพเป็นหน้าที่ของมหาวิทยาลัย ทุกมหาวิทยาลัยมุ่งพัฒนาคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่อง นับตั้งแต่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๒ แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๔๕ หมวด ๖ มาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา มาตรา ๔๗ กำหนดให้มีระบบการประกันคุณภาพการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาทุกระดับ ประกอบด้วย การประกันคุณภาพการศึกษาภายใน และการประกันคุณภาพการศึกษาภายนอก

หลักสูตรเป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดการศึกษา ความท้าทายด้านจำนวนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีอัตราลดลงอย่างต่อเนื่อง (รายงานสถิติข้อมูลที่สำคัญ กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2558 ฉบับที่ 3, 2558) ส่งผลต่อจำนวนผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาที่ลดลง และความท้าทายของโลกาภิวัฒน์ต่อการจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษา ทั้งประเด็นการบริการการศึกษาข้ามพรมแดน การเคลื่อนย้ายนักศึกษาและบัณฑิต การประกอบอาชีพของบัณฑิตในอนาคต และการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 ทำให้ต่อไปอาเซียนจะกลายเป็น ตลาดและฐานการผลิตเดียวกัน (ศุภชัย ยาวะประภาษ, 2558) สถาบันการศึกษาต่างๆ ได้นำเกณฑ์มาตรฐานทั้งในระดับชาติ และระดับนานาชาติมาใช้ประเมินคุณภาพหลักสูตร ได้แก่ AUN-QA, AACSB, ABET เพื่อให้ได้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุง พัฒนาหลักสูตร ให้ทันตามความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี สภาพสังคม เศรษฐกิจ ความรู้ทักษะความต้องการของตลาดแรงงาน พร้อมทั้งยกระดับคุณภาพหลักสูตรให้ทัดเทียมนานาชาติ

ปัจจัยในการประเมินคุณภาพหลักสูตรนั้น สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) กำหนดกรอบการประกันคุณภาพการศึกษาภายในระดับหลักสูตร ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ 13 ตัวบ่งชี้ มหาวิทยาลัยสมาชิกที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย (ทปอ.) กำหนดกรอบประเมินคุณภาพหลักสูตรตามเกณฑ์ Council of the University Presidents of Thailand Quality Assurance (CUPT QA) ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ 11 ตัวบ่งชี้ ประเมินคุณภาพหลักสูตรปีละ 1 ครั้ง เมื่อสิ้นปีการศึกษาโดยคณะกรรมการประเมินซึ่งเป็นบุคลากรภายนอกมหาวิทยาลัย หรือบุคลากรภายในมหาวิทยาลัย การติดตามผลการประกันคุณภาพการศึกษาของงานประกันคุณภาพการศึกษาส่วนกลางมหาวิทยาลัย จะทราบผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรภายหลังจากที่แต่งตั้งคณะกรรมการมาตรวจประเมินคุณภาพหลักสูตร ปีการศึกษาละ 1 ครั้ง ซึ่งจะให้ความช่วยเหลือหลักสูตรไม่ทัน จึงเกิดแนวคิดในการนำวิธีทางวิทยาการคอมพิวเตอร์มาช่วยเพื่อให้ทราบผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรได้เร็วขึ้น จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่นำเสนอ

การประเมินประสิทธิภาพหลักสูตรโดยการศึกษาข้อมูลปัจจัย และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง แล้วกำหนดตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมในการประเมินหลักสูตรนั้น แล้วดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของหลักสูตรของสถาบันการศึกษา

จากผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นผู้จัดทำงานนิพนธ์พบว่า คุณลักษณะจำนวน 33 คุณลักษณะ ที่นำเสนอโดยงานวิจัยชิ้นหนึ่งที่ได้มาจากการวิจัยเชิงคุณภาพ (รุ่งนภา ตั้งจิตรเจริญกุล , 2557) เป็นข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของมหาวิทยาลัย ดังนั้นเพื่อเตรียมพร้อมรับการประเมินคุณภาพหลักสูตรผู้จัดทำงานนิพนธ์จึงเกิดแนวคิดในการสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร โดยใช้เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่ส่งผลต่อการประเมินคุณภาพหลักสูตร โดยจะทำการศึกษาและใช้เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร เพื่อจะได้นำสารสนเทศไปปรับใช้ในการวางแผนพัฒนาหรือปรับปรุงคุณภาพหลักสูตรก่อนการประเมินจริงได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ข้อมูลที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะของหลักสูตร

2. เพื่อสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองและแบบควบรวม

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ข้อมูลที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะของหลักสูตร

2. ได้ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง และแบบควบรวม

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. ชุดข้อมูลที่ใช้ในงานนิพนธ์นี้เป็นข้อมูลหลักสูตรปีการศึกษา 2557 จำนวน 99 หลักสูตร ประกอบด้วยข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 52 หลักสูตร กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 38 หลักสูตร และกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ จำนวน 9 หลักสูตร รวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1.1 ข้อมูลนิสิต จากฐานข้อมูลทะเบียนและสถิตินิสิต

1.1 ข้อมูลนิสิต จากฐานข้อมูลทะเบียนและสถิตินิสิต

1.2 ข้อมูลผลการประเมินความพึงพอใจของนิสิต จากฐานข้อมูลระบบประเมินประสิทธิภาพการเรียนการสอน

1.3 ข้อมูลจำนวนนิสิตเต็มเวลา (FTES) ข้อมูลความพึงพอใจนายจ้างต่อบัณฑิต จากเว็บไซต์กองแผนงาน

2. วิเคราะห์หาคุณลักษณะที่เหมาะสมสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง 4 วิธี คือ OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS และ CFS และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมทำงานกับเทคนิคการเรียนรู้ 4 ประเภท ได้แก่ Naive Bayes J48 IBK และ MLP

3. สร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ

3.1 วิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

3.2 วิธีนาอีฟ เบย์ (Naive Bayes)

3.3 วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด (K-Nearest Neighbors: K-NN)

3.4 วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Multi-Layer Perceptron (MLP)

3.5 วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine)

4. จำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ตามคู่มือการประกันคุณภาพการศึกษาภายในระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2557 ดังนี้

- A หมายถึง ระดับดีมาก (4.51 – 5.00)
- B หมายถึง ระดับดี (3.51 – 4.50)
- C หมายถึง ระดับพอใช้ (2.51 – 3.50)
- D หมายถึง ระดับต้องปรับปรุง (1.51 – 2.50)
- E หมายถึง ระดับต้องปรับปรุงเร่งด่วน (0.00- 1.50)

5. วัดประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผล ด้วยเครื่องมือวัดประสิทธิภาพ ดังนี้

5.1 ค่าความคลาดเคลื่อน (Error)

- ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE)
- ค่าความคาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE)

5.2 ค่าความถูกต้อง (Accuracy) จากตาราง Confusion Matrix

- Precision
- Recall
- F-Measure
- Accuracy

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานนิพนธ์

เครื่องมือที่ในการดำเนินงานนิพนธ์ ประกอบไปด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ด้านเครื่องคอมพิวเตอร์ (Hardware)
   - หน่วยความจำหลัก (Hard disk) อย่างน้อย 3GB
   - หน่วยความจำสำรอง (Ram) อย่างน้อย 2GB
2. โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
   - โปรแกรม Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA) Version 3.8.1

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การประกันคุณภาพการศึกษา (Quality Assurance) หมายถึง การทำกิจกรรม หรือการปฏิบัติภารกิจหลักอย่างมีระบบตามแบบแผนที่กำหนดไว้ โดยมีการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) การตรวจสอบคุณภาพ (Quality Auditing) และการประเมิน คุณภาพ (Quality Assessment) จนทำให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพและมาตรฐานของดัชนี ชี้วัด ระบบและกระบวนการผลิต ผลผลิต และผลลัพธ์ ของการจัดการศึกษา ประกอบด้วยการประกันคุณภาพภายในและการประกันคุณภาพภายนอก

2. การประกันคุณภาพภายใน หมายถึง การประเมินผลและการติดตามตรวจสอบคุณภาพและ มาตรฐานการศึกษาของสถานศึกษา จากภายในโดยบุคลากรของสถานศึกษา หรือโดยหน่วยงานต้นสังกัดที่มีหน้าที่กำกับดูแลสถานศึกษานั้น

3. การประกันคุณภาพภายนอก หมายถึง การประเมินผลและการติดตามตรวจสอบคุณภาพ และมาตรฐานการศึกษาของสถานศึกษาจากภายนอกโดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (สมศ.) หรือบุคคลหรือหน่วยงานภายนอกที่ สมศ. รับรองเพื่อเป็นการประกันคุณภาพและให้มีการพัฒนาคุณภาพ และมาตรฐานการศึกษาของสถานศึกษา

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานนิพนธ์นี้ผู้จัดทำงานนิพนธ์ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับนำมาพัฒนางาน ได้แก่ 1) ทฤษฎี หลักการการประเมินหลักสูตร 2) การคัดเลือกคุณลักษณะ 3) การจำแนกประเภทข้อมูล 4) วิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5) การวัดประสิทธิภาพ และ 6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียด ดังนี้

2.1 ทฤษฎี หลักการการประเมินหลักสูตร

2.1.1 ความหมายของการประเมินหลักสูตร

“หลักสูตร เป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากคำในภาษาลาตินว่า “race – course” ซึ่งหมายถึง เส้นทางที่ใช้วิ่งแข่งขัน เนื่องมาจากเป้าหมายของหลักสูตรที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพและประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมแห่งอนาคต ซึ่งการนิยามความหมายของหลักสูตรในปัจจุบันได้ให้ความหมายของหลักสูตรว่า หมายถึง มวลประสบการณ์ทางการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ในรายวิชา กลุ่มวิชา เนื้อหาสาระ รวมทั้งกิจกรรมต่างๆ ที่ได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอน จัดกิจกรรมให้แก่ผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ” (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2552, หน้า 1)

“ประเมิน หมายถึง การประมาณค่าหรือราคาเท่าที่ควรจะเป็น เช่น ประเมินราคา” (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542)

“การประเมินหลักสูตร คือ กระบวนการเก็บรวบรวมและศึกษาข้อมูล รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตรวจสอบหลักสูตร และตัดสินว่าหลักสูตรมีคุณค่าบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่” (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2554, หน้า 123)

“การประเมินหลักสูตร หมายถึง กระบวนการเชิงระบบเพื่อจัดหาสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ ต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับการปรับปรุง พัฒนาหลักสูตร การบริหารหลักสูตร การเปลี่ยนแปลงหลักสูตร” (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2558)

2.1.2 เหตุผลและความจำเป็นที่ต้องมีการประเมินหลักสูตร

มารุต พัฒผล (2558) กล่าวถึงเหตุผลความจำเป็นที่ต้องมีการประเมินหลักสูตร ไว้ดังนี้

1. ทรัพยากรที่ใช้ในการบริหารจัดการหลักสูตรมีอย่างจำกัด
2. หลักสูตรถูกใช้มาเป็นระยะเวลานาน ในขณะที่สังคมปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว องค์ความรู้ใหม่เกิดขึ้นทุกวัน การประเมินหลักสูตรเพื่อให้หลักสูตรมีความทันสมัยและสอดคล้องกับบริบททางสังคมมากขึ้น
3. ปัจจัยภายนอกส่งผลให้ต้องประเมินหลักสูตร เช่น ความต้องการของผู้ปกครองและ

ชุมชน มาตรฐานขององค์กรวิชาชีพ การเปลี่ยนแปลงของสังคม การจัดการศึกษาและการทดสอบในระดับนานาชาติ การประเมินหลักสูตรเพื่อให้บัณฑิตมีคุณลักษณะและสมรรถนะตรงตามความต้องการและมาตรฐานที่กำหนด

4. ความต้องการข้อมูลสารสนเทศสำหรับการปรับปรุงหลักสูตร

5. ความต้องการงบประมาณสำหรับการจัดการศึกษาที่เหมาะสม

2.1.3 ความสำคัญของการประเมินหลักสูตร

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2558, หน้า 16) สรุปความสำคัญของการประเมินหลักสูตรไว้ 5 ประเด็น ดังนี้

1. ช่วยให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับหลักสูตรสำหรับผู้บริหารหรือผู้เกี่ยวข้องใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อการพัฒนาหลักสูตร การตรวจสอบความพร้อมของหลักสูตรและทรัพยากรในการดำเนินการใช้หลักสูตร

2. ช่วยให้ทราบความก้าวหน้า ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างดำเนินการใช้หลักสูตรซึ่งจะนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อการปรับปรุงการบริหารหลักสูตร หรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขแผนหรือวิธีการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. ช่วยให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับสัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร จุดเด่น จุดด้อยของหลักสูตรซึ่งจะนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจและวินิจฉัย ว่าจะปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหลักสูตรอย่างไรให้มีความเหมาะสมกับสภาพการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มของการศึกษา เศรษฐกิจ สังคมและการเมือง

4. ช่วยให้ได้สารสนเทศที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของหลักสูตรว่าเป็นอย่างไร คุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินใจของผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องในการดำเนินการใช้หลักสูตรต่อไป ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือยกเลิกหลักสูตร

5. ช่วยให้เกิดการเสริมแรง สร้างพลังจูงใจให้กับผู้บริหารหลักสูตร ครูผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องกับการใช้หลักสูตรเมื่อทราบสัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร จุดเด่น หรือจุดด้อยของหลักสูตรโดยจะมุ่งมั่นปรับปรุง และพัฒนาการบริหารหลักสูตร และการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐานสูงขึ้นซึ่งจะเกิดคุณค่าและประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน หรือสถานศึกษา

2.1.4 แนวทางการประเมินหลักสูตร

ศิริชัย กาญจนวาสี (2553) จำแนกแนวทางการประเมินหลักสูตร ไว้ 4 แนวทาง ดังนี้

1. การประเมินความก้าวหน้า หรือการประเมินผลสรุปรวม (Formative Evaluation V.S. Summative Evaluation)

การประเมินความก้าวหน้า (Formative Evaluation) เป็นการประเมินขณะดำเนินการใช้หลักสูตร เพื่อให้ได้สารสนเทศสำหรับปรับปรุงกระบวนการบริหารและการใช้หลักสูตร

การประเมินสรุปรวม (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลสรุปรวมของหลักสูตรหลังจากดำเนินการใช้หลักสูตรครบวงจร เพื่อให้ได้สารสนเทศสำหรับตัดสินผลสำเร็จของหลักสูตร

2. การประเมินอย่างไม่เป็นทางการ หรือ การประเมินอย่างเป็นทางการ (Informal Evaluation V.S. Formal Evaluation)

การประเมินอย่างไม่เป็นทางการ (Informal Evaluation) เป็นการประเมินที่ไม่มีแบบแผนที่เคร่งครัด การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นไปตามความสะดวก อย่างง่าย ๆ เช่น การพูดคุยกันอย่างไม่เป็นทางการ สอบถามอย่างไม่มีโครงสร้าง ไม่มีรูปแบบการวิเคราะห์ที่ชัดเจน ข้อสรุปมักเกิดขึ้นตามความรู้สึกหรือความคิดเห็นส่วนตัว

การประเมินอย่างเป็นทางการ (Formal Evaluation) เป็นการประเมินที่มีระเบียบแบบแผน มีวัตถุประสงค์การสร้างเครื่องมือ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลตามเกณฑ์หรือมาตรฐาน และการรายงานด้วยลายลักษณ์อักษร

3. การประเมินผลทั้งหมด หรือ การประเมินตามจุดมุ่งหมาย (Goal-Free V.S. Goal-Based Evaluation)

การประเมินผลทั้งหมด (Goal-Free Evaluation) เป็นการประเมินผลทั้งหมดที่เกิดจากการใช้หลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยผลทางตรง ผลทางอ้อม หรือผลกระทบ โดยไม่ยึดติดกับวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

การประเมินผลตามจุดมุ่งหมาย (Goal – Based Evaluation) เป็นการประเมินผลโดยเปรียบเทียบผลตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ว่าผลผลิตที่ได้บรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เพียงใด

4. การประเมินโดยผู้ประเมินภายนอก หรือ การประเมินโดยผู้ประเมินภายใน (External V.S. Internal Evaluator)

การประเมินโดยผู้ประเมินภายนอก (External Evaluator) เป็นการประเมินโดยใช้ผู้ประเมินจากภายนอกหน่วยงาน หรือสถาบัน โดยส่วนใหญ่เป็นผู้ประเมินจากหน่วยงานส่วนกลาง

การประเมินโดยผู้ประเมินภายใน (Internal Evaluator) เป็นการประเมินโดยใช้ผู้ประเมินที่เป็นบุคลากรภายในหน่วยงาน หรือสถาบัน ซึ่งใกล้ชิดและเห็นกระบวนการใช้หลักสูตรโดยตลอด

2.1.5 รูปแบบการประเมินหลักสูตร

ศิริชัย กาญจนวาสี (2553) จำแนกรูปแบบของการประเมินที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินหลักสูตร เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. รูปแบบการประเมินที่ยึดจุดมุ่งหมายเป็นหลัก (Goal - Based Models)

รูปแบบการประเมินนี้เน้นการตัดสินคุณค่าตามจุดมุ่งหมาย เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในแผนงาน โครงการ หรือหลักสูตร เป็นการประเมินในลักษณะเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นจริงกับผลที่คาดหวัง ดังนั้น จุดมุ่งหมาย เป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์จึงถูกใช้เป็นเกณฑ์สำหรับตัดสินความสำเร็จของการดำเนินงาน รูปแบบการประเมินในรูปแบบนี้ ได้แก่ รูปแบบการประเมินหลักสูตรของไทเลอร์รูปแบบการประเมินหลักสูตรของแฮมมอนด์

2. รูปแบบการประเมินที่ยึดเกณฑ์ หรือ มาตรฐานเป็นหลัก (Criterion - Based Models)

รูปแบบการประเมินแนวนี้เน้นการตัดสินคุณค่าตามเกณฑ์หรือมาตรฐานเป็นหลัก ที่มาของเกณฑ์หรือมาตรฐานอาจกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ หน่วยงาน หรือองค์กรวิชาชีพอันเป็นที่ยอมรับ เป็นการประเมินในลักษณะเปรียบเทียบสิ่งที่เป็นจริงของหลักสูตรกับสิ่งที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน รูปแบบการประเมินในรูปแบบนี้ ได้แก่ รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสเตค รูปแบบการประเมินของโพรวัส

3. รูปแบบการประเมินที่ยึดความต้องการตัดสินใจเป็นหลัก (Decision - Based Model)

รูปแบบการประเมินแนวนี้ต้องการเสนอสารสนเทศเพื่อช่วยผู้บริหารในการตัดสินใจเลือกทางเลือกต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม โดยเน้นความต้องการให้สารสนเทศของผู้บริหารเป็นหลักในการประเมิน รูปแบบการประเมินในรูปแบบนี้ ได้แก่ รูปแบบการประเมินหลักสูตรของครอนบาค รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสตัฟเฟิลบีม

2.2 การคัดเลือกคุณลักษณะ (Feature Selection)

“การคัดเลือกคุณลักษณะ (Feature Selection) เป็นเทคนิคที่ช่วยลดจำนวนตัวแปรที่ใช้ในตัวแบบพยากรณ์ อาจทำเพื่อเลือกตัวแปรที่ดีที่สุดเพียงตัวเดียว หรือเลือกกลุ่มของตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ นิภาพร ชนะมาร และพรรณี สิทธิเดช (2014) มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำนาย การสังเคราะห์โมเดลได้อย่างรวดเร็ว และลดความซ้ำซ้อนของรูปแบบโมเดล ลักษณะคือการเลือกคุณลักษณะของข้อมูลที่มีความสำคัญน้อยออก เพื่อดูประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลหลังจากที่ตัดข้อมูลบางตัวออกไป ซึ่งส่วนใหญ่จะให้ค่าความถูกต้องสูงขึ้น” อาริยพร สุดใจ และธวัชชัย งามสันติวงษ์ (2558)

แนวทางการคัดเลือกคุณลักษณะ

วิธีการคัดเลือกคุณลักษณะที่ถูกใช้มากที่สุดในงานจำแนกประเภท แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ การคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง (Filter Method) การคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม (Wrapper Method) การคัดเลือกคุณลักษณะแบบฝังตัว (Embedded Method) และการ

คัดเลือกคุณลักษณะแบบไฮบริด (Hybrid Method) Khiabani and team (2016) ในงานนิพนธ์นี้เลือกใช้วิธีการคัดเลือกคุณลักษณะ 2 วิธี คือ การคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง และการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม

1. การคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง (Filter Method)

การคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองขึ้นอยู่กับคุณลักษณะทั่วไปของข้อมูลในการประเมินและเลือกคุณลักษณะย่อยโดยไม่ขึ้นกับขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ (Learning Algorithm) Gui and member (2016) การคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองจะจัดลำดับความสำคัญของคุณลักษณะแต่ละตัว และเลือกคุณลักษณะที่มีระดับความสำคัญสูงสุดตามจำนวนที่ผู้ใช้ระบุ หรืออาจระบุเป็นค่าขีดแบ่ง (Threshold) ของคุณลักษณะที่จะเลือกก็ได้ ข้อดีของการคัดเลือกคุณลักษณะแบบนี้คือ การประมวลผลที่รวดเร็ว และไม่ขึ้นกับขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ (ไพศาล จันทร์เจริญ สุพจน์ เฮงพระพรหม และ ไก้รุ่ง เฮงพระพรหม, 2559) ผู้ดำเนินงานนิพนธ์นำเสนอเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง 4 วิธี คือ OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS และ CFS ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 การคัดเลือกคุณลักษณะแบบ Correlation based feature selection อัลกอริทึมนี้มีหลักการกรองอย่างง่ายๆ โดย CFS จะจัดอันดับกลุ่มย่อยของมิติข้อมูลตามความสัมพันธ์ที่อยู่บนพื้นฐานของฟังก์ชั่นการประมาณแบบ heuristic ซึ่งกลุ่มย่อยของมิติข้อมูลจะมีความสัมพันธ์สูงกับคลาส และไม่มีความสัมพันธ์กับคลาสอื่นๆ สำหรับมิติข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องอาจจะถูกละทิ้ง เพราะมิติข้อมูลเหล่านี้อาจจะมีความสัมพันธ์ต่ำกับคลาส มิติข้อมูลที่ซ้ำซ้อนอาจจะถูกขจัดออกไปจากกลุ่มมิติข้อมูลที่มีความสัมพันธ์สูง สมการประเมินกลุ่มย่อยของมิติข้อมูลแบบ CFS ภัทราวุฒิ แสงศิริ (2553) ดังสมการที่ 2.1

$$M_s = \frac{k\overline{r}_{cf}}{\sqrt{k + k(k-1)\overline{r}_{ff}}} \tag{2.1}$$

โดยที่ M_s คือ ค่าที่ค้นหาได้ของมิติข้อมูลกลุ่มย่อย s ซึ่งประกอบด้วยมิติข้อมูล k

$\overline{r}_{cf}$ คือ ค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์ของตัวแปรกับ คลาส $\left(f \in s\right)$

$\overline{r}_{ff}$ คือ ค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์ระหว่างมิติข้อมูล

1.2 Consistency – based Subset Evaluation

เป็นการเลือกคุณลักษณะเด่นบนหลักการของความสอดคล้องกันของคลาสข้อมูล (Consistency) วิธีการนี้จะพิจารณาการรวมกันของคุณลักษณะ (Attribute) โดยที่ค่าของคุณลักษณะเหล่านั้นจะแบ่งเซตของข้อมูลออกเป็นซับเซตย่อยๆ ที่ประกอบด้วยหนึ่งคลาสเป็นส่วนใหญ่ (Majority Class) ในการค้นหานั้นซับเซตที่มีขนาดเล็กๆ จะให้ความสอดคล้องกันของคลาสที่สูง สมการวัดความสอดคล้องกันของคลาส ของอัลกอริทึม C

$$consistency_s = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{j} |D_i| - |M_i|}{N} \qquad (2.2)$$

โดยที่

s คือ ซับเซตของคุณลักษณะ

j คือ จำนวนค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการรวมกันของคุณลักษณะใน s

$|D_i|$ คือ จำนวนของแถวข้อมูลทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการรวมกันของคุณลักษณะตัวที่ i

$|M_i|$ คือ ขนาดของคลาสที่เป็นคลาสส่วนใหญ่จากการรวมกันคุณลักษณะตัวที่ i

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.3 ReliefFAttributeEval

ประเมินค่าของคุณลักษณะโดยการสุ่มตัวอย่างซ้ำ ๆ และพิจารณาค่าของคุณลักษณะที่ระบุสำหรับอินสแตนซ์ที่ใกล้ที่สุดของคลาสเดียวกันและที่ต่างกัน สามารถทำงานได้ทั้งข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง และแบบต่อเนื่อง

ใช้การประเมินค่าความแตกต่างของคุณลักษณะกับตัวอย่างใกล้เคียง ในคลาสเดียวกันหรือคลาสต่างกันจำนวน k ตัว ถ้าค่าความแตกต่างเป็น 1 แสดงว่ามีความแตกต่างกันมาก ถ้าค่าที่ได้เป็น 0 จะมีความเหมือนกันมาก

1.4 OneRAttributeEval

เป็นการประเมินค่าของคุณลักษณะโดยใช้ตัวจำแนกประเภท OneR ย่อมาจาก One Rule เป็นวิธีการจำแนกประเภทที่ง่าย และมีความถูกต้องสูง จะสร้างกฎหนึ่งกฎในการพยากรณ์ข้อมูลแต่ละตัว จากนั้นเลือกกฎที่มีข้อผิดพลาดรวมน้อยที่สุด ในการสร้างกฎสำหรับพยากรณ์จะสร้างตารางความถี่สำหรับแต่ละตัวทำนายกับค่าเป้าหมาย การหาตัวทำนายที่ดีที่สุดโดยมีข้อผิดพลาดทั้งหมดโดยใช้อัลกอริทึม OneR จากตารางความถี่ที่เกี่ยวข้อง แสดงดังตารางที่ 2-1 2-2 2-3 2-4 และ 2-5

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างข้อมูลฝึกหัดที่ใช้ตัดสินใจในการออกไปเล่นกอล์ฟ

Outlook	Temp	Humidity	Windy	Play Golf
Rainy	Hot	Height	False	No
Rainy	Hot	Height	True	No
Overcasts	Hot	Height	False	Yes
Sunny	Mild	Height	False	Yes
Sunny	Cool	Normal	False	Yes
Sunny	Cool	Normal	True	No
Overcasts	Cool	Normal	True	Yes
Rainy	Mild	High	False	No
Rainy	Cool	Normal	False	Yes
Sunny	Mild	Normal	False	Yes
Rainy	Mild	Normal	True	Yes
Overcast	Mild	High	True	Yes
Overcast	hot	Normal	False	Yes
Sunny	Mild	High	True	No

จากตัวอย่างข้อมูลฝึกหัดจะนำมาสร้างตารางแจกแจงความถี่ของแต่ละคุณลักษณะดังตารางที่ 2-2 2-3 2-4 และ 2-5

ตารางที่ 2-2 ตารางความถี่ที่สังเกตได้ของคุณลักษณะ Outlook

		Play Golf	
		Yes	No
Outlook	Sunny	**3**	2
	Overcast	**4**	0
	Rainy	2	**3**

ตารางที่ 2-3 ตารางความถี่ที่สังเกตได้ของคุณลักษณะ Temp

		Play Golf	
		Yes	No
Temp	Hot	2	2
	Mild	**4**	2
	Cool	**3**	1

ตารางที่ 2-4 ตารางความถี่ที่สังเกตได้ของคุณลักษณะ Humidity

		Play Golf	
		Yes	No
Humidity	High	3	**4**
	Normal	**6**	1

ตารางที่ 2-5 ตารางความถี่ที่สังเกตได้ของคุณลักษณะ Windy

		Play Golf	
		Yes	No
Windy	False	**6**	2
	True	3	**3**

ตัวทำนายที่ดีที่สุด พิจารณาจากตารางความถี่ที่สังเกตได้ของแต่ละคุณลักษณะ ที่มีค่าความผิดพลาดรวมต่ำ หมายถึงการมีส่วนร่วมสูงในโมเดลพยากรณ์ ดังนั้นตัวแบบทำนายที่ดีที่สุดคือคุณลักษณะ Outlook

2. การคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม (Wrapper Method)

การคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ต้องกำหนดขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ (Learning Algorithm) มาทำงานร่วมกับขั้นตอนการประเมินค่าซับเซ็ต การคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมมุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้นตอนการเรียนรู้ เพื่อหาเซตย่อยของคุณลักษณะที่เหมาะสมกับขั้นตอนวิธีการเรียนรู้วิธีใดวิธีหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งจะทำให้ได้ซับเซตที่มีความแม่นยำในการจำแนกประเภทมากกว่า แต่มีข้อเสียคือใช้เวลาในการคัดเลือกคุณลักษณะมากกว่าการคัดเลือกแบบการกรอง เนื่องจากมีการเรียนรู้หลายครั้งเท่ากับจำนวนครั้งที่สร้างซับเซต

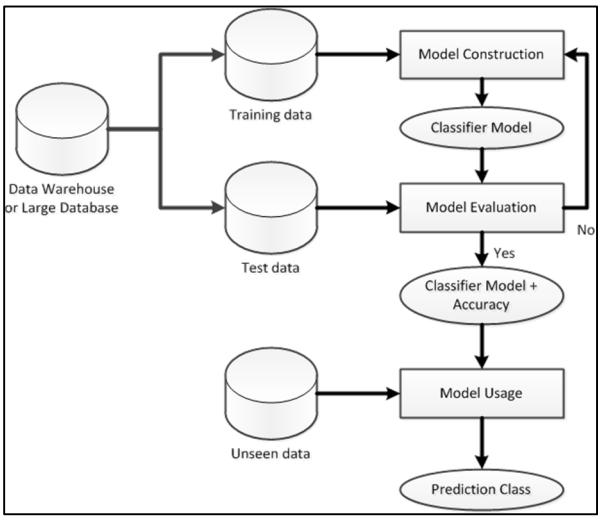
2.3 การจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification)

การจำแนกประเภทข้อมูล คือ กระบวนการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล เพื่อทำนายกลุ่มของข้อมูลใหม่ โดยการเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้กำหนดกลุ่มไว้เรียบร้อยแล้ว ตัวอย่างของกลุ่ม เช่น กลุ่มของลูกค้าที่ซื้อคอมพิวเตอร์-ไม่ซื้อคอมพิวเตอร์ กลุ่มของลูกค้าที่ฐานะดี-ปานกลาง-แย่ กลุ่มของการผลิตสินค้า ผ่านเกณฑ์-ไม่ผ่านเกณฑ์ ในที่นี้คำว่ากลุ่มจะเรียกว่า class ของข้อมูล ซึ่งใน class เดียวกันนั้นจะต้องมีข้อมูลที่มีความเหมือนหรือคล้ายคลึงกันมากกว่าข้อมูลที่อยู่ใน class ที่แตกต่างกัน

การสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล จะเกิดขึ้นมาจากการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มข้อมูลเรียนรู้ เป็นชุดข้อมูลที่ใช้สร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล และกลุ่มข้อมูลทดสอบ เป็นชุดข้อมูลประเมินความถูกต้องของโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล

โมเดลจำแนกประเภทข้อมูลถูกนำมาประยุกต์ใช้งานหลายๆ ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์หุ้นเพื่อหาว่าหุ้นแต่ละบริษัทมีคุณภาพเป็นอย่างไร เมื่อมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง การเติบโตของรายได้ ความสามารถในการควบคุมต้นทุน ความผันผวนของรายได้และกำไร และผู้บริหาร หรือจะเป็นการพยากรณ์อากาศ การจัดสรรกฎหมายที่เหมาะสมในการพิจารณาคดีความ การจัดการความสัมพันธ์ของลูกค้า และ อื่นๆ

กระบวนการสร้างตัวโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 กระบวนการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล (ชินพัฒน์ แก้วชินพร, 2553)

กระบวนการของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. Model Construction ขั้นตอนการสร้างโมเดล โดยอาศัยการเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้กำหนดคำตอบ ไว้เรียบร้อยแล้วหรือเรียกว่าข้อมูลเรียนรู้ ซึ่งโมเดลจำแนกประเภทที่ได้จะแสดงด้วยวิธีการพื้นฐานทางเหมืองข้อมูล ได้แก่ ต้นไม้ตัดสินใจ โครงข่ายประสาทเทียม
2. Model Evaluation ขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล โดยอาศัยข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบเรียกว่าข้อมูลทดสอบ ซึ่งกลุ่มที่แท้จริงของข้อมูลที่ใช้ทดสอบจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่หามาได้จากโมเดลจำแนกประเภท เพื่อทดสอบว่าโมเดลจำแนกประเภทนี้สามารถจัดกลุ่มประเภทข้อมูลได้อย่างถูกต้องมากน้อยเพียงใด และปรับปรุงโมเดลจนกว่าจะได้ค่าความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้
3. Model Usage เป็นขั้นตอนการนำโมเดลจำแนกประเภทที่สร้างขึ้นมาใช้กับข้อมูลที่ไม่เคยเห็น

มาก่อน เพื่อทำนายและกำหนดกลุ่มให้กับข้อมูลนั้น

2.4 วิธีการจำแนกประเภทข้อมูล

2.4.1 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

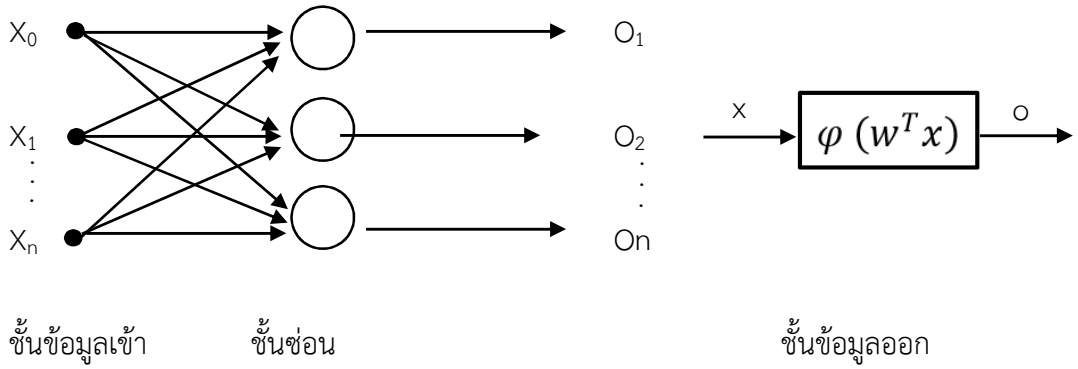
วิธีโครงข่ายประสาทเทียมใช้หลักการเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ เส้นเชื่อมแต่ละเส้นจะมีน้ำหนักถ่วง เพื่อใช้กำหนดน้ำหนักถ่วงหรือความสำคัญของข้อมูลเข้า กำหนดค่าเริ่มต้นโดยการสุ่ม ในแต่ละโหนดคำนวณค่าผลรวมเชิงเส้นแบบถ่วงน้ำหนักและผ่านฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างคำตอบที่ทำนายได้ กับค่าจริง ถ้ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ระบบจะทำการปรับปรุงค่าน้ำหนักถ่วงของแต่ละการเชื่อมต่อ ทำนายได้ทั้งข้อมูลเชิงกลุ่ม และข้อมูลเชิงตัวเลข

การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายที่ทำการออกแบบ ซึ่งการฝึกหัดโครงข่ายประสาทคือการหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมให้กับโครงข่ายประสาทนั้นๆ โดยทั่วไปสามารถจำแนกวิธีการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทได้เป็น การเรียนรู้แบบมีผู้สอน และการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน

เพื่อให้โครงข่ายประสาทสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการเชื่อมโยงกันระหว่างเซลล์ประสาท โดยทั่วไปสามารถแบ่งการเชื่อมโยงของโครงข่ายได้ 2 ลักษณะคือ

1) โครงข่ายแบบส่งสัญญาณไปข้างหน้า เป็นโครงข่ายที่การประมวลผลจะอาศัยชุดข้อมูลปัจจุบันและส่งค่าที่ประมวลผลได้ไปยังชั้นถัดๆ ไป กล่าวคือ โครงข่ายชนิดนี้จะประกอบด้วยชั้นต่างๆ ชั้นแรก เป็นชั้นข้อมูลเข้า และชั้นสุดท้ายเป็นชั้นข้อมูลออก ระหว่างชั้นข้อมูลเข้ากับชั้นข้อมูลออกอาจจะมีหรือไม่มีชั้นซ่อนอยู่ภายในก็ได้ขึ้นอยู่กับกฎการเรียนรู้ที่ใช้ในการสอนโครงข่าย เช่น ถ้าเป็นโครงข่ายแบบเพอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น จะมีชั้นซ่อนระหว่างชั้นข้อมูลเข้ากับชั้นข้อมูลออก ซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งชั้นก็ได้ การเชื่อมต่อระหว่างชั้นของโครงข่ายแบบส่งสัญญาณไปข้างหน้าจะมีค่าถ่วง

น้ำหนักเป็นตัวเชื่อมและสัญญาณนำเข้าที่เข้ามาจะถูกส่งไปตามทิศทางของลูกศรจนถึงชั้นข้อมูลออก โดยไม่มีการย้อนกลับ สามารถแสดงตัวแบบโครงข่ายแบบส่งสัญญาณไปข้างหน้าได้ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมแบบส่งสัญญาณไปข้างหน้า

2) โครงข่ายแบบมีการย้อนกลับ โครงข่ายชนิดนี้มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า โครงข่ายหันกลับ เป็นโครงข่ายที่จะอาศัยทั้งข้อมูลในปัจจุบันและข้อมูลที่มีการประวิงเวลามาใช้ในการประมวลผลของโครงข่ายประสาท

การแพร่แบบย้อนกลับ เป็นขั้นตอนที่ใช้สอนโครงข่ายแบบเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น ซึ่งตัวแบบโครงข่ายประสาทมีการเชื่อมโยงกันเป็นโครงข่ายแบบเป็นชั้นๆ ที่มาของชื่อการแพร่แบบย้อนกลับมาจากวิธีการปรับค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมนั้นจะใช้วิธีสอนว่าค่าเป้าหมายของแต่ละข้อมูลเข้านั้นคืออะไร และใช้ค่าความผิดพลาดของข้อมูลออกมาใช้เป็นตัวชี้นำในการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก ดังนั้นการแพร่แบบย้อนกลับจึงเป็นการเรียนรู้แบบมีผู้สอน แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือไม่มีค่าเป้าหมายของสัญญาณที่ออกมาจากแต่ละเซลล์ประสาทในชั้นซ่อน ดังนั้นจึงต้องอาศัยการแพร่ความผิดพลาดจากชั้นข้อมูลออกกลับมายังชั้นซ่อนนั่นเอง

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้การแพร่แบบย้อนกลับ 1) การกำหนดค่าเริ่มต้นของค่าถ่วงน้ำหนัก โดยค่านี้จะเป็นเลขจำนวนจริงที่มีค่าน้อยๆ ที่ได้มาจากการสุ่มค่าเริ่มต้น 2) การกำหนดเกณฑ์การหยุดฝึกหัด โดยทั่วไปนิยมใช้ค่าดัชนีที่ชี้ถึงค่าความผิดพลาดของระบบ เช่น ค่าความความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย 3) อัตราการเรียนรู้ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอัตราการเรียนรู้ของโครงข่าย โดยทั่วไปค่าที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.5 ถ้าอัตราการเรียนรู้มีค่าสูง แสดงว่ากำหนดให้โครงข่ายประสาทมีการเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักที่มาก ในทางตรงกันข้ามถ้ามีอัตราการเรียนรู้ต่ำ แสดงว่ากำหนดให้โครงข่ายมีการเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักที่น้อย ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ที่มากขึ้น แต่มีข้อดีคือโครงข่ายจะมีเสถียรภาพและไม่เกิดการแกว่งขณะที่ทำการเรียนรู้ 4) ค่าคงที่โมเมนตัม เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่ช่วยหน่วงไม่ให้การเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักมีค่ามากเกินไป เป็นการเพิ่มเสถียรภาพให้กับโครงข่ายประสาทได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งค่าโมเมนตัมที่เหมาะสมจะมีค่าเข้า

ใกล้ 1.0 และควรกำหนดให้สอดคล้องกับอัตราการเรียนรู้ด้วย เช่น ถ้าอัตราการเรียนรู้สูงก็ควรจะมีค่าโมนตั้มที่ต่ำ ทำให้การเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักนั้นไม่มากจนเกินไป

2.4.2 วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด (K-Nearest Neighbors: K-NN)

ไม่มีการสร้างตัวแบบจากข้อมูลฝึกหัดเก็บไว้ ทำนายข้อมูลใหม่โดยอาศัยการเปรียบเทียบกับข้อมูลฝึกหัดจำนวน k ตัว ที่อยู่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ใช้คำตอบของข้อมูลฝึกหัดที่อยู่ใกล้เคียงกันมากที่สุด k ตัว ที่พบมากที่สุดเป็นคำตอบ วิธีนี้ทำนายได้เฉพาะข้อมูลเชิงกลุ่ม (Nominal data) เท่านั้น

วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุดเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมในการใช้งานอย่างมาก เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่ายและมีประสิทธิภาพซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานได้หลายอย่าง เช่น งานทางด้านการจำแนกกลุ่ม รวมถึงงานทางด้านการแทนข้อมูลสูญหาย ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้ (Tan, P-N.andet al.:2006)

1. กำหนดค่า k เพื่อใช้พิจารณาสมาชิกที่อยู่ใกล้เคียงกันมากที่สุด เช่น k = 3 คือ จะพิจารณาเฉพาะข้อมูล 3 ตัวแรกที่อยู่ใกล้กับจุดที่ต้องการจะทำนาย

2. คำนวณหาระยะห่างระหว่างข้อมูลตัวอย่างที่สนใจกับข้อมูลอื่นๆ ทุกตัว ด้วยวิธีระยะห่างยูคลิเดียน (Euclidean distance) จากสมการดังนี้

$$dist\left(X_{i,}X_{j}\right)=\sqrt{\sum_{k=1}^{n}(X_{i,k}-X_{i,j})^{2}} \tag{2.3}$$

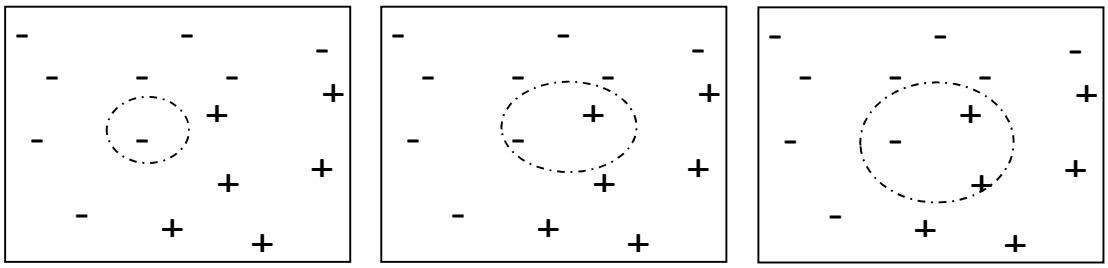
โดยที่

$dist\left(X_{i,}X_{j}\right)$ คือ ระยะห่างระหว่างตัวอย่าง X_i กับตัวอย่าง X_j

n คือ จำนวนคุณสมบัติทั้งหมดของตัวอย่าง

$X_{i,k}$ คือ คุณสมบัติที่ k ของตัวอย่าง X_i

3. เลือกค่าข้อมูลที่มีค่าระยะห่างน้อยที่สุด k ตัว เพื่อนำมาพิจารณาหาคำตอบ แสดงดังภาพที่ 2-3



(a) 1-nearest neighbor (b) 2-nearest neighbor (c) 3-nearest neighbor

ภาพที่ 2-3 การเลือกค่าข้อมูลที่มีค่าระยะห่างน้อยที่สุด k ตัว

(a) ความใกล้เคียงกันมากที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูล 1 ตัว
(b) ความใกล้เคียงกันมากที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูล 2 ตัว
(c) ความใกล้เคียงกันมากที่สุดโดยพิจารณาจากข้อมูล 3 ตัว

2.4.3 วิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ เริ่มแรกพัฒนาขึ้นโดย J.R. Quinlan ในปี 1993 และเป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากแบบจำลองที่ได้สามารถแปลความหมายและเข้าใจได้ง่าย

การสร้างแบบจำลองด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ จะทำการเลือกคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับคลาสมากที่สุดมาเป็นโหนดบนสุดของต้นไม้ (Root Node) หลังจากนั้นก็จะหาคุณลักษณะต่อไปเรื่อยๆ ในการหาความสัมพันธ์ของคุณลักษณะนี้จะใช้ตัววัดที่เรียกว่า เกนความรู้ (Information Gain) ค่านี้คำนวณได้จากสมการที่ 2.4 ดังนี้

$$IG(parent,\ child) = Entropy(parent) - [p(c_1)\ x\ Entropy(c_1) + p(c_2)\ x\ Entropy(c_2)\ldots] \quad (2.4)$$

โดยที่

$Entropy(c_1) = -p(c_1)\log p(c_1)$ และ

$p(c_1)$ คือค่าความน่าจะเป็นของค่า (c_1)

ซึ่งค่าเอนโทรปี (Entropy) นี้จะใช้ในการวัดความแตกต่างกันของข้อมูล ถ้าข้อมูลมีความแตกต่างกันน้อย ค่าเอนโทรปีจะมีค่าต่ำ แต่ถ้าข้อมูลมีความแตกต่างกันมากค่าเอนโทรปีจะมีค่าสูง ดังนั้นถ้าข้อมูลเอนโทรปีของโหนดลูกสามารถแบ่งแยกข้อมูลได้ดีจะมีค่าเอนโทรปีต่ำ และจะทำให้ค่าเกนความรู้ มีค่าสูงเมื่อเทียบกับโหนดบน ในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองของต้นไม้ตัดสินใจ จะคำนวณค่าเกนความรู้ ของแต่ละคุณลักษณะเทียบกับคลาสเพื่อหาคุณลักษณะที่มีค่าเกนความรู้มากที่สุดมาเป็นโหนดรากของต้นไม้ตัดสินใจ

2.4.4 วิธีนาอีฟ เบย์ (Naive Bayes)

การจำแนกข้อมูลด้วยวิธีนาอีฟเบย์เป็นขั้นตอนวิธีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีเบย์ (Bayes' Theorem) ซึ่งอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็นในการทำนายผลลัพธ์ โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อใช้ในการสร้างเงื่อนไขความน่าจะเป็นสำหรับแต่ละความสัมพันธ์ (คมคิด ชัชราภรณ์ และคณะ, 2012) รูปแบบการคำนวณความน่าจะเป็นของนาอีฟเบย์สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.5

$$P(C|A) = \frac{P(A|C)\times P(C)}{P(A)} \quad (2.5)$$

โดยที่ $P(C|A)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นที่ข้อมูลที่มีแอตทริบิวต์ เป็น A จะมีคลาส C

$P(A|C)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นของเทรนนิงดาต้าที่มีคลาส C และมีแอตทริบิวต์ A โดยที่ $A = a_1 \cap a_2 ... \cap a_m$ และ M คือจำนวนแอตทริบิวต์ในเทรนนิงดาต้า

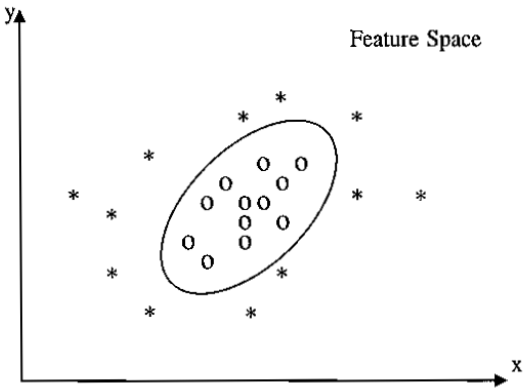
$P(C)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นของคลาส C

จากสมการอธิบายได้ว่า ถ้าต้องการทำนายคลาส C เมื่อทราบแอตทริบิวต์ A แล้ว สามารถคำนวณได้จากความน่าจะเป็นของแอตทริบิวต์ A ที่มีคลาส C ในเทรนนิงดาต้า และค่าความน่าจะเป็นของแอตทริบิวต์ A และคลาส C

2.4.5 วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine)

วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) เป็นโมเดลที่ใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับ Neural Network แต่ SVM มีข้อดีกว่าตรงที่ไม่ค่อยเกิดปัญหา Overfitting มากเหมือนกับ Neural Network วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเป็นสมการที่ใช้ในการจำแนกค่าคุณลักษณะของ 2 กลุ่มที่วางตัวอยู่ในพื้นที่คุณลักษณะ (Feature Space) ออกจากกันโดยจะสร้างเส้นแบ่ง (Plane) ที่เป็นเส้นตรงขึ้นมา และเพื่อให้ทราบว่าเส้นตรงที่แบ่ง 2 กลุ่มออกจากกันนั้นเส้นตรงใดที่เป็นเส้นที่ดีที่สุด โดยเส้นตรงนั้นจะเพิ่มเส้นขอบ (Margin) ออกไปทั้งสองข้าง โดยเส้นขอบที่เพิ่มนั้นจะขนานกับเส้นเดิมเสมอ เส้นขอบที่เพิ่มขึ้นมานี้จะขยายออกไปจนกว่าจะสัมผัสกับค่าของกลุ่มตัวอย่างที่ใกล้ที่สุด (สุรวัชร ศรีเปารยะ และสายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2560)

เคอร์เนล (Kernel) ในโลกความเป็นจริงนั้นข้อมูล 2 กลุ่มไม่ได้วางตัวในพื้นที่คุณลักษณะและไม่สามารถแบ่งได้โดยเส้นตรง แต่ข้อมูลอาจจะจับกลุ่มกันในตำแหน่งต่างๆ ดังนั้นจึงเป็นปัญหาทำให้ไม่สามารถที่จะใช้สมการซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบเชิงเส้นได้ ดังนั้นจะต้องมีเครื่องมือมาช่วยให้ข้อมูลเหล่านั้นเรียงตัวใหม่ในพื้นที่ เรียกว่า พื้นที่หลายมิติ (Higher Dimensional Space) ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 รูปแบบการวางตัวที่ไม่สามารถแบ่งด้วยเส้นตรงได้ (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2558)

2.5 การวัดประสิทธิภาพ

2.5.1 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE)

ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยใช้วัดว่าค่าที่พยากรณ์หรือค่าที่ทำนายได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมากน้อยเพียงใด ค่า MSE ยิ่งน้อยหมายถึงการพยากรณ์ยิ่งแม่นยำ การคำนวณดังสมการที่ 2.6

$$MAE = \sum_{t=1}^{n} \frac{|e_t|}{n} \tag{2.6}$$

โดยที่ ค่าความคลาดเคลื่อน (e_t) = ค่าที่เกิดขึ้นจริง (A_t) – ค่าพยากรณ์ (F_t)

2.5.2 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE)

ความคาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) ใช้วัดว่าตัวแบบมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด มีค่าเท่ากับผลบวกของความแปรปรวนของตัวประมาณและความเอนเอียงของตัวประมาณยกกำลังสอง การคำนวณดังสมการที่ 2.7

$$MSE = \sum_{t=1}^{n} \frac{(e_t)^2}{n} \tag{2.7}$$

โดยที่ ค่าความคลาดเคลื่อน (e_t) = ค่าที่เกิดขึ้นจริง (A_t) – ค่าพยากรณ์ (F_t)

2.5.3 Confusion Matrix

ในการวัดประสิทธิภาพของโมเดลการจำแนกประเภทข้อมูลนั้น จะอาศัย Confusion Matrix ในการเก็บข้อมูลจำนวนแถวที่จำแนกจากกลุ่มข้อมูลจริงและกลุ่มข้อมูลจากการทำนาย โดยที่ตารางนั้นจะมีขนาด m x m โดยที่ m คือจำนวนของกลุ่ม ตารางที่ 2-6 แสดงตารางการกำหนดค่าในการวัดประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2 – 6 ตารางการกำหนดค่าในการวัดประสิทธิภาพ

		ค่าความจริง (Actual)	
		ปฏิเสธ (Negative)	ยอมรับ (Positive)
ค่าทำนาย (Predicted)	ยอมรับ (Positive)	True positive (TP)	(False positive) FP
	ปฏิเสธ (Negative)	False negative (FN)	True negative (TN)

ค่าต่างๆ ภายใน Confusion Matrix มีความหมาย ดังนี้

True positive (TP) หมายถึง จำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกว่าเป็นคลาสซึ่งกำลังสนใจอยู่

True negative (TN) หมายถึง จำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกว่าเป็นคลาสซึ่งไม่ได้สนใจอยู่

False positive (FP) หมายถึง จำนวนข้อมูลที่ทำนายผิดมาเป็นคลาสซึ่งกำลังสนในอยู่

False Negative (FN) หมายถึง จำนวนข้อมูลที่ทำนายผิดมาเป็นคลาสซึ่งไม่ได้สนใจอยู่

การวัดประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทกลุ่ม โดยทั่วไปแล้วจะมีตัววัดที่นิยมใช้กันในงานวิจัยและการทำงานต่างๆ อยู่ 4 ค่า คือ Precision Recall F-Measure และ Accuracy

Precision เป็นการวัดความแม่นยำของโมเดล โดยพิจารณาแยกทีละคลาส

$$Precision = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Positive}$$

Recall เป็นการวัดความถูกต้องของโมเดล โดยพิจารณาแยกทีละคลาส

$$Recall = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Negative}$$

F-Measure เป็นการวัดค่า Precision และ Recall พร้อมกันของโมเดล โดยพิจารณาแยกทีละคลาส

$$F\text{-}Measure = \frac{2\ x\ Precision\ x\ Recall}{Precision + Recall}$$

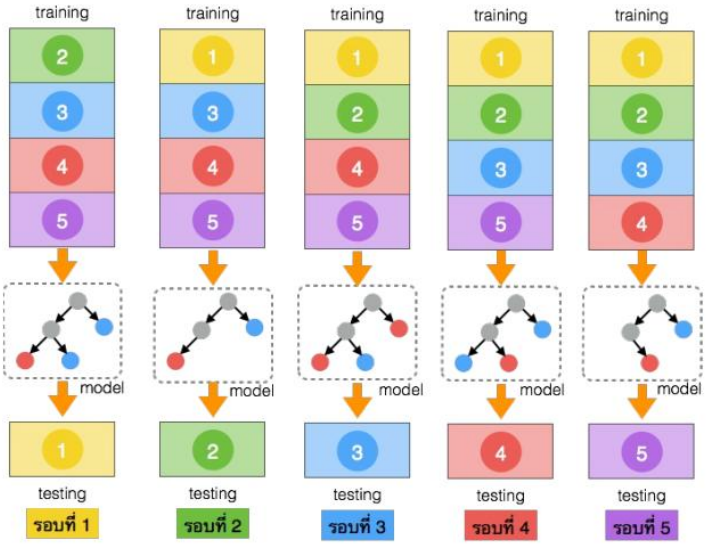
Accuracy เป็นการวัดความถูกต้องของโมเดล โดยพิจารณารวมทุกคลาส คือจำนวน True Positive ของทุกคลาสรวมกัน

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}\ x\ 100$$

2.5.4 Cross-validation Test

K-fold Cross Validation เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเนื่องจากผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือ การวัดประสิทธิภาพด้วยวิธี K-fold Cross-validation จะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น k ส่วน เท่าๆ กัน หรือเรียกว่า fold โดยข้อมูล k-1 ส่วนจะใช้เพื่อสร้างโมเดล และข้อมูลที่เหลืออีก 1 ส่วนจะใช้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล ทำซ้ำจนข้อมูลทุกส่วนถูกนำมาทดสอบ เช่น

การทดสอบด้วยวิธี 5-fold cross-validation แสดงดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 การแบ่งข้อมูลแบบ 5-fold cross-validation (เอกสิทธิ์ พัชรวงศ์ศักดา, 2557)

จากภาพที่ 2-5 เป็นการแบ่งข้อมูลทดสอบออกเป็น 5 ส่วนเท่าๆ กัน จากนั้นทำการสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล 5 ครั้ง ดังนี้

รอบที่ 1 ใช้ข้อมูลส่วนที่ 2,3,4 และ 5 สร้างโมเดล และใช้โมเดลทำนายข้อมูลส่วนที่ 1
รอบที่ 2 ใช้ข้อมูลส่วนที่ 1,3,4 และ 5 สร้างโมเดล และใช้โมเดลทำนายข้อมูลส่วนที่ 2
รอบที่ 3 ใช้ข้อมูลส่วนที่ 1,2,4 และ 5 สร้างโมเดล และใช้โมเดลทำนายข้อมูลส่วนที่ 3
รอบที่ 4 ใช้ข้อมูลส่วนที่ 1,2,3 และ 5 สร้างโมเดล และใช้โมเดลทำนายข้อมูลส่วนที่ 4
รอบที่ 5 ใช้ข้อมูลส่วนที่ 1,2,3 และ 4 สร้างโมเดล และใช้โมเดลทำนายข้อมูลส่วนที่ 5

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Johnes (2006) นำเสนองานวิจัยเรื่อง Data Envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education ศึกษาการวัดคุณภาพการศึกษาในระดับอุดมศึกษาด้วย Data Envelopment Analysis (DEA) สามารถรองรับข้อมูลปัจจัยนำเข้า (input) ปัจจัยผลผลิต (output) หลายชนิด ทำการประเมินคุณภาพการศึกษามหาวิทยาลัย จำนวน 109 แห่งในประเทศอังกฤษโดยใช้ข้อมูลในรอบปีการศึกษา 2000 – 2001 ผลการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) และประสิทธิภาพต่อขนาด (scale efficiency) พบว่าผลการประเมินทุกมหาวิทยาลัยมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย

ทวิกา แกล้มกระโทก, ศิริชัย กาญจนวาสี และศิริเดช สุชีวะ (2552) นำเสนองานวิจัยและพัฒนาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดอันดับและระดับคุณภาพหลักสูตร การประยุกต์ใช้เทคนิคเอชแอลเอ็มและการวิเคราะห์จัดกลุ่ม มีขั้นตอนวิธี ดังนี้ 1) พัฒนารูปแบบการจัดอันดับและระดับคุณภาพหลักสูตร โดยเริ่มจากการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพหลักสูตรจากความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จำนวน 1,089 คน และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบที่พัฒนาขึ้น 2) ใช้รูปแบบที่พัฒนาทดลองจัดอันดับและระดับคุณภาพหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จำนวน 8 หลักสูตร รวบรวมข้อมูลตัวบ่งชี้จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวน 907 คน โดยใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ แบบรายงานข้อมูล และแบบประเมิน วิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็น ได้แก่ 1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการจัดอันดับและระดับคุณภาพหลักสูตร โดยใช้การจัดอันดับ การจัดระดับ 2. วิเคราะห์พหุระดับด้วยโมเดลเอลแอลเอ็ม (Hierarchical Linear Model: HLM) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพหลักสูตร และ 3. วิเคราะห์จัดกลุ่ม (Cluster analysis) เพื่อจัดกลุ่มหลักสูตร ผลการทดลอง พบว่า 1) รูปแบบการจัดอันดับและระดับคุณภาพหลักสูตร ประกอบด้วย แนวคิดการจัดอันดับและระดับคุณภาพหลักสูตร และตัวบ่งชี้คุณภาพหลักสูตร 15 องค์ประกอบ 64 ตัวบ่งชี้ 2) ผลการจัดอันดับและระดับคุณภาพหลักสูตรในภาพรวม พบว่า หลักสูตรที่มีคุณภาพสูงสุดสามอันดับแรก คือ ENG_UB ENG_UC และ ENG_UE ตามลำดับ โดยทั้งสามอันดับแรกมีคุณภาพในระดับดี (คะแนนมากกว่า 60 – 79 %) ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คือ คุณภาพการเรียนการสอน ผู้เรียน และ

บัณฑิต ผลการจัดกลุ่มหลักสูตร พบว่า การใช้องค์ประกอบคุณภาพปัจจุบันเป็นเกณฑ์จัดกลุ่มได้ 4 กลุ่ม การใช้องค์ประกอบคุณภาพเชิงศักยภาพเป็นเกณฑ์ จัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม

Chen (2010) นำเสนองานวิจัย เรื่อง Curriculum Assessment Using Artificial Neural Network and Support Vector Machine Modeling Approach: A Case Study เป็นงานวิจัยที่ประเมินคุณภาพหลักสูตรแพทย์ โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก รวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจของบัณฑิตจำนวน 216 คน ที่จบการศึกษาในปี 2006 2007 และ 2008 ดำเนินการทดลองใช้ปัจจัยที่ใช้ในการประเมินคุณภาพหลักสูตร ทั้งหมด 12 ปัจจัย และลดปัจจัยเหลือ 7 ปัจจัย ประเมินความแม่นยำ (Accuracy) ค่าความไว (Sensitivity) ค่าความจำเพาะ (Specificity) และ F-Measure ผลการทดลองทั้ง 2 ครั้งพบว่าความแม่นยำของทั้ง 3 วิธีมีค่ามากกว่า 90% โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีค่าความแม่นยำมากที่สุด

สุดา ทิพย์ประเสริฐ ธารา อั่งสกุล และจิตมั่น อั่งสกุล (2011) นำเสนองานวิจัยเรื่อง การประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยใช้การวิเคราะห์เส้นทางและการวิเคราะห์กรอบข้อมูล เป็นการประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยการวิเคราะห์หลักสูตรว่าสามารถผลิตบัณฑิตที่มีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด มีขั้นตอนวิธี 2 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพนักศึกษาด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นทาง 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของนักศึกษาด้วยวิธีการวิเคราะห์กรอบข้อมูลโดยใช้แบบจำลองภายใต้ข้อสมมุติ VRS ผลการทดลองพบว่า จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่อาจจะเกี่ยวของกับประสิทธิภาพของนักศึกษาจำนวน 12 ปัจจัย มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับประสิทธิภาพของนักศึกษาจริง 10 ปัจจัย และหลักสูตรตัวอย่างสามารถผลิตนักศึกษาที่มีคุณภาพร้อยละ 45

จุฑามาศ แสงงาม และอวยพร เรืองตระกูล (2013) ได้นำเสนองานวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหลักสูตรภาษาอังกฤษของโรงเรียนสองภาษาจากตัวแปรคัดสรร การวิเคราะห์กรอบข้อมูล เป็นงานวิจัยที่นำเสนอ 1) วิเคราะห์ตัวแปรคัดสรรของปัจจัยนำเข้า ปัจจัยกระบวนการ และปัจจัยผลผลิตที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของหลักสูตรภาษาอังกฤษของโรงเรียนสองภาษา (โรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนด้วยหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2554 เป็นภาษาอังกฤษ) 2) วิเคราะห์ประสิทธิภาพของหลักสูตรภาษาอังกฤษของโรงเรียนสองภาษาจำนวน 80 โรงเรียน เก็บรวบรวมข้อมูลใช้การสัมภาษณ์ และข้อมูลจากแบบบันทึกรายการแบบสอบถาม ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหลักสูตรด้วยเทคนิคการล้อมกรอบข้อมูล สถิติที่ใช้คือ ความถี่และร้อยละ ด้วยโปรแกรม DEAP 2.1 โดยใช้โมเดล BCC แบบลดปัจจัยนำเข้า (input oriented BCC model) ผลการวิจัยพบว่า 1) ตัวแปรคัดสรรที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหลักสูตร ด้านปัจจัยนำเข้าประกอบด้วย 9 ตัวแปร ปัจจัยกระบวนการประกอบด้วย 5 ตัวแปร และปัจจัยผลผลิต ประกอบด้วย 2 ตัวแปร 2) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพหลักสูตรภาษาอังกฤษของโรงเรียนสองภาษาจากปัจจัยนำเข้า ปัจจัยกระบวนการ และปัจจัยผลผลิต จำนวน 80 โรงเรียน พบว่า โรงเรียนสองภาษาส่วนใหญ่มีคะแนนประสิทธิภาพเท่ากับ 60.00-69.99% มีโรงเรียนที่มีประสิทธิภาพของหลักสูตรภาษาอังกฤษ

คือมีคะแนนประสิทธิภาพเท่ากับ 100% จำนวน 8 โรงเรียน (ร้อยละ 10) และโรงเรียนที่ไม่มีประสิทธิภาพของหลักสูตรภาษาอังกฤษ จำนวน 72 โรงเรียน (ร้อยละ 90)

รุ่งนภา ตั้งจิตรเจริญกุล (2557) ได้นำเสนองานวิจัยและพัฒนา เรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏ เป็นงานวิจัยที่นำเสนอ 1) การสังเคราะห์กรอบตัวบ่งชี้วิเคราะห์คุณภาพการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏจากการสังเคราะห์เอกสารของประเทศไทยและต่างประเทศจำนวน 81 ฉบับ และจากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผู้เชี่ยวชาญ 2) ประเมินความเหมาะสม ความเป็นไปได้ ประโยชน์ของตัวบ่งชี้ที่สังเคราะห์ได้จากข้อ 1) ชุดตัวบ่งชี้ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ 36 ตัวบ่งชี้ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน และจากการสำรวจความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จำนวน 220 คน 3) วิเคราะห์วางกรอบข้อมูลเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 5 กลุ่ม จากแบบสอบถามและแบบบันทึกเอกสาร นำข้อมูลมาวิเคราะห์คุณภาพการจัดการศึกษาโดยใช้การวิเคราะห์วางกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis) ผลการวิจัยพบว่า ผลการประมาณค่าคะแนนคุณภาพการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏ 27 หลักสูตร มีคะแนนระหว่าง 45.52 – 100% หลักสูตรที่มีคุณภาพการจัดการศึกษาคือมีคะแนนเท่ากับ 100 คะแนน จากการประเมินจากของกลุ่มผู้ประเมิน 5 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้บริหาร คณาจารย์ นักศึกษา ศิษย์เก่า และผู้ใช้บัณฑิต มีจำนวน 11, 9, 10, 9 และ 7 หลักสูตรตามลำดับ โดยแต่ละหลักสูตรต้องปรับปรุงคุณภาพด้วยการเพิ่มผลผลิต/ผลลัพธ์ 3-5 ปัจจัย ร้อยละ 9.68–81.92 ของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาภายในระยะเวลาที่กำหนด ผลงานวิจัยของนักศึกษาที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ ผลงานวิจัยของอาจารย์ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ จำนวนศิษย์เก่าที่ได้รับรางวัลเกียรติบัตร ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์ และมูลค่าเพิ่มของบัณฑิต

จุติมา รัตนพลแสนย์ (2557) ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการศึกษาและอนาคตประสิทธิภาพการศึกษา สำหรับการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏ เป็นงานวิจัยที่นำเสนอ 1) พัฒนาตัวบ่งชี้เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏ 2) วิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏ 76 สาขาวิชา เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม แบบบันทึกรายการ และวิเคราะห์ประสิทธิภาพการศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วางกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis) 3) วิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพการศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษาในอีก 5 ปีข้างหน้า ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้ตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา 3 ด้านคือปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลลัพธ์ 8 ตัวบ่งชี้ รวม 25 ตัวบ่งชี้ย่อย 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพ 76 สาขาวิชา พบว่ามีคะแนนประสิทธิภาพระหว่าง 67.78 – 100.00% 3) แนวโน้มประสิทธิภาพการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ พบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการจัดการศึกษาระดับ

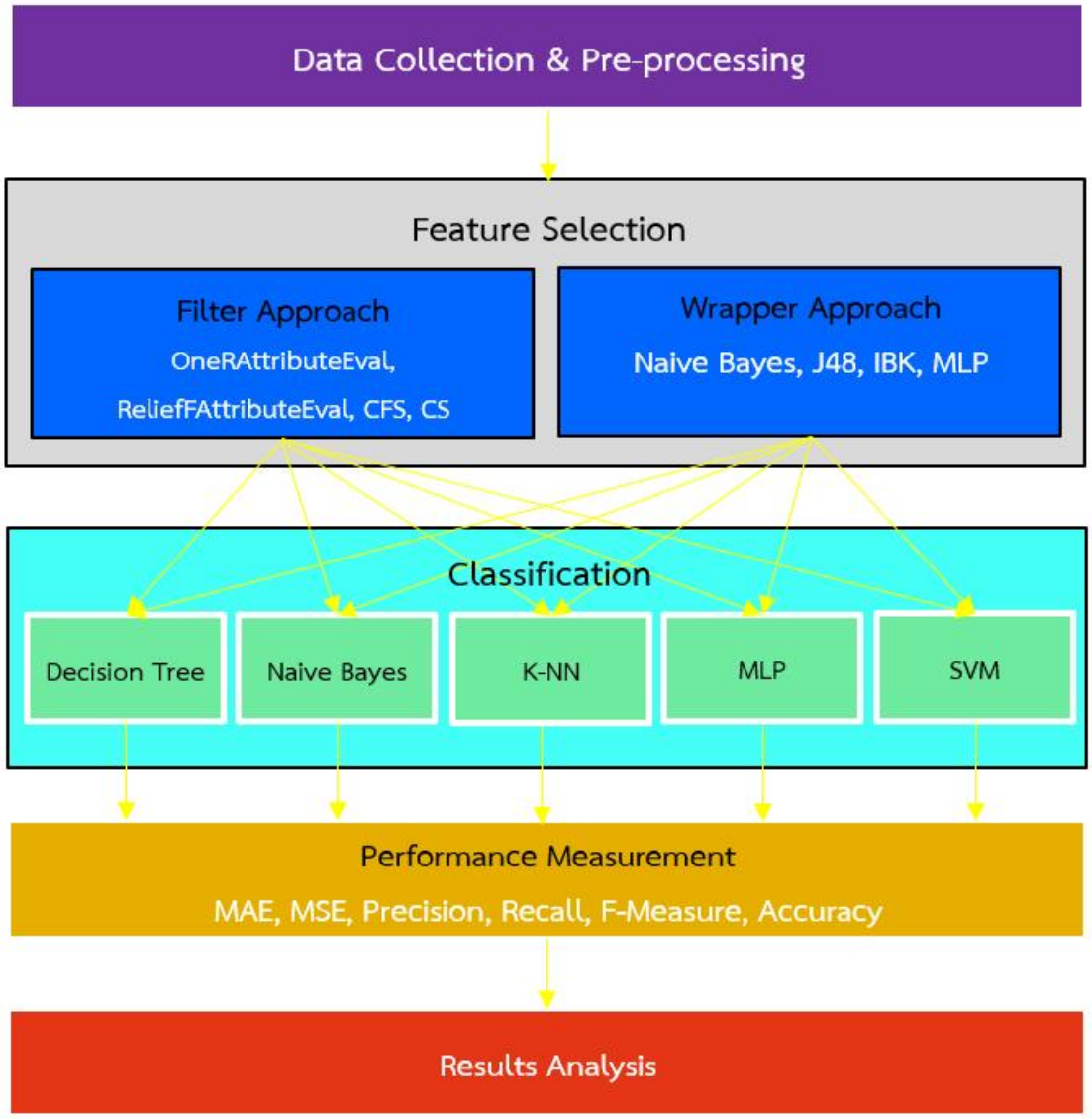
บัณฑิตศึกษาคือ ความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต และจำนวนอาจารย์ โดยได้ผลลัพธ์สมการณ์พยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ และสมการณ์พยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานนิพนธ์

ในบทนี้จะนำเสนอถึงวิธีการดำเนินงานนิพนธ์ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) วิธีการที่นำเสนอ 2) การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการประมวลผล 3) การทดลองสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ และการทดลองสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 วิธีการที่นำเสนอ

วิธีการที่นำเสนอในการดำเนินงานนิพนธ์การประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะ มีขั้นตอน ดังนี้ (1) การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการประมวลผล (2) การคัดเลือกคุณลักษณะของข้อมูล จากจำนวนคุณลักษณะตั้งต้นจำนวน 33 คุณลักษณะ ถูกนำมาคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม โดยวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะแต่ละวิธีจะช่วยลดจำนวนคุณลักษณะลง ซึ่งแต่ละวิธีจะคัดเลือกเฉพาะคุณลักษณะที่สำคัญสำหรับไปใช้สร้างตัวแบบ (3) สร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ ด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (4) เปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบ และ (5) สรุปผลการทดลอง ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3-1 วิธีการที่นำเสนอ

3.2 การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการประมวลผล (Data Collection & Pre-Processing)

3.2.1 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลหลักสูตรตัวอย่าง จำนวน 99 หลักสูตร ประกอบด้วย หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 52 หลักสูตร หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 38 หลักสูตร และหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ จำนวน 9 หลักสูตร ตามคุณลักษณะตั้งต้นสำหรับการประเมินหลักสูตรจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำนวน 36 คุณลักษณะ รวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ 1) ข้อมูลผลการประเมินคุณภาพการศึกษาภายในระดับหลักสูตรในปีการศึกษา 2557 จากระบบ CHE QA Online System 2) ข้อมูลนิสิตจากระบบทะเบียนและสถิตินิสิต 3) ข้อมูลผลการประเมินความพึงพอใจของนิสิตจากระบบประเมินประสิทธิภาพการเรียนการสอน และ 4) ข้อมูลภาวะการมีงานของบัณฑิต ข้อมูลความพึงพอใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ข้อมูล FTES ของนิสิต จากเว็บไซต์กองแผนงาน ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 คุณลักษณะตั้งต้นสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร

ลำดับ	คุณลักษณะ (ตัวบ่งชี้)	ระบบฐานข้อมูล			
		ระบบ CHE QA Online System	ระบบทะเบียนและสถิตินิสิต	ระบบประเมินประสิทธิภาพการเรียนการสอน	ข้อมูลจากเว็บไซต์กองแผนงาน
1	ความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวก			✓	
2	ปริมาณสิ่งอำนวยความสะดวก				✓
3	ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร	✓			
4	จำนวนหลักสูตรที่เปิดสอน		✓		
5	จำนวนชั่วโมงเรียนตลอดภาคเรียนของนักศึกษา		✓		
6	จำนวนอาจารย์ต่อนักศึกษา				✓
7	ร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีวุฒิปริญญาเอก	✓			
8	ร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีตำแหน่งทางวิชาการ	✓			
9	คุณภาพของอาจารย์ผู้สอน	✓			
10	คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	✓			

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ลำดับ	คุณลักษณะ (ตัวบ่งชี้)	ระบบฐานข้อมูล			
		ระบบ CHE QA Online System	ระบบทะเบียนและสถิตินิสิต	ระบบประเมินประสิทธิภาพการเรียนการสอน	ข้อมูลจากเว็บไซต์กองแผนงาน
11	ร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด	✓			
12	จำนวนเงินสนับสนุนงานวิจัยต่ออาจารย์ทั้งหมด	✓			
13	จำนวนเงินสนับสนุนงานวิจัยของนักศึกษาทั้งหมด	✓			
14	ค่าธรรมเนียมการศึกษา		✓		
15	การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน	✓			
16	การจัดการด้านสารสนเทศ			✓	
17	การพัฒนาอาจารย์	✓			
18	การควบคุมคุณภาพวิทยานิพนธ์	✓			
19	การประเมินผลการเรียนการสอน	✓			
20	กระบวนการสำเร็จการศึกษา	✓			
21	จำนวนครั้งในการเป็นกรรมการวิชาการ/วิชาชีพ/กรรมการภาคนิพนธ์ ภายนอกสถาบัน	✓			
22	จำนวนครั้งที่อาจารย์ได้รับการอบรม	✓			
23	ร้อยละของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาภายในระยะเวลาที่กำหนด		✓		
24	GPA เฉลี่ย		✓		
25	ความพึงพอใจในหลักสูตร	✓			
26	มูลค่าเพิ่มของบัณฑิต				✓
27	คุณภาพของบัณฑิต				✓
28	ผลงานวิจัยของนักศึกษาที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่	✓			
29	ผลงานวิจัยของอาจารย์ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่	✓			
30	จำนวนศิษย์เก่าที่ได้รับรางวัลเกียรติบัตร				✓

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ลำดับ	คุณลักษณะ (ตัวบ่งชี้)	ระบบฐานข้อมูล			
		ระบบ CHE QA Online System	ระบบทะเบียนและสถิตินิสิต	ระบบประเมินประสิทธิภาพการเรียนการสอน	ข้อมูลจากเว็บไซต์กองแผนงาน
31	ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของบัณฑิต				✓
32	ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์	✓			
34	จำนวนศิษย์เก่าที่กลับมาเรียนต่อที่สถาบันเดิม		✓		
35	โครงการ/กิจกรรมร่วมมือระหว่างคณะและศิษย์เก่า	✓			

3.2.2 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของข้อมูลก่อนนำมาใช้วิเคราะห์ว่ามีความถูกต้อง ครบถ้วน เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ พบว่าคุณลักษณะจำนวนหลักสูตรที่เปิดสอน มีค่าข้อมูลเท่ากันทุกหลักสูตร คุณลักษณะความสัมพันธ์กับมหาวิทยาลัย และคุณลักษณะการเปรียบเทียบตัวบัณฑิตกับบัณฑิตที่จบจากสถาบันอุดมศึกษาอื่นไม่สามารถรวบรวมข้อมูลได้จากฐานข้อมูล จึงไม่นำ 3 คุณลักษณะนี้มาเป็นคุณลักษณะในการดำเนินงานนิพนธ์

3.2.3 การจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการประมวลผล (Data Pre-processing)

ผู้จัดทำงานนิพนธ์จัดเตรียมข้อมูลเพื่อการประมวลผลด้วยการปรับปรุงรูปแบบข้อมูลที่ได้รวบรวมมาให้อยู่ในรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน และกำหนดชื่อตัวแปร ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 คำอธิบายชื่อตัวแปรและค่าตัวแปรแต่ละคุณลักษณะ

ลำดับ	คุณลักษณะ (ตัวบ่งชี้)	ชื่อตัวแปร	ค่าของตัวแปร
1	ความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวก	I1	ตามจำนวน
2	ปริมาณสิ่งอำนวยความสะดวก	I2	ตามจำนวน
3	ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร	I3	ระดับคะแนน 1 - 5
4	จำนวนชั่วโมงเรียนตลอดภาคเรียนของนักศึกษา	I4	ตามจำนวน
5	จำนวนอาจารย์ต่อนักศึกษา	I5	ตามจำนวน
6	ร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีวุฒิปริญญาเอก	I6	ตามจำนวน
7	ร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีตำแหน่งทางวิชาการเป็นศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ หรือผู้ช่วยศาสตราจารย์	I7	ตามจำนวน
8	คุณภาพของอาจารย์ผู้สอน	I8	ระดับคะแนน 1 - 5
9	คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	I9	ระดับคะแนน 1 - 5
10	ร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด	I10	ตามจำนวน
11	จำนวนเงินสนับสนุนงานวิจัยต่ออาจารย์ทั้งหมด	I11	ตามจำนวน
12	จำนวนเงินสนับสนุนงานวิจัยของนักศึกษาทั้งหมด	I12	ตามจำนวน
13	ค่าธรรมเนียมการศึกษา	I13	ตามจำนวน
14	การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน	P1	ระดับคะแนน 0 - 5
15	การจัดการด้านสารสนเทศ	P2	ตามจำนวน
16	การพัฒนาอาจารย์	P3	ระดับคะแนน 0 - 5
17	การควบคุมคุณภาพวิทยานิพนธ์	P4	ไม่ผ่าน ผ่าน หลักสูตรปริญญาตรี
18	การประเมินผลการเรียนการสอน	P5	ระดับคะแนน 0 - 5
19	กระบวนการสำเร็จการศึกษา	P6	ระดับคะแนน 0 - 5
20	จำนวนครั้งในการเป็นกรรมการวิชาการ/วิชาชีพ/กรรมการภาคนิพนธ์ ภายนอกสถาบัน	P7	ตามจำนวน

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ลำดับ	คุณลักษณะ (ตัวบ่งชี้)	ชื่อตัวแปร	ค่าของตัวแปร
21	จำนวนครั้งที่อาจารย์ได้รับการอบรม	P8	ตามจำนวน
22	ร้อยละของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาภายในระยะเวลาที่กำหนด	OP1	ตามจำนวน และ ยังไม่มีนิสิตจบ = 9
23	GPA เฉลี่ย	OP2	ตามจำนวน
24	ความพึงพอใจในหลักสูตร	OP3	ตามจำนวน
25	มูลค่าเพิ่มของบัณฑิต	OP4	ตามจำนวน
26	คุณภาพของบัณฑิต	OP5	ตามจำนวน
27	ผลงานวิจัยของนักศึกษาที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่	OP6	ตามจำนวน
28	ผลงานวิจัยของอาจารย์ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่	OP7	ตามจำนวน
29	จำนวนศิษย์เก่าที่ได้รับรางวัลเกียรติบัตร	OC1	ตามจำนวน
30	ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของบัณฑิต	OC2	ตามจำนวน
31	ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์	OC3	ตามจำนวน
32	จำนวนศิษย์เก่าที่กลับมาเรียนต่อที่สถาบันเดิม	OC4	ตามจำนวน
33	โครงการ/กิจกรรมร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยและศิษย์เก่า	OC5	ตามจำนวน
34	ผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร (คลาสคำตอบ)	Class	4.51 – 5.00 (ดีมาก) = A 3.51 – 4.50 (ดี) = B 2.51 – 3.50 (พอใช้) = C 1.51 – 2.50 (ต้องปรับปรุง) = D 0.00- 1.50 (ต้องปรับปรุงเร่งด่วน) = E

3.2.4 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของคุณลักษณะตั้งต้นสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตรกับตัวบ่งชี้ตามเกณฑ์ สกอ. และ CUPT QA

ผู้จัดทำงานนิพนธ์เปรียบเทียบให้เห็นความสัมพันธ์ของคุณลักษณะตั้งต้นสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร 33 คุณลักษณะ ที่นำเสนอโดยงานวิจัยชิ้นหนึ่งที่ได้มาจากการวิจัยเชิงคุณภาพ เทียบกับตัวบ่งชี้การประกันคุณภาพการศึกษาภายในสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และตัวบ่งชี้ตามเกณฑ์ Council of the University Presidents of Thailand Quality Assurance (CUPT QA) ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของ 33 คุณลักษณะตั้งต้นสำหรับประเมินคุณภาพหลักสูตรกับตัวบ่งชี้ตามเกณฑ์ สกอ. และ CUPT QA

ลำดับ	ชื่อตัวแปร	คุณลักษณะ (ตัวบ่งชี้)	ตัวบ่งชี้ตามเกณฑ์ สกอ.	ตัวบ่งชี้ตามเกณฑ์ CUPT QA
1	I9	คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	1.1	AUN 6
2	P4	การควบคุมคุณภาพวิทยานิพนธ์	1.1	AUN 8
3	OP5	คุณภาพของบัณฑิต	2.1	AUN 1
4	OP6	ผลงานวิจัยของนักศึกษาที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่	2.2	AUN 11
5	OC1	จำนวนศิษย์เก่าที่ได้รับรางวัลเกียรติบัตร	2.2	AUN 11
6	OC2	ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของบัณฑิต	2.2	AUN 11
7	OC4	จำนวนศิษย์เก่าที่กลับมาเรียนต่อที่สถาบันเดิม	3.1	AUN 1
8	I12	จำนวนเงินสนับสนุนงานวิจัยของนักศึกษาทั้งหมด	3.2	AUN 8
9	OC5	โครงการ/กิจกรรมร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยและศิษย์เก่า	3.2	AUN 8
10	P6	กระบวนการสำเร็จการศึกษา	3.3	AUN 11
11	OP1	ร้อยละของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาภายในระยะเวลาที่กำหนด	3.3	AUN 11
12	OP2	GPA เฉลี่ย	3.3	AUN 11
13	OP3	ความพึงพอใจในหลักสูตร	3.3	AUN 10
14	I8	คุณภาพของอาจารย์ผู้สอน	4.1	AUN 6
15	I11	จำนวนเงินสนับสนุนงานวิจัยต่ออาจารย์ทั้งหมด	4.1	AUN 6

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อตัวแปร	คุณลักษณะ (ตัวบ่งชี้)	ตัวบ่งชี้ตามเกณฑ์ สกอ.	ตัวบ่งชี้ตามเกณฑ์ CUPT QA
16	P3	การพัฒนาอาจารย์	4.1	AUN 6
17	P8	จำนวนครั้งที่อาจารย์ได้รับการอบรม	4.1	AUN 6
18	I6	ร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีวุฒิปริญญาเอก	4.2	AUN 6
19	I7	ร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีตำแหน่งทางวิชาการเป็นศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ หรือผู้ช่วยศาสตราจารย์	4.2	AUN 6
20	P7	จำนวนครั้งในการเป็นกรรมการวิชาการ/วิชาชีพ/กรรมการภาคนิพนธ์ ภายนอกสถาบัน	4.2	AUN 6
21	OP7	ผลงานวิจัยของอาจารย์ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่	4.2	AUN 6
22	OC3	ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์	4.2	AUN 6
23	I5	จำนวนอาจารย์ต่อนักศึกษา	4.3	AUN 6
24	I3	ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร	5.1	AUN 2
25	I4	จำนวนชั่วโมงเรียนตลอดภาคเรียนของนักศึกษา	5.1	AUN 3
26	I10	ร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด	5.1	AUN 6, AUN 7
27	I13	ค่าธรรมเนียมการศึกษา	5.1	AUN 2
28	P1	การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน	5.2	AUN 4
29	P5	การประเมินผลการเรียนการสอน	5.3	AUN 5
30	OP4	มูลค่าเพิ่มของบัณฑิต	5.3	AUN 1
31	I1	ความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวก	6.1	AUN 9
32	I2	ปริมาณสิ่งอำนวยความสะดวก	6.1	AUN 9
33	P2	การจัดการด้านสารสนเทศ	6.1	AUN 9

3.2.5 การเตรียมชุดข้อมูลสำหรับใช้ในการทดลอง

การเตรียมชุดข้อมูลสำหรับใช้ในการทดลอง เป็นข้อมูลหลักสูตรปีการศึกษา 2557 จำนวน 99 หลักสูตร แบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ชุด ข้อมูล ได้แก่ 1) ข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 52 หลักสูตร มีผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ ระดับพอใช้ ระดับต้องปรับปรุง และระดับต้องปรับปรุงเร่งด่วน 2) ข้อมูลหลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 38 หลักสูตร มีผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ ระดับพอใช้ ระดับต้องปรับปรุง และระดับต้องปรับปรุงเร่งด่วน และ 3) ข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ จำนวน 9 หลักสูตร มีผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับต้องปรับปรุง แต่ละชุดข้อมูลมีจำนวนและคุณลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 จำนวนชุดข้อมูลหลักสูตรจำแนกตามกลุ่มสาขา

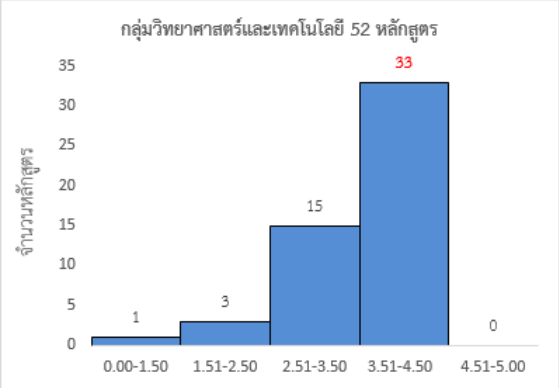
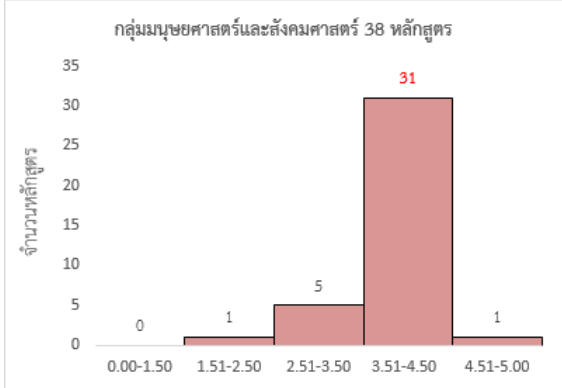
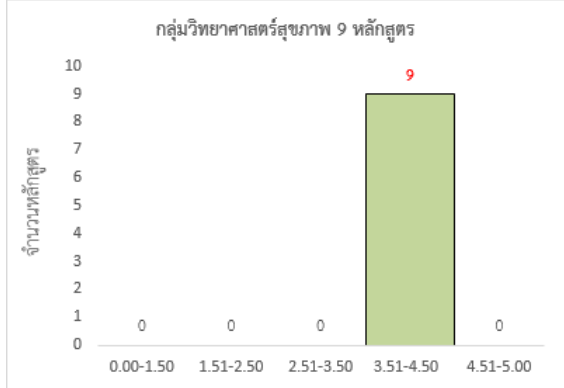
กลุ่มสาขา	จำนวนข้อมูล	ระดับดี (B)		ระดับพอใช้ (C)		ระดับต้องปรับปรุง (D)		ระดับต้องปรับปรุงเร่งด่วน (E)	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	52	-	-	12	23.08	38	73.08	2	3.84
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	38	-	-	8	21.05	23	60.53	7	18.42
วิทยาศาสตร์สุขภาพ	9	2	22.22	6	66.67	1	11.11	-	-

3.2.6 การวิเคราะห์ค่าสถิติเพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะของข้อมูล

การวิเคราะห์ค่าสถิติเพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะของข้อมูลที่คาดว่าจะมีผลต่อผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ดังแสดงในตารางที่ 3-4 การวิเคราะห์ค่าสถิติของข้อมูลนั้นจะใช้สถิติความถี่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแสดงในรูปแบบกราฟฮิสโตแกรม เป็นกราฟแท่งแบบเฉพาะที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเป็นหมวดหมู่ที่เรียกว่าชั้นข้อมูลกับความถี่ของข้อมูล เพื่อดูการกระจายตัวของข้อมูล ลักษณะของข้อมูลที่เป็นหมวดหมู่จะเรียงลำดับจากน้อยไปหามากโดยจำนวนหมวดหมู่ของข้อมูลจะจัดตามความเหมาะสม โดยแกนตั้งจะเป็นตัวเลขแสดงความถี่ และแกนนอนจะเป็นข้อมูลข้อมูลคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจ แท่งกราฟแต่ละแท่งจะมีความกว่างเท่ากันซึ่งเท่ากับความกว้างของชั้นข้อมูล ส่วนความสูงของกราฟแต่ละแท่งนั้นจะสูงเท่ากับจำนวนความถี่ของแต่ละชั้นข้อมูล เพื่อดูการกระจายของคุณลักษณะข้อมูลหลักสูตร ทั้ง 3 กลุ่มสาขา คือ กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 52 หลักสูตร กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 38 หลักสูตร และ

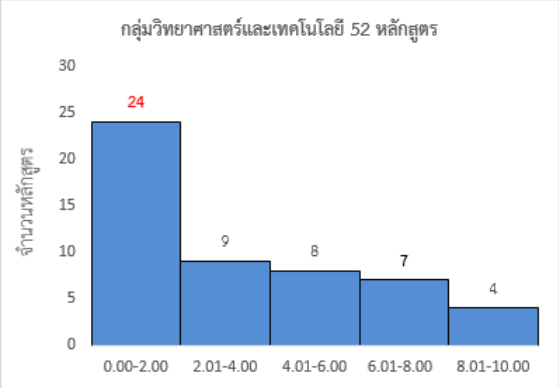
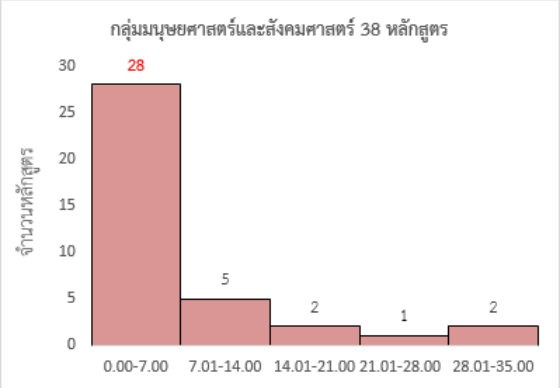
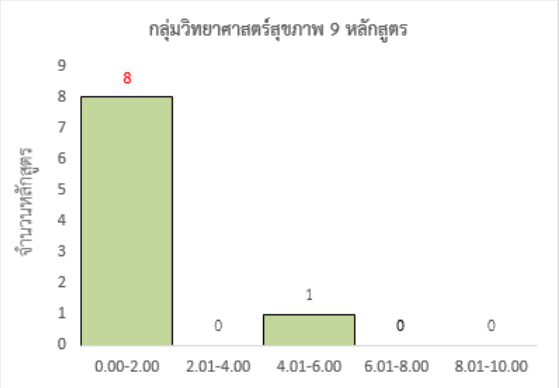
กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ จำนวน 9 หลักสูตร ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3-5 3-6 3-7 3-8 3-9 3-10 3-11 3-12 3-13 3-14 3-15 3-16 3-17 3-18 3-19 ถึง ตารางที่ 3-20 ดังนี้

ตารางที่ 3-5 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะข้อมูลความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวก หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(I1) ความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวก		
		
Mean : 3.371 Standard Deviation : 0.681	Mean : 3.729 Standard Deviation : 0.434	Mean : 4.042 Standard Deviation : 0.288

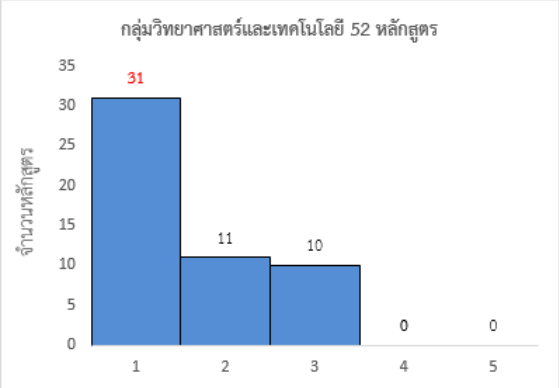
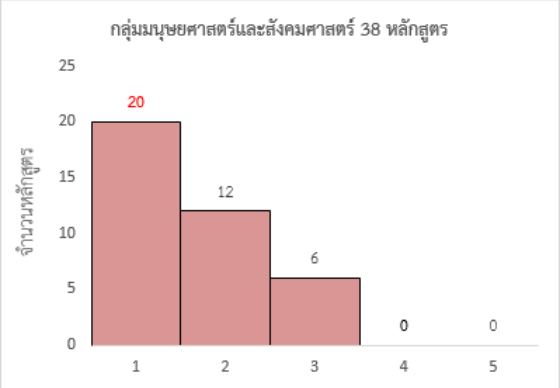
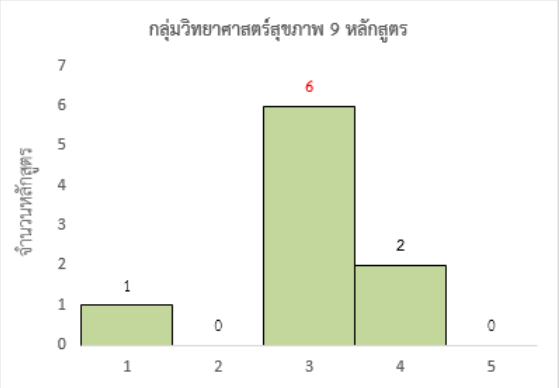
จากตารางที่ 3-5 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.51 - 4.50 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะสมมาตร คือ ข้อมูลเกาะกลุ่มอยู่ใกล้ค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.51 - 4.50 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีข้อมูลอยู่ในระดับค่อนข้างสูงแค่กลุ่มเดียวคือมีค่าระหว่าง 3.51 - 4.50

ตารางที่ 3-6 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะปริมาณสิ่งอำนวยความสะดวก หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(I2) ปริมาณสิ่งอำนวยความสะดวก		
		
Mean : 3.09 Standard Deviation : 2.783	Mean : 6.355 Standard Deviation : 7.479	Mean : 1.922 Standard Deviation : 1.585

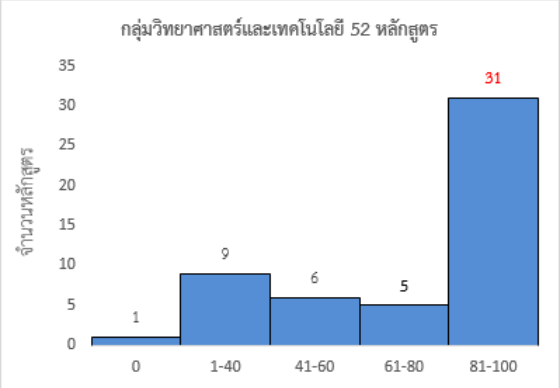
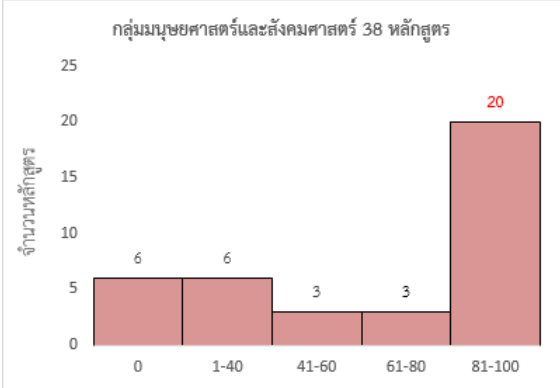
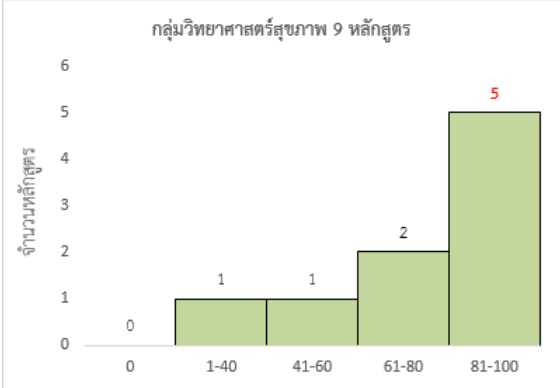
จากตารางที่ 3-6 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 0.00 - 2.00 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเบ้ขวา คือค่าของข้อมูลค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 0.00 - 7.00 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 0.00 - 2.00

ตารางที่ 3-7 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะความเหมาะสมและความยืดหยุ่น หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่น		
		
Mean : 1.596 Standard Deviation : 0.799	Mean : 1.632 Standard Deviation : 0.751	Mean : 3 Standard Deviation : 0.866

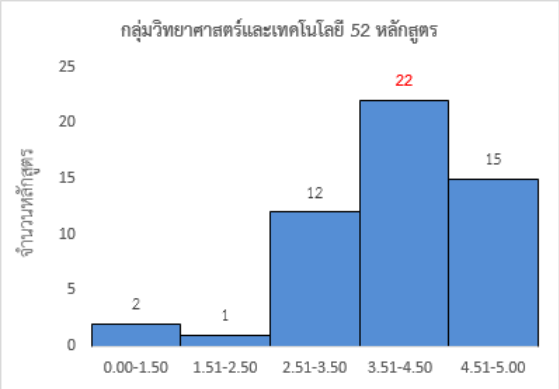
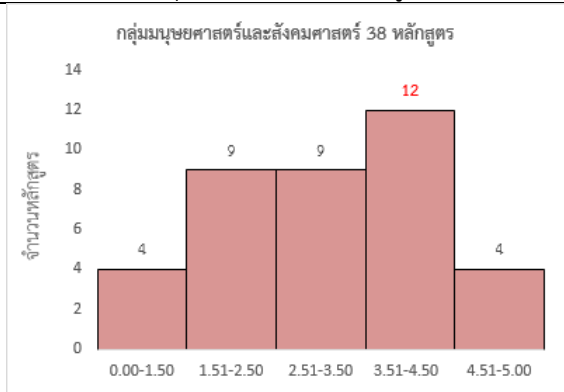
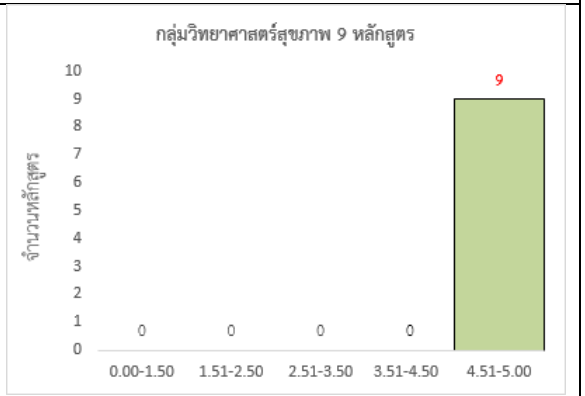
จากตารางที่ 3-7 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ขวา คือค่าของข้อมูลค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเอนเบ้ขวา คือค่าของข้อมูลค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีลักษณะสมมาตร คือ ข้อมูลเกาะกลุ่มอยู่ใกล้ค่าเฉลี่ยโดยมีค่าเท่ากับ 3

ตารางที่ 3-8 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีวุฒิปริญญาเอก หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(I6) ร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีวุฒิปริญญาเอก		
		
Mean : 78.91 Standard Deviation : 29.341	Mean : 66.842 Standard Deviation : 41.14	Mean : 83.148 Standard Deviation : 23.753

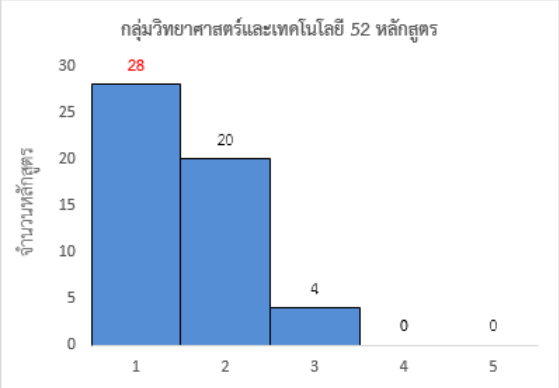
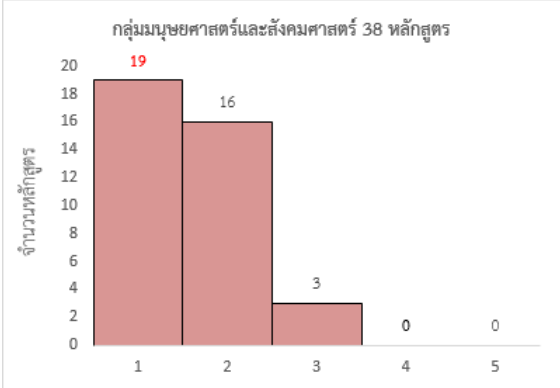
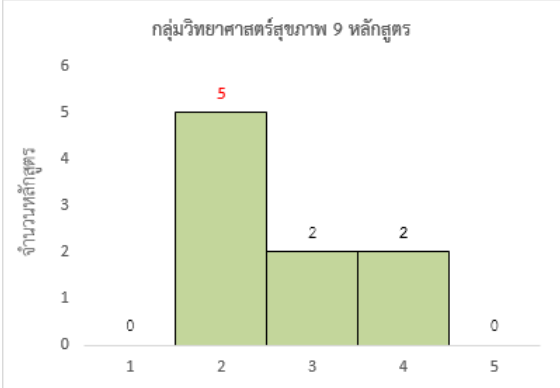
จากตารางที่ 3-8 พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวกันมากเมื่อพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีค่ามากกว่า 20 โดย 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 81 - 100 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 81 - 100 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 81 - 100

ตารางที่ 3-9 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะคุณภาพของอาจารย์ผู้สอน หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(I8) คุณภาพของอาจารย์ผู้สอน		
		
Mean : 3.93 Standard Deviation : 0.945	Mean : 2.874 Standard Deviation : 1.371	Mean : 4.989 Standard Deviation : 0.033

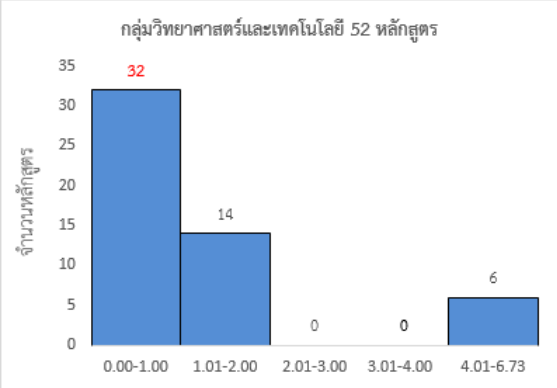
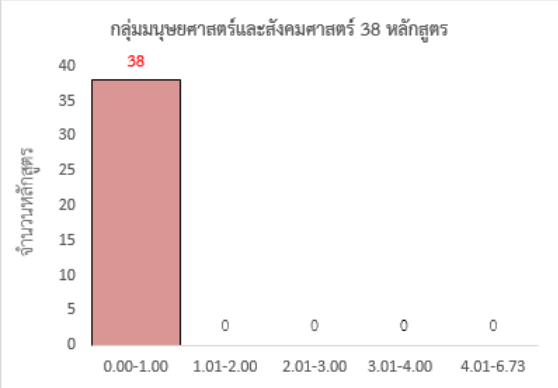
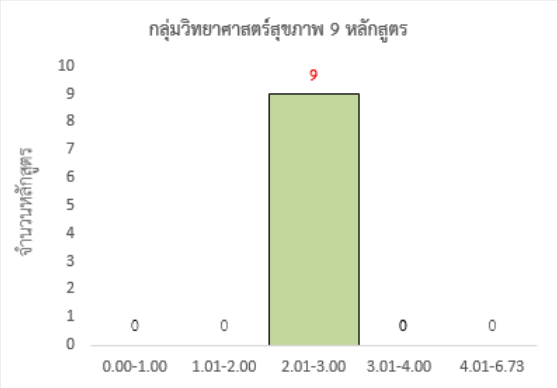
จากตารางที่ 3-9 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.51-4.50 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.51-4.50 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพอยู่ในระดับค่อนข้างสูงแค่กลุ่มเดียวคือมีค่าระหว่าง 4.51 - 5.00

ตารางที่ 3-10 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะคุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์		
		
Mean : 1.538 Standard Deviation : 0.641	Mean : 1.579 Standard Deviation : 0.642	Mean : 2.667 Standard Deviation : 0.866

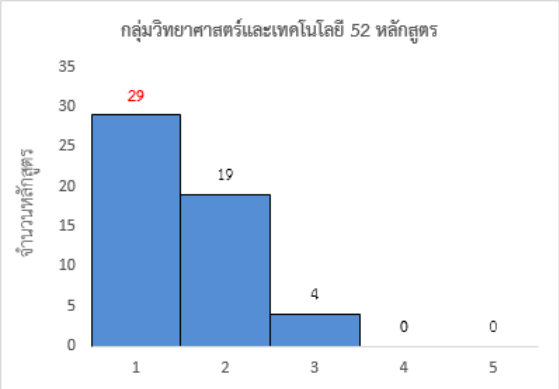
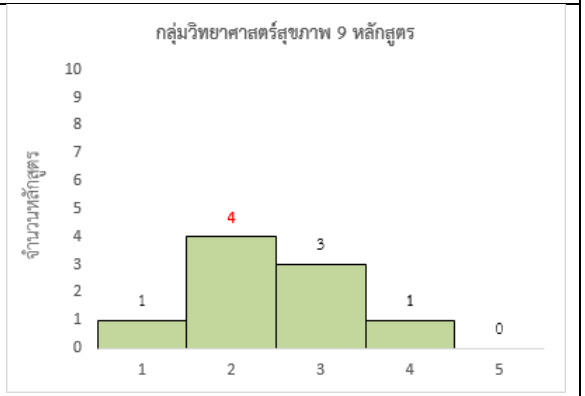
จากตารางที่ 3-10 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 2 ซึ่งข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีระดับข้อมูลเริ่มต้นจะสูงกว่ากลุ่มอื่น

ตารางที่ 3-11 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(I10) ร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด		
กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 52 หลักสูตร	กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 38 หลักสูตร	กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ 9 หลักสูตร
		
Mean : 1.371 Standard Deviation : 1.972	Mean : 0.64 Standard Deviation : 0	Mean : 2.909 Standard Deviation : 0

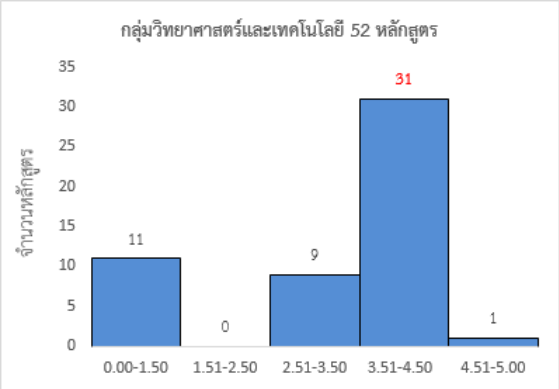
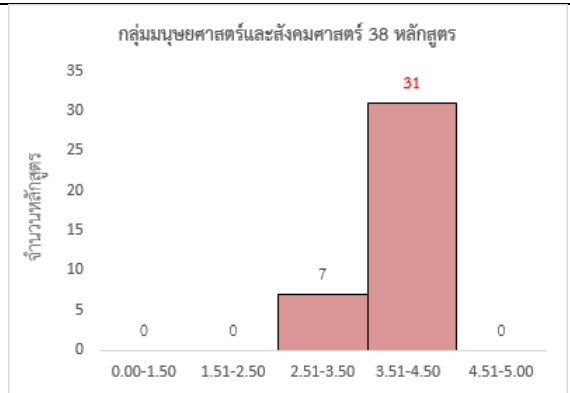
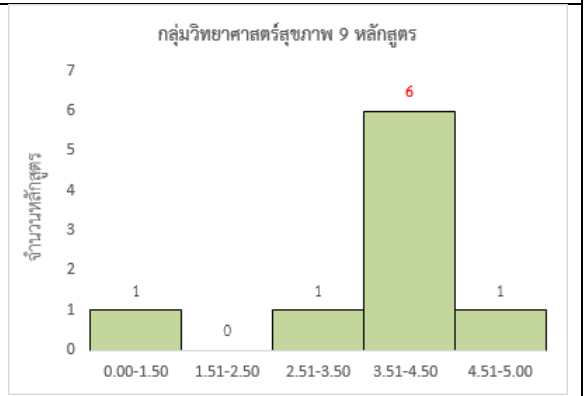
จากตารางที่ 3-11 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 0.00-1.00 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์และข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพข้อมูลไม่มีความแตกต่างเนื่องจากเป็นตัวแทนข้อมูลส่วนงานเดียว

ตารางที่ 3-12 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะการบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(P1) การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน		
		
Mean : 1.5 Standard Deviation : 0.672	Mean : 1.605 Standard Deviation : 0.679	Mean : 2.444 Standard Deviation : 0.882

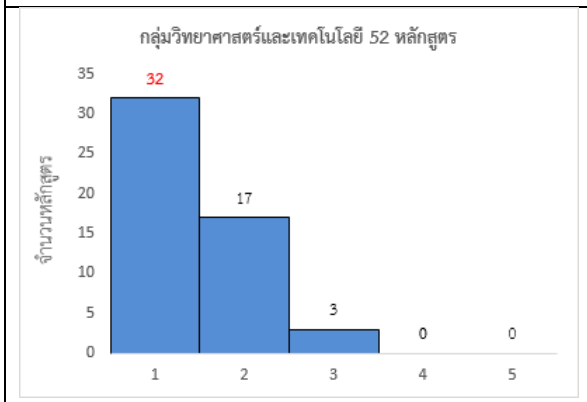
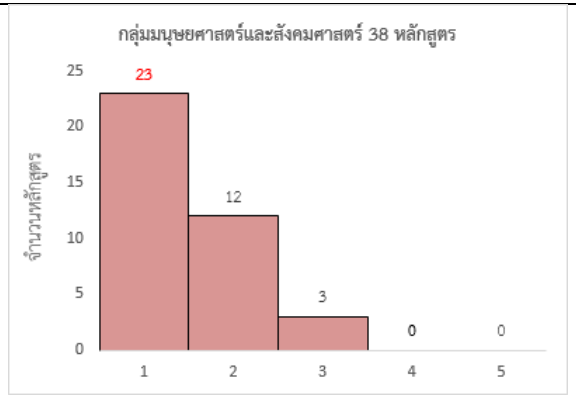
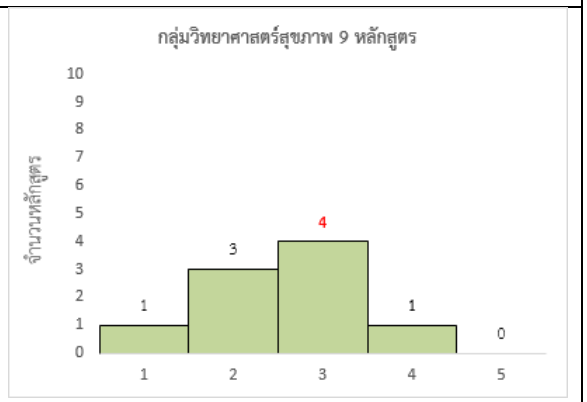
จากตารางที่ 3-12 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 2

ตารางที่ 3-13 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะการจัดการด้านสารสนเทศ หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(P2) การจัดการด้านสารสนเทศ		
		
Mean : 2.93 Standard Deviation : 1.558	Mean : 3.797 Standard Deviation : 0.333	Mean : 3.744 Standard Deviation : 1.455

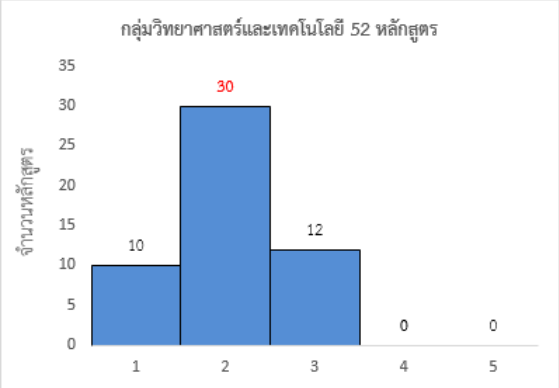
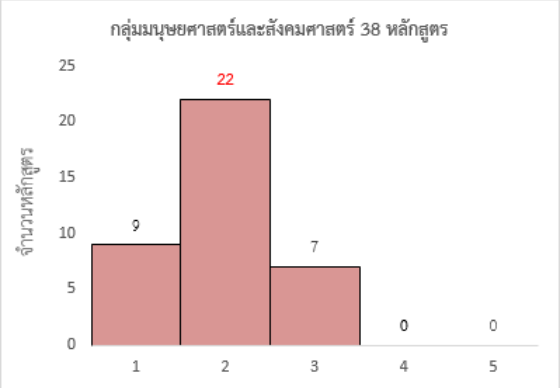
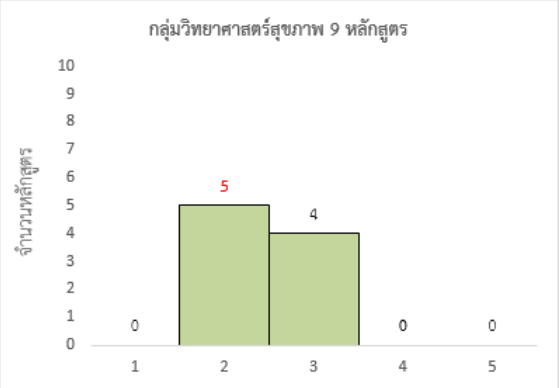
จากตารางที่ 3-13 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ค่าของข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.51-4.50 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ค่าของข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.51-4.50 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีลักษณะสมมาตรคือข้อมูลเกาะกลุ่มอยู่ใกล้ค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.51 - 4.50

ตารางที่ 3-14 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะการพัฒนาอาจารย์ หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(P3) การพัฒนาอาจารย์		
		
Mean : 1.442 Standard Deviation : 0.608	Mean : 1.474 Standard Deviation : 0.647	Mean : 2.556 Standard Deviation : 0.882

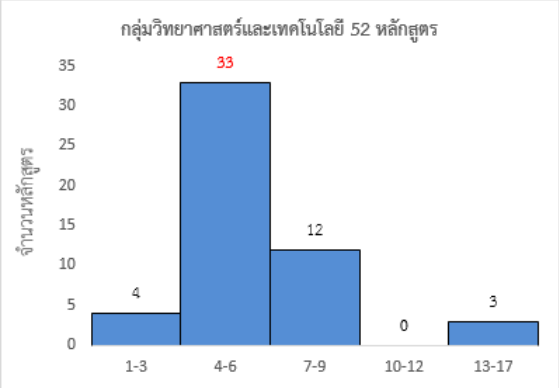
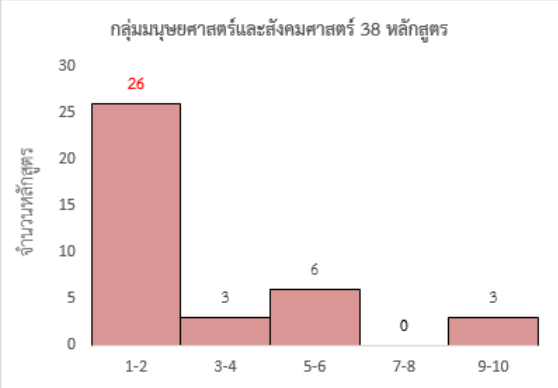
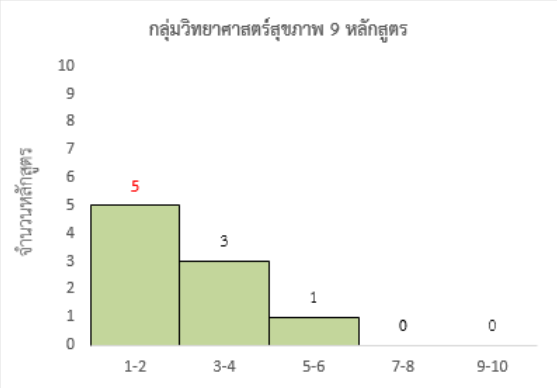
จากตารางที่ 3-14 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีลักษณะสมมาตร คือ ข้อมูลส่วนใหญ่เกาะกลุ่มอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 3-15 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะกระบวนการสำเร็จการศึกษา หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(P6) กระบวนการสำเร็จการศึกษา		
		
Mean : 2.038 Standard Deviation : 0.656	Mean : 1.947 Standard Deviation : 0.655	Mean : 2.444 Standard Deviation : 0.527

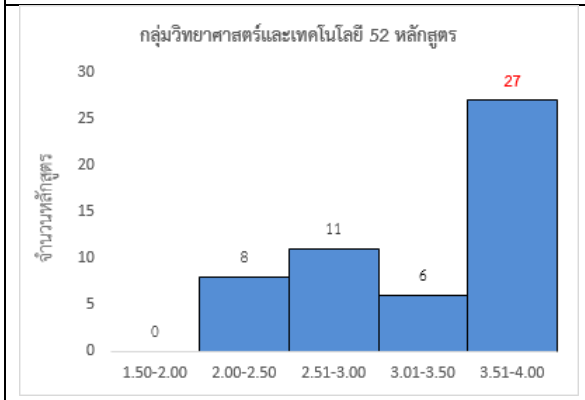
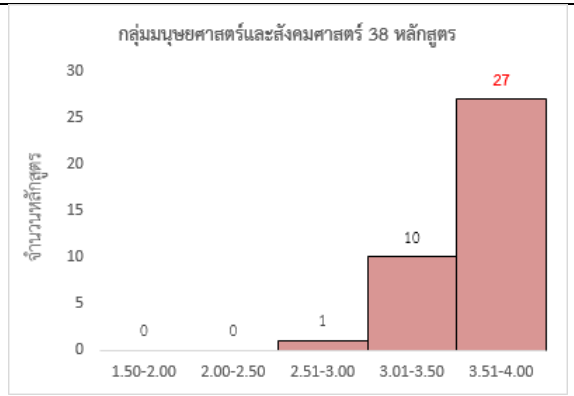
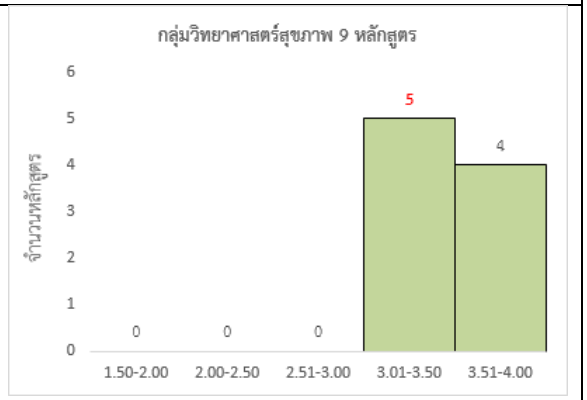
จากตารางที่ 3-15 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะสมมาตร คือ ข้อมูลเกาะกลุ่มอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 2 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะสมมาตร คือ ข้อมูลเกาะกลุ่มอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 2 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีลักษณะสมมาตร คือ ข้อมูลส่วนใหญ่เกาะกลุ่มอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 2 ซึ่งข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีระดับข้อมูลเริ่มต้นจะสูงกว่ากลุ่มอื่น

ตารางที่ 3-16 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะจำนวนครั้งที่อาจารย์ได้รับการอบรม หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(P8) จำนวนครั้งที่อาจารย์ได้รับการอบรม		
		
Mean : 5.923 Standard Deviation : 2.956	Mean : 2.158 Standard Deviation : 2.955	Mean : 2.778 Standard Deviation : 1.093

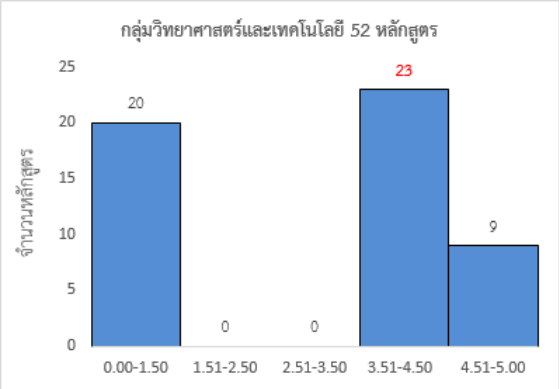
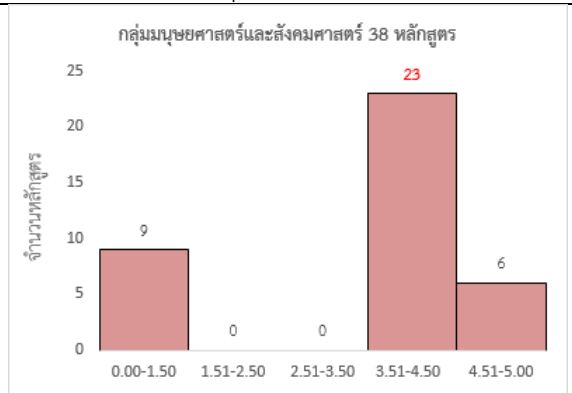
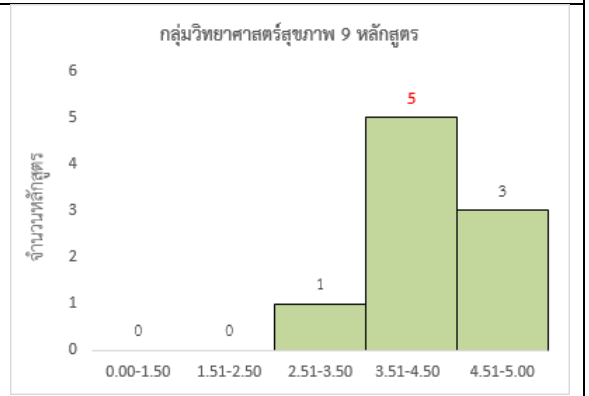
จากตารางที่ 3-16 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะสมมาตร คือ ข้อมูลเกาะกลุ่มอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 4-6 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเบ้ขวา ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 1-2 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีลักษณะสมมาตร คือ ข้อมูลส่วนใหญ่เกาะกลุ่มอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 2 ซึ่งข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีมีลักษณะเบ้ขวา ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 1-2

ตารางที่ 3-17 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะ GPA เฉลี่ย หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(OP2) GPA เฉลี่ย		
		
Mean : 3.251 Standard Deviation : 0.538	Mean : 3.582 Standard Deviation : 0.257	Mean : 3.467 Standard Deviation : 0.143

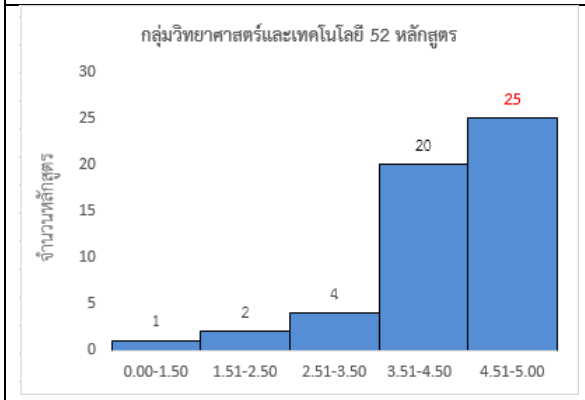
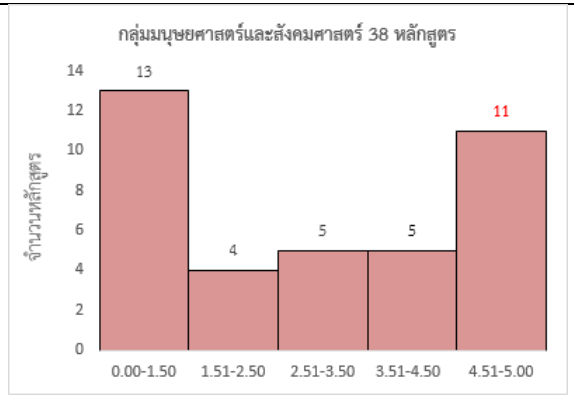
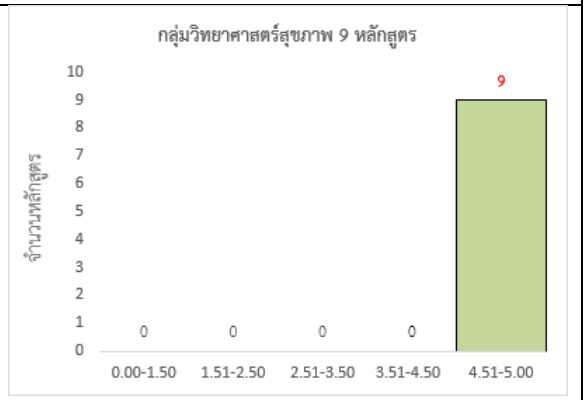
จากตารางที่ 3-17 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.51 - 4.00 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.51 - 4.00 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.01 - 3.50

ตารางที่ 3-18 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะคุณภาพของบัณฑิต หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(OP5) คุณภาพของบัณฑิต		
		
Mean : 2.625 Standard Deviation : 2.125	Mean : 3.242 Standard Deviation : 1.854	Mean : 4.254 Standard Deviation : 0.457

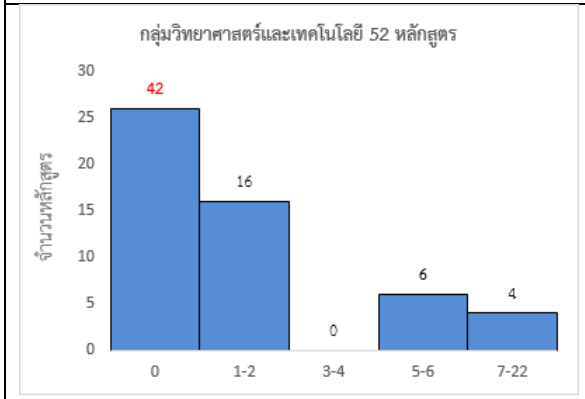
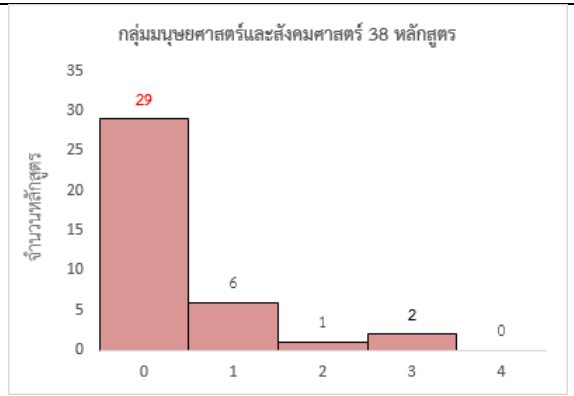
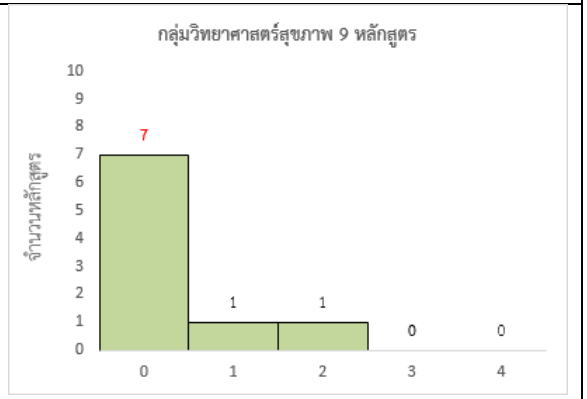
จากตารางที่ 3-18 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.51 - 4.50 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.51 - 4.50 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 3.51 - 4.50

ตารางที่ 3-19 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะผลงานวิจัยของอาจารย์ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(OP7) ผลงานวิจัยของอาจารย์ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่		
		
Mean : 4.248 Standard Deviation : 0.954	Mean : 2.658 Standard Deviation : 2.095	Mean : 5 Standard Deviation : 0

จากตารางที่ 3-19 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 4.51 - 5.00 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเบ้ซ้าย คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 4.51 - 5.00 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพอยู่ในระดับค่อนข้างสูงแค่กลุ่มเดียวคือมีค่าระหว่าง 4.51 - 5.00

ตารางที่ 3-20 แสดงฮิสโตแกรมคุณลักษณะผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์ หลักสูตร 3 กลุ่มสาขา

(OC3) ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์		
		
Mean : 2.385 Standard Deviation : 4.851	Mean : 0.368 Standard Deviation : 0.786	Mean : 0.333 Standard Deviation : 0.707

จากตารางที่ 3-20 พบว่า 1) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 0 2) ข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 0 และ 3) ข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพมีลักษณะเบ้ขวา คือ ข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 0

3.3 การทดลอง

3.3.1 การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ

การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ เป็นการสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยใช้คุณลักษณะตั้งต้น จำนวน 33 คุณลักษณะในการจำแนกประเภทข้อมูล ผู้ดำเนินงานนิพนธ์ทดลองสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน จากนั้นเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy) ของตัวแบบ เพื่อหาตัวแบบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด

การทดลองที่ 1 : การทดลองเพื่อหาตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด (ค่าความถูกต้องสูง ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำ)

สมมุติฐานการทดลอง : การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP น่าจะให้ค่าประสิทธิภาพที่สูงที่สุด

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

1. เตรียมข้อมูลเพื่อเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล Weka 3.8.1 โดยไฟล์ข้อมูลอยู่ในรูปแบบไฟล์ CSV (Comma Delimited)
2. นำข้อมูลจากข้อ 1 มาจำแนกประเภทข้อมูล ด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)
3. นำข้อมูลจากข้อ 1 มาจำแนกประเภทข้อมูล ด้วยวิธีนาอีฟ เบย์ แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)
4. นำข้อมูลจากข้อ 1 มาจำแนกประเภทข้อมูล ด้วยวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)
5. นำข้อมูลจากข้อ 1 มาจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross

validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)

6. นำข้อมูลจากข้อ 1 มาจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)

7. เปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความถูกต้อง และค่าความคลาดเคลื่อน เพื่อหาเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลที่ให้ค่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

3.3.2 การทดลองสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ

การวิเคราะห์คุณลักษณะสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร

จากคุณลักษณะตั้งต้นสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร 33 คุณลักษณะ ที่ได้จากงานวิจัยเชิงคุณภาพ จะถูกนำมาคัดเลือกคุณลักษณะของข้อมูลก่อนการนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการจำแนกข้อมูล โดยวัตถุประสงค์ของการคัดเลือกข้อมูลเพื่อคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่มีความสำคัญเท่านั้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้สังเคราะห์ตัวแบบได้อย่างรวดเร็ว และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูล ผู้ดำเนินงานนิพนธ์เสนอวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร 2 เทคนิค คือ 1) เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง 4 วิธี คือ OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS และ CFS และ 2) เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ทำงานกับเทคนิคการเรียนรู้ 4 ประเภท ได้แก่ Naive Bayes J48 IBK และ MLP ทดลองคัดเลือกคุณลักษณะกับข้อมูลหลักสูตร 3 ชุด คือ หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ คุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือกในแต่ละวิธีจะถูกนำไปใช้ในการสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล ดังนี้

การทดลองที่ 2 : การทดลองเพื่อหาคุณลักษณะที่จะได้รับการคัดเลือกในแต่ละวิธีของเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม

สมมุติฐานการทดลอง : เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่แตกต่างกันส่งผลต่อการคัดเลือกคุณลักษณะและค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร

1. เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ใช้วิธีการคัดเลือกคุณลักษณะในกลุ่ม Ranker Algorithm 2 วิธี และวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะในกลุ่ม Genetic Algorithm 2 วิธี ได้แก่ 1) เทคนิคOneRAttributeEval 2) เทคนิค ReliefFAttributeEval 3) เทคนิค Consistency – based Feature Selection : CS และ 4) เทคนิค Correlation – based Feature Selection : CFS

2. เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมที่ทำงานกับเทคนิคการเรียนรู้ 4 ประเภท ได้แก่ 1) Naive Bayes 2) Trees J48 3) IBK และ 4) MLP

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

1. เตรียมข้อมูลเพื่อเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล Weka 3.8.1 โดยไฟล์ข้อมูลอยู่ในรูปแบบไฟล์ CSV (Comma Delimited)

2. กำหนดวิธีการค้นหาข้อมูลด้วยวิธีการค้นหา (Search Method) แบบ Best First

3. กำหนดวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะ (Attribute Selection Mode) ด้วยวิธี Use full training set

4. คัดเลือกคุณลักษณะสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร ด้วยเทคนิคการคัดเลือกแบบกรอง 4 วิธี ได้แก่ OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS และ CFS บันทึกคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกในแต่ละวิธี

5. คัดเลือกคุณลักษณะสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมที่ทำงานกับเทคนิคการเรียนรู้ 4 ประเภท ได้แก่ Naive Bayes J48 IBK และ MLP บันทึกคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกในแต่ละวิธี

6. นำคุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกในแต่ละวิธีไปสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล

การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ

การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะเป็นการสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยนำคุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกจากขั้นตอนการวิเคราะห์คุณลักษณะสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร ด้วยวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง 4 วิธี ได้แก่ OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS และ CFS และวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมที่ทำงานกับเทคนิคการเรียนรู้ 4 ประเภท ได้แก่ Naive Bayes J48 IBK และ MLP ผู้ดำเนินงานนิพนธ์ทดลองสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน โดยผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรจำแนกออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1) A คือ ระดับดีมาก 2) B คือ ระดับดี 3) C คือระดับพอใช้ 4) D คือระดับต้องปรับปรุง และ 5) E คือ ระดับต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน เพื่อหาตัวแบบที่ให้ผลการทดลอง (ค่าความถูกต้องสูง ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำ) ที่ดีที่สุดสำหรับชุดข้อมูลหลักสูตรทั้ง 3 กลุ่มสาขา ดังนี้

การทดลองที่ 3 : การทดลองเพื่อหาตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ให้ค่าประสิทธิภาพตัวแบบ (ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำ ค่าความถูกต้องสูง) ที่ดีที่สุด สำหรับชุดข้อมูลหลักสูตรทั้ง 3 กลุ่มสาขา

สมมุติฐานการทดลอง : คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมเมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีโครงข่าย

ประสาทเทียม MLP น่าจะให้ค่าประสิทธิภาพตัวแบบ (ค่าความถูกต้องสูง ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำ) ที่ดีที่สุด

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

1. เตรียมข้อมูลเพื่อเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล Weka 3.8.1 โดยไฟล์ข้อมูลอยู่ในรูปแบบไฟล์ CSV (Comma Delimited)

2. นำข้อมูลคุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี OneRAttributeEval มาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)

3. นำข้อมูลคุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองวิธี ReliefFAttributeEval มาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)

4. นำข้อมูลคุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองวิธี CS มาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)

5. นำข้อมูลคุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองวิธี CFS มาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)

6. นำข้อมูลคุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมวิธี Naive Bayes มาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)

7. นำข้อมูลคุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมวิธี J48 มาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)

8. นำข้อมูลคุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมวิธี IBK มาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)

9. นำข้อมูลคุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมวิธี MKP มาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แบ่งข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธี 5 – Fold Cross validation วัดประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy)

10. เปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่าความถูกต้อง และค่าความคลาดเคลื่อนเพื่อหาคุณลักษณะ และเทคนิคการทำแนกประเภทข้อมูลที่ให้ค่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะนำเสนอถึงการทดลองและผลการทดลอง การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ และการสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ เพื่อหาตัวแบบที่ให้ค่าประสิทธิภาพสูงที่สุด และโดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ

การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ เป็นการสร้างตัวแบบโดยใช้คุณลักษณะตั้งต้น จำนวน 33 คุณลักษณะ ในการจำแนกประเภทข้อมูล ทดลองสร้างตัวแบบกับข้อมูล 3 กลุ่ม คือ กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ ผู้ดำเนินงานนิพนธ์ทดลองสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบด้วย 5-Fold Cross Validation จากนั้นทำการเปรียบเทียบหาค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy) ของตัวแบบเพื่อหาตัวแบบที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

การทดลองที่ 1 : การทดลองเพื่อหาตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

สมมุติฐานการทดลอง : การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP น่าจะให้ค่าประสิทธิภาพที่สูงที่สุด

ผลการทดลอง :

1) การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้คุณลักษณะตั้งต้น จำนวน 33 คุณลักษณะ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ให้ค่าความถูกต้องที่สูงที่สุด เท่ากับ 84.62% ดังผลการทดลองในตารางที่ 4-1

2) การสร้างตัวแบบการการประเมินคุณภาพหลักสูตรข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ โดยใช้คุณลักษณะตั้งต้น จำนวน 33 คุณลักษณะ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุดให้ค่าความถูกต้องที่สูงที่สุด เท่ากับ 71.05% ดังผลการทดลองในตารางที่ 4-2

3) การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยใช้คุณลักษณะตั้งต้น จำนวน 33 คุณลักษณะ วิธีนาอีฟ เบย์ และวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุดให้ค่าความถูกต้องที่สูงที่สุด เท่ากับ 71.05% ดังผลการทดลองในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-1 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ

Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Decision Tree	0.2081	0.1916	0.692	0.692	0.692	69.23
Naive Bayes	0.1868	0.1735	0.700	0.731	0.715	73.08
K-NN	0.2062	0.1250	0.749	0.788	0.755	78.85
MLP	0.1469	0.0957	0.813	0.846	0.829	**84.62***
SVM	0.2564	0.1082	0.832	0.846	0.834	84.62

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าความถูกต้องเท่ากันแต่มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำกว่า

จากตารางที่ 4-1 ข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 52 ระเบียนข้อมูล 33 คุณลักษณะ มีผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ ระดับพอใช้ ระดับต้องปรับปรุง และระดับต้องปรับปรุงเร่งด่วน เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบด้วย 5-Fold Cross Validation พบว่า ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และวิธีซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน ให้ค่าประสิทธิภาพที่สูงที่สุด เมื่อพิจารณาจากการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องเท่ากับ 84.62% รองลงมาคือ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 78.85% วิธีนาอีฟ เบย์ 73.08% และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ 69.23% ตามลำดับ

ตารางที่ 4-2 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ

Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Decision Tree	0.275	0.2351	0.617	0.605	0.609	60.53
Naive Bayes	0.2866	0.2611	0.565	0.553	0.552	55.26
K-NN	0.308	0.1509	0.749	0.711	0.673	**71.05**
MLP	0.2584	0.1744	0.678	0.684	0.678	68.42
SVM	0.3041	0.1559	0.643	0.658	0.638	65.79

จากตารางที่ 4-2 ข้อมูลหลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 38 ระเบียนข้อมูล 33 คุณลักษณะ มีผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ ระดับพอใช้ ระดับต้องปรับปรุง และระดับต้องปรับปรุงเร่งด่วน เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบด้วย 5-Fold Cross Validation พบว่า ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุดให้ค่าประสิทธิภาพที่สูงที่สุด เมื่อพิจารณาจากการเปรียบเทียบค่าความถูกต้อง เท่ากับ 71.05% รองลงมาคือวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP 68.42% วิธีซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน 65.79% วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 60.53% และวิธีนาอีฟ เบย์ 55.26% ตามลำดับ

ตารางที่ 4-3 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ ที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ

Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Decision Tree	0.3489	0.2631	0.417	0.556	0.476	55.56
Naive Bayes	0.2222	0.2222	0.444	0.667	0.533	**66.67***
K-NN	0.3437	0.2011	0.444	0.667	0.533	**66.67**
MLP	0.3022	0.2487	0.519	0.556	0.533	55.56
SVM	0.3704	0.2222	0.519	0.556	0.533	55.56

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าความถูกต้องเท่ากันแต่มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำกว่า

จากตารางที่ 4-3 ข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ จำนวน 9 ระเบียนข้อมูล 33 คุณลักษณะ มีผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับต้องปรับปรุง เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบด้วย 5-Fold Cross Validation พบว่า ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร วิธีนาอีฟ เบย์ และวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด ให้ค่าประสิทธิภาพที่สูงที่สุด เมื่อพิจารณาจากการเปรียบเทียบค่าความถูกต้อง เท่ากับ 66.67% รองลงมาคือ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP วิธีต้นไม้ตัดสินใจ และวิธีซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน 55.56%

4.2 การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ

4.2.1 การวิเคราะห์คุณลักษณะสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร

จากคุณลักษณะตั้งต้นสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร 33 คุณลักษณะ ที่ได้จากงานวิจัยเชิงคุณภาพ จะถูกนำมาคัดเลือกคุณลักษณะของข้อมูลก่อนการนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการจำแนกข้อมูล โดยวัตถุประสงค์ของการคัดเลือกข้อมูลเพื่อคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่มีความสำคัญเท่านั้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้สังเคราะห์ตัวแบบได้อย่างรวดเร็ว และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูล ผู้ดำเนินงานนิพนธ์เสนอวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะสำหรับการประเมินคุณภาพหลักสูตร 2 เทคนิค คือ 1) เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง 4 วิธี คือ OneRAttributeEval

ReliefFAttributeEval CS และ CFS และ 2) เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ทำงานกับเทคนิคการเรียนรู้ 4 ประเภท ได้แก่ Naive Bayes J48 IBK และ MLP ทดลองคัดเลือกคุณลักษณะกับข้อมูลหลักสูตร 3 ชุด คือ หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ คุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือกในแต่ละวิธีจะถูกนำไปใช้ในการสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล

การทดลองที่ 2 : การทดลองเพื่อศึกษาเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองและแบบควบรวม

สมมุติฐานการทดลอง : เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่แตกต่างกันส่งผลต่อการคัดเลือกคุณลักษณะและค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร

ผลการทดลอง : เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่แตกต่างกันมีผลต่อการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4-4 4-5 และ 4-6

ตารางที่ 4-4 คุณลักษณะและจำนวนคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือก หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง				**เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม**			
OneRAttributeEval	**ReliefF AttributeEval**	**CS**	**CFS**	**Naive Bayes**	**J48**	**IBK**	**MLP**
I3 I10 I9 OC5 I7	I9 I3 OP6 P4 P1	I9 P1 P8 OC3	I9 P1 P6 P8 OC3	I3 I4 I7 I9 P5 P6 OP7 OC2 OC4	I2 I8 I9 I13 P5 P6 P8 OP6	I1 I3 I4 P4 P7	I6 I9 I10 P1 P6 OP5
5 คุณลักษณะ	5 คุณลักษณะ	4 คุณลักษณะ	5 คุณลักษณะ	9 คุณลักษณะ	8 คุณลักษณะ	5 คุณลักษณะ	6 คุณลักษณะ

ตารางที่ 4-4 แสดงถึงคุณลักษณะและจำนวนคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือกข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS CFS และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ Naive Bayes J48 IBK และ MLP จากคุณลักษณะตั้งต้นจำนวน 33 คุณลักษณะ หลังการทดลองพบว่าเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่แตกต่างกันมีผลต่อการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมแตกต่างกัน โดยมีผลการคัดเลือกคุณลักษณะ ดังนี้

1) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี OneRAttributeEval จะเรียงลำดับคุณลักษณะที่มีคุณภาพของคุณลักษณะจากมากไปน้อย และทำการคัดเลือกคุณลักษณะตามค่า numToSelect ที่กำหนดไว้ 5 คุณลักษณะ คือ (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร (I10) ร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ (OC5) โครงการ/กิจกรรมร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยและศิษย์เก่า และ (I7) ร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีตำแหน่งทางวิชาการเป็นศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ หรือผู้ช่วยศาสตราจารย์

2) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี ReliefFAttributeEval จะเรียงลำดับคุณลักษณะที่มีคุณภาพของคุณลักษณะจากมากไปน้อย และทำการคัดเลือกคุณลักษณะตามค่า numToSelect ที่กำหนดไว้ 5 คุณลักษณะ คือ (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ (P1) การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน (P4) การควบคุมคุณภาพวิทยานิพนธ์ และ (OP6) ผลงานวิจัยของนักศึกษาที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

3) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี CS มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 4 คุณลักษณะ คือ (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ (P1) การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน (P8) จำนวนครั้งที่อาจารย์ได้รับการอบรม และ (OC3) ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์

4) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี CFS มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 5 คุณลักษณะ คือ (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ (P1) การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน (P6) กระบวนการสำเร็จการศึกษา (P8) จำนวนครั้งที่อาจารย์ได้รับการอบรม และ (OC3) ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์

5) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมกับเทคนิคการเรียนรู้ Naive Bayes มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 9 คุณลักษณะ คือ (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร (I4) จำนวนชั่วโมงเรียนตลอดภาคเรียนของนักศึกษา (I7) ร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีตำแหน่งทางวิชาการเป็นศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ หรือผู้ช่วย

ศาสตราจารย์ (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ (P5) การประเมินผลการเรียนการสอน (P6) กระบวนการสำเร็จการศึกษา (OP7) ผลงานวิจัยของอาจารย์ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ (OC2) ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของบัณฑิต และ (OC4) จำนวนศิษย์เก่าที่กลับมาเรียนต่อที่สถาบันเดิม

6) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมกับเทคนิคการเรียนรู้ J48 มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 8 คุณลักษณะ คือ (I2) ปริมาณสิ่งอำนวยความสะดวก (I8) คุณภาพของอาจารย์ผู้สอน (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ (I13) ค่าธรรมเนียมการศึกษา (P5) การประเมินผลการเรียนการสอน (P6) กระบวนการสำเร็จการศึกษา (P8) จำนวนครั้งที่อาจารย์ได้รับการอบรม และ (OP6) ผลงานวิจัยของนักศึกษาที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

7) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมกับเทคนิคการเรียนรู้ IBK โดยกำหนดค่า K เท่ากับ 1 มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 5 คุณลักษณะ คือ (I1) ความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวก (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร (I4) จำนวนชั่วโมงเรียนตลอดภาคเรียนของนักศึกษา (P4) การควบคุมคุณภาพวิทยานิพนธ์ และ (P7) จำนวนครั้งในการเป็นกรรมการวิชาการ/วิชาชีพ/กรรมการภาคนิพนธ์ ภายนอกสถาบัน

8) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมกับเทคนิคการเรียนรู้ MLP มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 6 คุณลักษณะ คือ (I6) ร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีวุฒิปริญญาเอก (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ (I10) ร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด (P1) การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน (P6) กระบวนการสำเร็จการศึกษา และ (OP5) คุณภาพของบัณฑิต

ตารางที่ 4-5 คุณลักษณะและจำนวนคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือก หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง				**เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม**			
OneRAttributeEval	**ReliefF AttributeEval**	**CS**	**CFS**	**Naive Bayes**	**J48**	**IBK**	**MLP**
P5 OP5 OP6 OC1 OC2	I3 I9 P1 P3 OP7	I3 OC1	I3 P1 OC1	I3 OC2	I9 OC1	I2 I3 I5 I8 I12 OC1 OC3	I1 I2 I3 I8 I9 I10 P1 P2 OP2 OC3
5 คุณลักษณะ	5 คุณลักษณะ	2 คุณลักษณะ	3 คุณลักษณะ	2 คุณลักษณะ	2 คุณลักษณะ	7 คุณลักษณะ	10 คุณลักษณะ

จากตารางที่ 4-5 แสดงถึงคุณลักษณะและจำนวนคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือกจากข้อมูลหลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS CFS และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ Naive Bayes J48 IBK และ MLP จากคุณลักษณะตั้งต้นจำนวน 33 คุณลักษณะ หลังการทดลองพบว่าเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่แตกต่างกันมีผลต่อการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมแตกต่างกัน โดยมีผลการคัดเลือกคุณลักษณะ ดังนี้

1) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี OneRAttributeEval จะเรียงลำดับคุณลักษณะที่มีคุณภาพของคุณลักษณะจากมากไปน้อย และทำการคัดเลือกคุณลักษณะตามค่า numToSelect ที่กำหนดไว้ 5 คุณลักษณะ คือ (P5) การประเมินผลการเรียนการสอน

(OP5) คุณภาพของบัณฑิต (OP6) ผลงานวิจัยของนักศึกษาที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ (OC1) จำนวนศิษย์เก่าที่ได้รับรางวัลเกียรติบัตร และ (OC2) ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของบัณฑิต

2) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี ReliefFAttributeEval จะเรียงลำดับคุณลักษณะที่มีคุณภาพของคุณลักษณะจากมากไปน้อย และทำการคัดเลือกคุณลักษณะตามค่า numToSelect ที่กำหนดไว้ 5 คุณลักษณะ คือ (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ (P1) การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน (P3) การพัฒนาอาจารย์ และ (OP7) ผลงานวิจัยของอาจารย์ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

3) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี CS มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 2 คุณลักษณะ คือ (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร และ (OC1) จำนวนศิษย์เก่าที่ได้รับรางวัลเกียรติบัตร

4) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี CFS มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 3 คุณลักษณะ คือ (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร (P1) การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน และ (OC1) จำนวนศิษย์เก่าที่ได้รับรางวัลเกียรติบัตร

5) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมกับเทคนิคการเรียนรู้ Naive Bayes มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 2 คุณลักษณะ คือ (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร และ (OC2) ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของบัณฑิต

6) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมกับเทคนิคการเรียนรู้ J48 มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 2 คุณลักษณะ คือ (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ (OC1) จำนวนศิษย์เก่าที่ได้รับรางวัลเกียรติบัตร

7) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมกับเทคนิคการเรียนรู้ IBK โดยกำหนดค่า K เท่ากับ 3 มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 7 คุณลักษณะ คือ (I2) ปริมาณสิ่งอำนวยความสะดวก (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร (I5) จำนวนอาจารย์ต่อนักศึกษา (I8) คุณภาพของอาจารย์ผู้สอน (I12) จำนวนเงินสนับสนุนงานวิจัยของนักศึกษาทั้งหมด (OC1) จำนวนศิษย์เก่าที่ได้รับรางวัลเกียรติบัตร และ (OC3) ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์

8) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมกับเทคนิคการเรียนรู้ MLP มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 10 คุณลักษณะ คือ (I1) ความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวก (I2) ปริมาณสิ่งอำนวยความสะดวก (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร (I8) คุณภาพของอาจารย์ผู้สอน (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ (I10) ร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด (P1) การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียน

การสอน (P2) การจัดการด้านสารสนเทศ (OP2) GPA เฉลี่ย และ (OC3) ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์

ตารางที่ 4-6 คุณลักษณะและจำนวนคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือก หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ

เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง				**เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม**			
OneRAttributeEval	**ReliefFAttributeEval**	**CS**	**CFS**	**Naive Bayes**	**J48**	**IBK K=1**	**MLP**
OC5 P3 I10 I11 I12	I3 I9 P3 P6 P7	I3 I9	I3 I9	I9	ไม่มีคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือก	I9	I9
5 คุณลักษณะ	5 คุณลักษณะ	2 คุณลักษณะ	2 คุณลักษณะ	1 คุณลักษณะ	-	1 คุณลักษณะ	1 คุณลักษณะ

จากตารางที่ 4-6 แสดงถึงคุณลักษณะและจำนวนคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือกจากข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS CFS และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ Naive Bayes J48 IBK และ MLP จากคุณลักษณะตั้งต้นจำนวน 33 คุณลักษณะ หลังการทดลองพบว่าเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่แตกต่างกันมีผลต่อการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมแตกต่างกัน โดยมีผลการคัดเลือกคุณลักษณะ ดังนี้

1) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี OneRAttributeEval จะเรียงลำดับคุณลักษณะที่มีคุณภาพของคุณลักษณะจากมากไปน้อย และทำการคัดเลือกคุณลักษณะตามค่า numToSelect ที่กำหนดไว้ 5 คุณลักษณะ คือ (OC5) โครงการ/กิจกรรมร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยและศิษย์เก่า (P3) การพัฒนาอาจารย์ (I10) ร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด (I11) จำนวนเงินสนับสนุนงานวิจัยต่ออาจารย์ทั้งหมด และ (I12) จำนวนเงินสนับสนุนงานวิจัยของนักศึกษาทั้งหมด

2) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี ReliefFAttributeEval จะเรียงลำดับคุณลักษณะที่มีคุณภาพของคุณลักษณะจากมากไปน้อย และทำการคัดเลือกคุณลักษณะตามค่า numToSelect ที่กำหนดไว้ 5 คุณลักษณะ คือ (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ (P3) การพัฒนาอาจารย์ (P6) กระบวนการสำเร็จการศึกษา และ (P7) จำนวนครั้งในการเป็นกรรมการวิชาการ/วิชาชีพ/กรรมการภาคนิพนธ์ ภายนอกสถาบัน

3) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี CS มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 2 คุณลักษณะ คือ (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร และ (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

4) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธี CFS มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 2 คุณลักษณะ คือ (I3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร และ (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

5) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมกับเทคนิคการเรียนรู้ Naive Bayes มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 1 คุณลักษณะ คือ (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

6) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมกับเทคนิคการเรียนรู้ J48 พบว่าไม่มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก

7) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมกับเทคนิคการเรียนรู้ IBK มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 1 คุณลักษณะ คือ (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

8) ผลการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมกับเทคนิคการเรียนรู้ MLP มีคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 1 คุณลักษณะ คือ (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

4.2.2 การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ

การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะเป็นการสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยนำคุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง 4 วิธี ได้แก่ 1) OneRAttributeEval 2) ReliefFAttributeEval 3) CS และ 4) CFS และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ Naive Bayes J48 IBK และ MLP ทดลองสร้างตัวแบบกับข้อมูล 3 กลุ่ม คือ กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ ผู้ดำเนินงานนิพนธ์ทดลองสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบด้วย 5-Fold Cross Validation จากนั้นทำการเปรียบเทียบหาค่าความคลาดเคลื่อน (MSE, MAE) และค่าความถูกต้อง (Precision, Recall, F-Measure, Accuracy) ของตัวแบบเพื่อหาตัวแบบที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

การทดลองที่ 2 : การทดลองเพื่อหาตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

สมมุติฐานการทดลอง : การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรองด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP น่าจะให้ค่าประสิทธิภาพที่สูงที่สุด

ผลการทดลอง :

1) การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้คุณลักษณะ จำนวน 6 คุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี MLP จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าประสิทธิภาพสูงที่สุด ดังผลการทดลองในตารางที่ 4-7 และ 4-8

2) การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรข้อมูลกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ โดยใช้คุณลักษณะ จำนวน 10 คุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี MLP จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าประสิทธิภาพสูงที่สุด ดังผลการทดลองในตารางที่ 4-9 และ 4-10

3) การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยใช้คุณลักษณะ จำนวน 1 คุณลักษณะ คุณลักษณะที่ผ่านการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี Naive Bayes KNN และ MLP จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธี

โครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าประสิทธิภาพสูงที่สุด ดังผลการทดลองในตารางที่ 4-11 และ 4-12

ตารางที่ 4-7 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
OneRAttributeEval (5 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.2493	0.1730	0.609	0.654	0.629	65.38
	Naive Bayes	0.2166	0.1707	0.673	0.654	0.663	65.38
	K-NN (K = 5)	0.2116	0.1238	0.663	0.712	0.683	71.15
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.1898	0.1246	0.747	0.769	0.757	76.92
	SVM	0.2906	0.1424	0.671	0.731	0.686	73.08
ReliefFAttributeEval (5 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.1746	0.1321	0.737	0.769	0.753	76.92
	Naive Bayes	0.2319	0.1800	0.736	0.654	0.691	65.38
	K-NN (K = 5)	0.1702	0.0964	0.816	0.846	0.821	84.62
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.1475	0.1005	0.792	0.827	0.808	82.69
	SVM	0.265	0.1168	0.811	0.846	0.826	84.62

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
CS (4 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.1979	0.1519	0.714	0.750	0.731	75
	Naive Bayes	0.2231	0.1656	0.688	0.673	0.681	67.31
	K-NN (K = 5)	0.1661	0.0912	0.771	0.808	0.780	80.77
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.1709	0.1098	0.783	0.808	0.794	80.77
	SVM	0.3034	0.1552	0.522	0.673	0.588	67.31
CFS (5 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.1881	0.1530	0.744	0.750	0.746	75
	Naive Bayes	0.1759	0.1303	0.780	0.788	0.783	78.85
	K-NN (K = 5)	0.1439	0.0847	0.791	0.827	0.803	82.69
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.1362	0.0831	0.833	0.865	0.849	86.54
	SVM	0.2735	0.1254	0.769	0.747	0.365	76.92

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
Naive Bayes Classifier (9 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.2187	0.1846	0.737	0.712	0.723	71.15
	Naive Bayes	0.1185	0.0870	0.851	0.885	0.865	88.46
	K-NN (K = 5)	0.1908	0.1088	0.771	0.808	0.786	80.77
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.1356	0.0900	0.819	0.846	0.831	84.62
	SVM	0.2692	0.1211	0.792	0.827	0.808	82.69
J48 Classifier (8 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.1141	0.0812	0.849	0.865	0.855	86.54
	Naive Bayes	0.2108	0.1631	0.723	0.731	0.725	73.08
	K-NN (K = 5)	0.1731	0.0971	0.816	0.846	0.821	84.62
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.1811	0.1314	0.753	0.788	0.769	78.85
	SVM	0.2692	0.1211	0.799	0.827	0.797	82.69

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
IBk Classifier (5 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.2376	0.1559	0.680	0.731	0.698	73.08
	Naive Bayes	0.2419	0.1414	0.709	0.712	0.709	71.15
	K-NN (K = 5)	0.3709	0.1376	0.636	0.712	0.656	71.15
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.1727	0.0957	0.771	0.808	0.786	80.77
	SVM	0.2949	0.1467	0.614	0.712	0.636	71.15
MLP Classifier (6 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.1687	0.1302	0.772	0.788	0.780	78.85
	Naive Bayes	0.1481	0.1197	0.810	0.827	0.818	82.69
	K-NN (K = 5)	0.1368	0.0793	0.830	0.865	0.847	86.54
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.119	0.0626	0.888	0.923	0.905	92.31
	SVM	0.2521	0.1040	0.830	0.865	0.847	86.54

จากตารางที่ 4-7 เป็นการทดลองสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้ชุดข้อมูล จำนวน 52 ระเบียนข้อมูล ที่มีผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ (C)ระดับพอใช้ (D)ระดับต้องปรับปรุง และ (E)ระดับต้องปรับปรุงเร่งด่วน โดยใช้คุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง 4 วิธี คือ OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS และ CFS และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมวิธี Naive Bayes J48 IBK และ MLP นำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบด้วย 5-Fold Cross Validation เปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่า MAE MSE Precision Recall F-Measure และ Accuracy สามารถสรุปผลการทดลอง ดังนี้

1) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี OneRAttributeEval จำนวน 5 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 76.92% รองลงมาคือวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 73.08% วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 71.15% วิธีนาอีฟ เบย์ และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ 65.38% ตามลำดับ

2) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี ReliefFAttributeEval จำนวน 5 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 84.62 รองลงมาคือวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP 82.69% วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 76.92% และวิธีนาอีฟ เบย์ 65.38% ตามลำดับ

3) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี ConsistencySubsetEval จำนวน 4 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 80.77% รองลงมาคือวิธีต้นไม้ตัดสินใจ 75% วิธีนาอีฟ เบย์ และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 67.31% ตามลำดับ

4) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี CFS จำนวน 5 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 86.54% รองลงมาคือวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 82.69% วิธีนาอีฟ เบย์ 78.85% วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 76.92% และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ 75% ตามลำดับ

5) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ด้วยวิธี Naive Bayes จำนวน 9 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีนาอีฟ เบย์ ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 88.46% รองลงมาคือวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP 84.62% วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 82.69% วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 80.77% และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ 71.15% ตามลำดับ

6) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ด้วยวิธี J48 จำนวน 8 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 86.54% รองลงมาคือ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 84.62% วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 82.69% วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP 78.85% และวิธีนาอีฟ เบย์ 73.08% ตามลำดับ

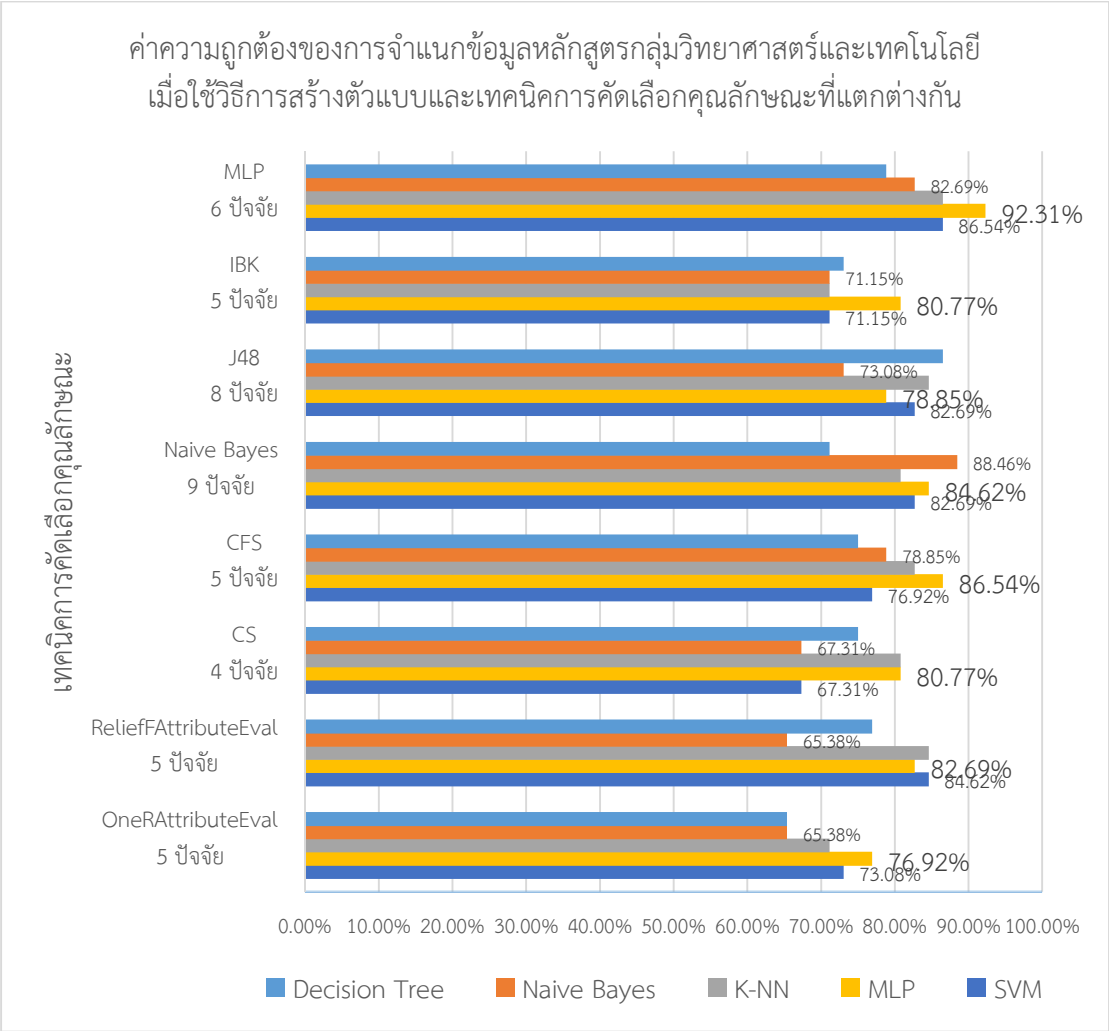
7) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ด้วยวิธี IBk จำนวน 5 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 80.77% รองลงมาคือวิธีต้นไม้ตัดสินใจ 73.08% วิธีนาอีฟ เบย์ วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 71.15% ตามลำดับ

8) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ด้วยวิธี MLP จำนวน 6 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 92.31% รองลงมาคือ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 86.54% วิธีนาอีฟ เบย์ 82.69% และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ 78.85% ตามลำดับ

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมแต่ละวิธี แสดงดังตารางที่ 4-8 และภาพที่ 4-1

ตารางที่ 4-8 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ	**วิธีการจำแนกประเภทข้อมูล**					**เฉลี่ย**
	Decision Tree	**Naive Bayes**	**K-NN**	**MLP**	**SVM**	
เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง						
OneRAttributeEval (5 คุณลักษณะ)	65.38	65.38	71.15	76.92	73.08	70.38
ReliefFAttributeEval (5 คุณลักษณะ)	76.92	65.38	84.62	82.69	84.62	78.85
CS (4 คุณลักษณะ)	75	67.31	80.77	80.77	67.31	74.23
CFS (5 คุณลักษณะ)	75	78.85	82.69	**86.54**	76.92	80
เฉลี่ย	73.08	69.23	79.81	81.73	75.48	
เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม						
Naive Bayes (9 คุณลักษณะ)	71.15	88.46	80.77	84.62	82.69	81.54
J48 (8 คุณลักษณะ)	86.54	73.08	84.62	78.85	82.69	81.16
IBK (5 คุณลักษณะ)	73.08	71.15	71.15	80.77	71.15	73.46
MLP (6 คุณลักษณะ)	78.85	82.69	86.54	**92.31**	86.54	85.39
เฉลี่ย	77.41	78.85	80.77	84.14	80.77	



ภาพที่ 4-1 ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เมื่อใช้วิธีการสร้างตัวแบบและเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 4-8 และภาพที่ 4-1 สามารถสรุปผลการทดลองชุดข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้ 1) ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกด้วยวิธี CFS จำนวน 5 คุณลักษณะ จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบสูงที่สุด เท่ากับ 86.54% 2) ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกด้วยวิธี MLP จำนวน 6 คุณลักษณะ จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบสูงที่สุด เท่ากับ 92.31%

ตารางที่ 4-9 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
OneRAttributeEval (5 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.2542	0.1629	0.705	0.711	0.692	71.05
	Naive Bayes	0.287	0.1699	0.619	0.632	0.618	63.16
	K-NN (K = 1)	0.2137	0.1708	0.737	0.737	0.713	73.68
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.261	0.1630	0.544	0.658	0.592	65.79
	SVM	0.3158	0.1676	0.687	0.658	0.568	65.79
ReliefFAttributeEval (5 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.2121	0.1648	0.734	0.737	0.734	73.68
	Naive Bayes	0.2964	0.2053	0.621	0.605	0.608	60.53
	K-NN (K = 1)	0.2279	0.1781	0.670	0.658	0.660	65.79
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.2303	0.1600	0.695	0.684	0.687	68.42
	SVM	0.3216	0.1735	0.469	0.579	0.518	57.89

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
CS (2 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.3017	0.1563	0.743	0.684	0.609	68.42
	Naive Bayes	0.2885	0.1665	0.735	0.684	0.637	68.42
	K-NN (K = 1)	0.2966	0.1834	0.708	0.658	0.605	65.79
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.298	0.1606	0.597	0.658	0.556	65.79
	SVM	0.3099	0.1618	0.781	0.658	0.565	65.79
CFS (3 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.3079	0.1794	0.638	0.658	0.615	65.79
	Naive Bayes	0.2991	0.1718	0.509	0.553	0.513	55.26
	K-NN (K = 1)	0.2944	0.1754	0.632	0.658	0.591	65.79
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.2992	0.1816	0.585	0.632	0.580	63.16
	SVM	0.2982	0.1501	0.781	0.658	0.565	65.79

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
Naive Bayes Classifier (2 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.3598	0.2058	0.433	0.579	0.477	57.89
	Naive Bayes	0.2888	0.1578	0.748	0.711	0.682	71.05
	K-NN (K = 1)	0.3001	0.1715	0.687	0.658	0.614	65.79
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.3033	0.1660	0.748	0.711	0.682	71.05
	SVM	0.3275	0.1794	0.366	0.605	0.456	60.53
J48 Classifier (2 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.2678	0.1447	0.784	0.737	0.691	73.68
	Naive Bayes	0.3249	0.1753	0.716	0.658	0.590	65.79
	K-NN (K = 1)	0.2805	0.1568	0.741	0.711	0.671	71.05
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.2846	0.1610	0.708	0.711	0.670	71.05
	SVM	0.3333	0.1852	0.781	0.658	0.565	65.79

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
IBk Classifier (7 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.1018	0.0877	0.890	0.868	0.864	86.84
	Naive Bayes	0.2844	0.1955	0.638	0.579	0.580	57.89
	K-NN (K = 1)	0.1995	0.1614	0.733	0.737	0.733	73.68
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.2446	0.1698	0.748	0.684	0.700	68.42
	SVM	0.2924	0.1442	0.792	0.684	0.610	68.42
MLP Classifier (10 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.2825	0.2500	0.619	0.605	0.610	60.53
	Naive Bayes	0.2715	0.2141	0.640	0.553	0.574	55.26
	K-NN (K = 1)	0.1836	0.1455	0.780	0.763	0.767	76.32
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.1186	0.0543	0.930	0.921	0.922	92.11
	SVM	0.3275	0.1794	0.346	0.526	0.417	52.63

จากตารางที่ 4-9 เป็นการทดลองสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ โดยใช้ชุดข้อมูล จำนวน 38 ระเบียนข้อมูล ที่มีผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ (C)ระดับพอใช้ (D)ระดับต้องปรับปรุง และ (E)ระดับต้องปรับปรุงเร่งด่วน โดยใช้คุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง 4 วิธี คือ OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS และ CFS และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมวิธี Naive Bayes J48 IBK และ MLP นำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบด้วย 5-Fold Cross Validation เปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่า MAE MSE Precision Recall F-Measure และ Accuracy สามารถสรุปผลการทดลอง ดังนี้

1) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี OneRAttributeEval จำนวน 5 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุดให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 73.68% รองลงมาคือวิธีต้นไม้ตัดสินใจ 71.05% วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 65.79% และวิธีนาอีฟ เบย์ 63.16% ตามลำดับ

2) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี ReliefFAttributeEval จำนวน 5 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีต้นไม้ตัดสินใจ ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 73.68% รองลงมาคือวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP 68.42% วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 65.79% วิธีนาอีฟ เบย์ 60.53% และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 57.89% ตามลำดับ

3) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี ConsistencySubsetEval จำนวน 2 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีนาอีฟ เบย์ และวิธีต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 68.42% รองลงมาคือวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 65.79%

4) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี CFS จำนวน 3 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่าวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และวิธีต้นไม้

ตัดสินใจ ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 65.79% รองลงมาคือวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP 63.16% และวิธีนาอีฟ เบย์ 55.26% ตามลำดับ

5) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ด้วยวิธี Naive Bayes จำนวน 2 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีนาอีฟ เบย์ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 71.05% รองลงมาคือวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 65.79% วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 60.53% และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ 57.89% ตามลำดับ

6) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ด้วยวิธี J48 จำนวน 2 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 73.68% รองลงมาคือ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP 71.05% วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และวิธีนาอีฟ เบย์ 65.79% ตามลำดับ

7) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ด้วยวิธี IBk จำนวน 7 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 80.77% รองลงมาคือวิธีต้นไม้ตัดสินใจ 73.08% วิธีนาอีฟ เบย์ วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 71.15% ตามลำดับ

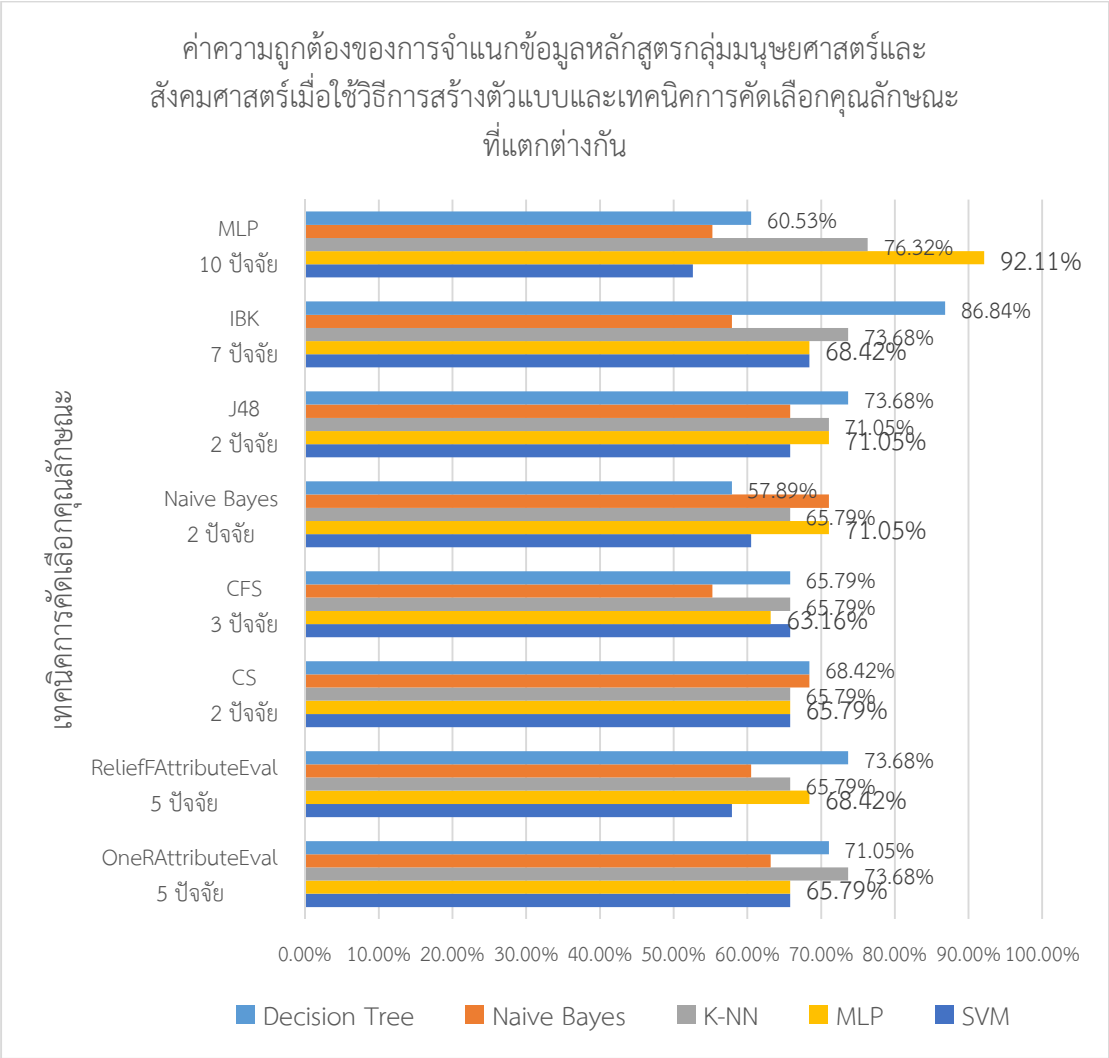
8) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ด้วยวิธี MLP จำนวน 10 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 92.11% รองลงมาคือ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 76.32% วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 60.53% วิธีนาอีฟ เบย์ 55.26% และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 52.63% ตามลำดับ

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์จากคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมแต่ละวิธี แสดงดังตารางที่ 4-10 และภาพที่ 4-2

ตารางที่ 4-10 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ	**วิธีการจำแนกประเภทข้อมูล**					**เฉลี่ย**
	Decision Tree	**Naive Bayes**	**K-NN**	**MLP**	**SVM**	
เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง						
OneRAttributeEval (5 คุณลักษณะ)	71.05	63.16	**73.68** 0.2137	65.79	65.79	67.89
ReliefFAttributeEval (5 คุณลักษณะ)	**73.68*** 0.2121	60.53	65.79	68.42	57.89	65.26
CS (2 คุณลักษณะ)	68.42	68.42	65.79	65.79	65.79	66.84
CFS (3 คุณลักษณะ)	65.79	55.26	65.79	63.16	65.79	63.158
เฉลี่ย	69.74	61.84	67.76	65.79	63.82	
เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม						
Naive Bayes (2 คุณลักษณะ)	57.89	71.05	65.79	71.05	60.53	65.26
J48 (2 คุณลักษณะ)	73.68	65.79	71.05	71.05	65.79	69.47
IBK (7 คุณลักษณะ)	86.84	57.89	73.68	68.42	68.42	71.05
MLP (10 คุณลักษณะ)	60.53	55.26	76.32	**92.11**	52.63	67.37
เฉลี่ย	69.74	62.50	71.71	75.66	61.84	

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าความถูกต้องเท่ากันแต่มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำกว่า



ภาพที่ 4-2 ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลหลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ เมื่อใช้วิธีการสร้างตัวแบบและเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 4-10 และภาพที่ 4-2 สามารถสรุปผลการทดลองชุดข้อมูลหลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ดังนี้ 1) ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกด้วยวิธี ReliefFAttributeEval จำนวน 5 คุณลักษณะ จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ และวิธี OneRAttributeEval จำนวน 5 คุณลักษณะ จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด ให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบสูงที่สุด เท่ากับ 73.68% โดยคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกด้วยวิธี ReliefFAttributeEval มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำกว่า 2) ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบ

รวม คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกด้วยวิธี MLP จำนวน 10 คุณลักษณะ จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบสูงที่สุด เท่ากับ 92.11%

ตารางที่ 4-11 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
OneRAttributeEval (5 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.3911	0.2418	0.381	0.444	0.410	44.44
	Naive Bayes	0.4212	0.3692	0.381	0.444	0.410	44.44
	K-NN (K = 1)	0.3912	0.2789	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.3674	0.2698	0.381	0.444	0.410	44.44
	SVM	0.321	0.1728	0.444	0.667	0.533	66.67
ReliefFAttributeEval (5 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.2854	0.1848	0.444	0.667	0.533	66.67
	Naive Bayes	0.2221	0.2218	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 1)	0.1838	0.0714	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.1729	0.0930	0.794	0.889	0.838	88.89
	SVM	0.2963	0.1481	0.722	0.778	0.720	77.78

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
CS CFS (2 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.2854	0.1848	0.444	0.667	0.533	66.67
	Naive Bayes	0.209	0.1963	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 1)	0.1616	0.0766	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.1620	0.1018	0.722	0.778	0.720	77.78
	SVM	0.321	0.1728	0.444	0.667	0.533	66.67
Wrapper Approach							
Naive Bayes IBK MLP (1 คุณลักษณะ)	Decision Tree	0.2854	0.1848	0.444	0.667	0.533	66.67
	Naive Bayes	0.1914	0.1161	0.794	0.889	0.838	88.89
	K-NN (K = 1)	0.2166	0.0984	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (Hidden Layer node = 3)	0.1830	0.0921	0.794	0.889	0.838	88.89*
	SVM	0.321	0.1728	0.444	0.667	0.533	66.67

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าความถูกต้องเท่ากันแต่มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำกว่า

จากตารางที่ 4-11 เป็นการทดลองสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยใช้ชุดข้อมูล จำนวน 9 ระเบียนข้อมูล ที่มีผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ (B)ระดับดี (C)ระดับพอใช้ และ(D)ระดับต้องปรับปรุง โดยใช้คุณลักษณะที่ได้รับการคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง 4 วิธี คือ OneRAttributeEval ReliefFAttributeEval CS และ CFS และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมวิธี Naive Bayes IBK และ MLP นำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล 5 วิธี คือ 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) วิธีนาอีฟ เบย์ 3) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด 4) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และ 5) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบด้วย 5-Fold Cross Validation เปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่า MAE MSE Precision Recall F-Measure และ Accuracy สามารถสรุปผลการทดลอง ดังนี้

1) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี OneRAttributeEval จำนวน 5 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 66.67% รองลงมาคือวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP วิธีต้นไม้ตัดสินใจ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด และวิธีนาอีฟ เบย์ 44.44%

2) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี ReliefFAttributeEval จำนวน 5 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 88.89% รองลงมาคือวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 77.78% วิธีนาอีฟ เบย์ และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ 66.67% ตามลำดับ

3) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง ด้วยวิธี ConsistencySubsetEval และ CFS จำนวน 2 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุดให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 88.89% รองลงมาคือวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP 77.78% วิธีนาอีฟ เบย์ วิธีต้นไม้ตัดสินใจ และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 66.67% ตามลำดับ

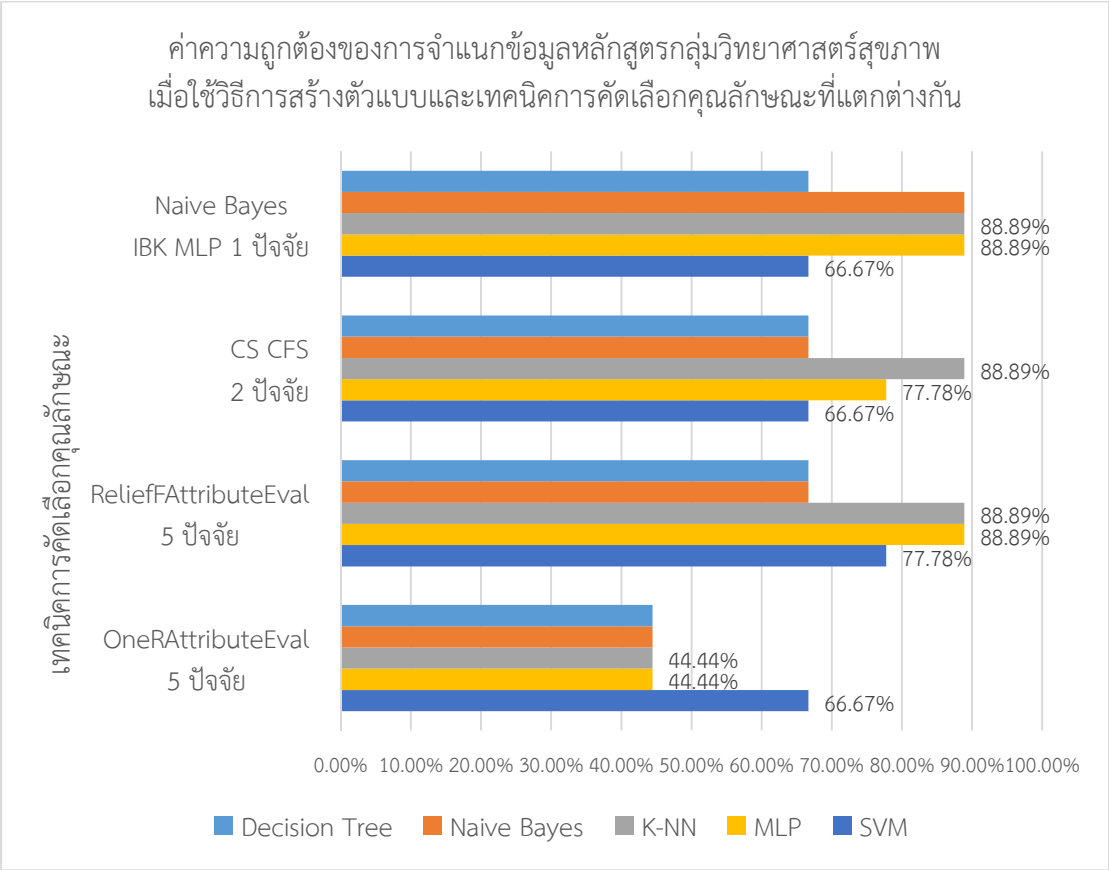
4) คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกจากเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม ด้วยวิธี Naive Bayes IBK และ MLP จำนวน 1 คุณลักษณะ เมื่อนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกข้อมูล พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP วิธีนาอีฟ เบย์ และวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด เท่ากับ 88.89% รองลงมาคือวิธีต้นไม้ตัดสินใจ และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 66.67%

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพจากคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมแต่ละวิธี แสดงดังตารางที่ 4-12 และภาพที่ 4-3

ตารางที่ 4-12 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ

เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ	**วิธีการจำแนกประเภทข้อมูล**					**เฉลี่ย**
	Decision Tree	**Naive Bayes**	**K-NN**	**MLP**	**SVM**	
เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง						
OneRAttributeEval (5 คุณลักษณะ)	44.44	44.44	44.44	44.44	66.67	48.89
ReliefFAttributeEval (5 คุณลักษณะ)	66.67	66.67	**88.89** 0.1838	**88.89** 0.1729	77.78	77.78
CS CFS (2 คุณลักษณะ)	66.67	66.67	**88.89*** 0.1616	77.78	66.67	73.34
เฉลี่ย	59.26	59.26	74.07	70.37	70.37	
เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม						
Naive Bayes IBK MLP (2 คุณลักษณะ)	66.67	**88.89** 0.1914	**88.89** 0.2166	**88.89*** 0.1830	66.67	80
เฉลี่ย	66.67	88.89	88.89	88.89	66.67	

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าความถูกต้องเท่ากันแต่มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำกว่า



ภาพที่ 4-3 ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ เมื่อใช้วิธีการสร้างตัวแบบและเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 4-12 และภาพที่ 4-3 สามารถสรุปผลการทดลองชุดข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ ดังนี้ 1) ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกด้วยวิธี CS CFS จำนวน 2 คุณลักษณะ จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด และคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกด้วยวิธี ReliefFAttributeEval จำนวน 5 คุณลักษณะ จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบสูงที่สุด เท่ากับ 86.54% โดยคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกด้วยวิธี CS CFS มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำกว่า

2) ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ ด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกด้วยวิธี Naive Bayes IBK MLP จำนวน 1 คุณลักษณะ จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธี นาอีฟ เบย์ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด และวิธี

โครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบสูงที่สุด เท่ากับ 88.89% โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำกว่า

จากผลการทดลองข้างต้นสามารถสรุปคุณลักษณะที่เหมาะสมที่สุด สำหรับสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ในแต่ละกลุ่มสาขา ที่ให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลสูงที่สุด ดังตารางที่ 4-13 และแสดงการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลเปรียบเทียบ 3 กลุ่มสาขา แสดงดังตารางที่ 4-14 และ 4-15

ตารางที่ 4-13 คุณลักษณะที่เหมาะสมที่ให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรสูงที่สุด ทั้ง 3 กลุ่มสาขา

ลำดับ	คุณลักษณะ	กลุ่มสาขา					
		วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์		วิทยาศาสตร์สุขภาพ	
		Filter	Wrapper	Filter	Wrapper	Filter	Wrapper
1	ความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวก				✓		
2	ปริมาณสิ่งอำนวยความสะดวก				✓		
3	ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร			✓	✓	✓	
4	ร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีวุฒิปริญญาเอก		✓				
5	คุณภาพของอาจารย์ผู้สอน				✓		
6	คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	ร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด		✓		✓		
8	การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน	✓	✓	✓	✓		
9	การจัดการด้านสารสนเทศ				✓		

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ลำดับ	คุณลักษณะ	กลุ่มสาขา					
		วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์		วิทยาศาสตร์สุขภาพ	
		Filter	Wrapper	Filter	Wrapper	Filter	Wrapper
10	การพัฒนาอาจารย์			✓			
11	กระบวนการสำเร็จการศึกษา	✓	✓				
12	จำนวนครั้งที่อาจารย์ได้รับการอบรม	✓					
13	GPA เฉลี่ย				✓		
14	คุณภาพของบัณฑิต		✓				
15	ผลงานวิจัยของอาจารย์ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่			✓			
16	ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์	✓			✓		
เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ		CFS	MLP	ReliefF Attribute Eval	MLP	CS CFS	Naive Bayes IBK MLP

ตารางที่ 4-14 การเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล 3 กลุ่มสาขา

	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		**มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์**		**วิทยาศาสตร์สุขภาพ**	
	Filter	**Wrapper**	**Filter**	**Wrapper**	**Filter**	**Wrapper**
คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือก	I9 P1 P6 P8 OC3	I6 I9 I10 P1 P6 OP5	I3 I9 P1 P3 OP7	I1 I2 I3 I8 I9 I10 P1 P2 OP2 OC3	I3 I9	I9
เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ	CFS	MLP	ReliefF Attribute Eval	MLP	CS CFS	Naive Bayes IBK MLP
เทคนิคการจำแนกประเภท	MLP	MLP	Decision Tree	MLP	K-NN	MLP
ค่าความถูกต้องของตัวแบบ (ร้อยละ)	86.54	**92.31**	73.68	**92.11**	88.89	88.89

ตารางที่ 4-15 การเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ กับตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ

	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		**มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์**		**วิทยาศาสตร์สุขภาพ**	
	Filter	**Wrapper**	**Filter**	**Wrapper**	**Filter**	**Wrapper**
ตัวแบบฯ ที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ						
เทคนิคการจำแนกประเภท	MLP		KNN		Naive Bayes	
ค่าความถูกต้อง (ร้อยละ)	84.62		71.05		66.67	
ตัวแบบฯ ที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ						
เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ	CFS	MLP	ReliefF Attribute Eval	MLP	CS CFS	Naive Bayes IBK MLP
จำนวนคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือก	5	6	5	10	2	1
เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล	MLP	MLP	Decision Tree	MLP	K-NN	MLP
ค่าความถูกต้อง (ร้อยละ)	86.54	**92.31**	73.68	**92.11**	88.89	**88.89**
ค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น (ร้อยละ)	1.92	**7.69**	2.63	**21.06**	22.22	**22.22**
ลดคุณลักษณะลง (ร้อยละ)	84.85	**81.82**	84.85	**69.70**	90.91	**96.97**

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

5.1 สรุปผลการทดลอง

งานนิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ สำหรับการจำแนกประเภทหลักสูตร เพื่อการประเมินคุณภาพหลักสูตรก่อนการตรวจประเมินจริง ใช้ชุดข้อมูลหลักสูตรปีการศึกษา 2557 จำนวน 99 หลักสูตร เป็นข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 52 หลักสูตร กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 38 หลักสูตร และกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ จำนวน 9 หลักสูตร รวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลทะเบียนและสถิตินิสิต ฐานข้อมูลระบบประเมินประสิทธิภาพการเรียนการสอน และจากเว็บไซต์กองแผนงาน ซึ่งข้อมูลในแต่ละระเบียนประกอบไปด้วยคุณลักษณะตั้งต้น จำนวน 33 คุณลักษณะ ที่นำเสนอโดยงานวิจัยชิ้นหนึ่งที่ได้มาจากการวิจัยเชิงคุณภาพ จากการดำเนินการทดลองตามวิธีการที่นำเสนอไปแล้วในบทที่ 3 และจากผลลัพธ์ที่ได้แสดงในบทที่ 4 สามารถสรุปผลงานนิพนธ์ได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 สรุปคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์ต่อผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ทั้ง 3 กลุ่มสาขา

ตารางที่ 5-1 คุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์ต่อผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ทั้ง 3 กลุ่มสาขา

กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6 คุณลักษณะ	กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 10 คุณลักษณะ	กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ 1 คุณลักษณะ
I9	I9	I9
P1	P1	
I6	I1	
I10	I2	
P6	I3	
OP5	I8	
	I10	
	P2	
	OP2	
	OC3	

ตารางที่ 5-1 แสดงคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์ต่อผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร โดยเป็นคุณลักษณะที่ให้ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรสูงที่สุดทั้ง 3

กลุ่มสาขา หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้คุณลักษณะ 5 คุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ใช้คุณลักษณะ 10 คุณลักษณะ และหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ ใช้คุณลักษณะ 1 คุณลักษณะ คุณลักษณะเหล่านี้ได้รับคัดเลือกด้วยวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ซึ่งพบว่าคุณลักษณะ (I9) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ เป็นคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกทั้ง 3 กลุ่มสาขา และคุณลักษณะ (P1) การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ได้รับคัดเลือก 2 กลุ่มสาขาคือ กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

5.1.2 สรุปผลการสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร

1. จากการศึกษาและผลการทดลอง พบว่า ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่เหมาะสมกับข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี MLP สามารถคัดเลือกคุณลักษณะจากคุณลักษณะตั้งต้น 33 คุณลักษณะ คัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมเหลือเพียง 6 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) ร้อยละของอาจารย์ประจำที่มีวุฒิปริญญาเอก 2) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ 3) ร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด 4) การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน 5) กระบวนการสำเร็จการศึกษา และ 6) คุณภาพของบัณฑิต และเมื่อนำคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกมาจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ วิธีนาอีฟ เบย์ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบด้วย 5-Fold Cross Validation วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบสูงที่สุดเท่ากับ 92.31% เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ เท่ากับ 84.62% จะเห็นว่าตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี MLP 6 คุณลักษณะ จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องสูงขึ้น 7.69% ลดการใช้คุณลักษณะลงได้ถึง 81.82 %

2. จากการศึกษาและผลการทดลอง พบว่า ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่เหมาะสมกับข้อมูลหลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ คือ เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี MLP สามารถคัดเลือกคุณลักษณะจากคุณลักษณะตั้งต้น 33 คุณลักษณะ คัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมเหลือเพียง 10 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) ความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวก 2) ปริมาณสิ่งอำนวยความสะดวก 3) ความเหมาะสมและความยืดหยุ่นของหลักสูตร 4) คุณภาพของอาจารย์ผู้สอน 5) คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ 6) ร้อยละของเงินเดือนบุคลากรต่องบดำเนินการทั้งหมด 7) การบริหารจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน 8) การจัดการด้านสารสนเทศ 9) GPA เฉลี่ย และ 10) ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ของอาจารย์ และเมื่อนำคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกมาจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ วิธีนา

อีฟ เบย์ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบด้วย 5-Fold Cross Validation วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบสูงที่สุด เท่ากับ 92.11% เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ เท่ากับ 71.05% จะเห็นว่าตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ คัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี MLP 10 คุณลักษณะ จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องที่สูงขึ้น 21.06% ลดการใช้คุณลักษณะลงได้ถึง 69.70 %

3. จากการศึกษาและผลการทดลอง พบว่า ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่เหมาะสมกับข้อมูลหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ คือ เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี Naive Bayes IBK และ MLP สามารถคัดเลือกคุณลักษณะจากคุณลักษณะตั้งต้น 33 คุณลักษณะ คัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมเหลือเพียง 1 คุณลักษณะ คือ คุณภาพของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และเมื่อนำคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกมาจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ วิธีนาอีฟ เบย์ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบด้วย 5-Fold Cross Validation วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบสูงที่สุด เท่ากับ 88.89% เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความถูกต้องของตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ เท่ากับ 66.67% จะเห็นว่าตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ คัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี Naive Bayes IBK และ MLP 1 คุณลักษณะ จำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP ให้ค่าความถูกต้องที่สูงขึ้น 22.22% ลดการใช้คุณลักษณะลงได้ถึง 96.97%

4. จากการศึกษาและผลการทดลองการสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ทั้ง 3 กลุ่มสาขา พบว่าผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมด้วยวิธี MLP เมื่อถูกนำมาสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรด้วยการจำแนกประเภทข้อมูล ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP จะให้ค่าความถูกต้องของตัวแบบที่สูงที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chen ในการประเมินคุณภาพหลักสูตรแพทย์จากข้อมูลความพึงพอใจของนิสิตซึ่งพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำมากที่สุด

5.2 ข้อดี

1. สามารถทราบถึงคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์ต่อผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร

2. ได้ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ที่สามารถนำไปใช้จำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร ก่อนที่จะมีการตรวจประเมินจริงในแต่ละปีการศึกษาโดยใช้ข้อมูลอย่างน้อย 2 ภาคการศึกษา เพื่อเตรียมการรับการประเมินคุณภาพการศึกษาในระดับหลักสูตรได้อย่างเหมาะสม

5.3 ข้อจำกัด

1. ชุดข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นข้อมูลภายในมหาวิทยาลัยบูรพา และไม่ได้ครอบคลุมทุกคณะวิชา

5.4 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการทดลองไปใช้

1. คุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกในการสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรในกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ที่ครอบคลุมการบริหารจัดการหลักสูตรด้านคุณลักษณะนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์ เป็นคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์สูงต่อผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร หลักสูตรควรนำคุณลักษณะที่ได้รับคัดเลือกให้เป็นประเด็นที่ต้องควบคุม ดูแล หรือให้ความสำคัญเพิ่มในการดำเนินการในหลักสูตร

2. ตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรในงานนิพนธ์นี้สามารถนำไปปรับใช้กับคณะหรือมหาวิทยาลัยระดับอุดมศึกษาที่มีการประเมินคุณภาพการศึกษาภายในระดับหลักสูตร 5 ระดับตามเกณฑ์การประกันคุณภาพการศึกษาภายใน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ระดับหลักสูตร

ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานนิพนธ์ในอนาคต

1. การสร้างตัวแบบการจำแนกผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยใช้ข้อมูลเป็นภาคการศึกษา

2. การสร้างตัวแบบการประมาณการค่าผลคะแนนการประเมินคุณภาพหลักสูตร

บรรณานุกรม

คมคิด ชัชราภรณ์ ธราอั่งสกุล และจิติมนต์ อั่งสกุล. (2012). แบบจำลองการจัดหมวดหมู่สถานที่ท่องเที่ยวโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง. *วารสารเทคโนโลยีสุรนารี,* 6(2), 35-58.

จุฑามาศ แสงงาม และอวยพร เรืองตระกูล. (2013). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหลักสูตรภาษาอังกฤษของโรงเรียนสองภาษาจากตัวแปรคัดสรร: การวิเคราะห์กรอบข้อมูล. *An Online Journal of Education,* 8(1), 554-568.

จุติมา รัตนพลแสนย์. (2557). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการศึกษาและอนาคตภาพประสิทธิภาพการศึกษา สำหรับการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏ. *คุรุศาสตร์สาร,* 8(1), 87-97.

ทวิกา แกล้มกระโทก ศิริชัย กาญจนวาสี และศิริเดช สุชีวะ. (2552). การพัฒนารูปแบบการจัดอันดับและระดับคุณภาพหลักสูตร: การประยุกต์ใช้เทคนิคเอชแอลเอ็มและการวิเคราะห์จัดกลุ่ม. *วารสารวิทยาการจัดการ,* 26(1), 57-74.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2558). การประเมินหลักสูตร : แนวคิด กระบวนการและการใช้ผลการประเมิน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,* 8(1), 13-28.

มารุต พัฒผล. (2558). *การประเมินหลักสูตรเพื่อการเรียนรู้และพัฒนา 3*. กรุงเทพมหานคร: บริษัทจรัลสนิทวงศ์การพิมพ์ จำกัด.

รุ่งนภา ตั้งจิตรเจริญกุล. (2557). การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏ. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์*, 20(2), 136.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2552). หลักสูตร. *สารานุกรมวิชาชีพครูเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา. 469 - 474

ศิริชัย กาญจนวาสี. *การประเมินหลักสูตร : หลักการและแนวปฏิบัติ.* เข้าถึงได้จาก : http://www.edu.tsu.ac.th/major/eva/files/journal/scan1.pdf

สุดา ทิพย์ประเสริฐ ธรา อั่งสกุล และจิติมนต์ อั่งสกุล. (2011). การประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยใช้การวิเคราะห์เส้นทางและการวิเคราะห์กรอบข้อมูล. *Suranaree Journal of Science and Technology,* 5(1), 61-75.

สุรวัชร ศรีเปารยะ และสายชล สินสมบูรณ์ทอง. (2560). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการจำแนกกลุ่มการเป็นโรคไตเรื้อรัง : กรณีศึกษาโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง ในประเทศอินเดีย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 25*(5), 839-853.

Chen. (2010). Curriculum Assessment Using Artificial Neural Network and Support Vector Machine Modeling Approach: A Case Study. *IR Applications,* 29, 1-23.

Johnes. (2006). Data Envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. Economic of Education Review*,* 25, 273 - 288.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง วิธี OneRAttributeEval หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
OneRAttributeEval 10 - Fold Cross (5 คุณลักษณะ) I3 I10 I9 OC5 I7	Decision Tree	0.2493	0.1730	0.609	0.654	0.629	65.38
	Naive Bayes	0.2166	0.1707	0.673	0.654	0.663	65.38
	K-NN (K = 1)	0.2334	0.2026	0.683	0.692	0.688	69.23
	K-NN (K = 2)	0.2226	0.1733	0.671	0.731	0.686	73.08
	K-NN (K = 3)	0.2296	0.1682	0.621	0.673	0.643	67.31
	K-NN (K = 4)	0.2313	0.1607	0.663	0.712	0.683	71.15
	K-NN (K = 5)	0.2116	0.1238	0.663	0.712	0.683	71.15
	K-NN (K = 6)	0.2116	0.1182	0.522	0.673	0.588	67.31
	MLP (H Layer node = a)	0.2083	0.1452	0.700	0.731	0.715	73.08
	MLP (H Layer node = 1)	0.1809	0.1112	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 2)	0.1839	0.1180	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 3)	0.1898	0.1246	0.747	0.769	0.757	76.92
	MLP (H Layer node = 4)	0.2083	0.1452	0.700	0.731	0.715	73.08
	MLP (H Layer node = 5)	0.2167	0.1449	0.700	0.731	0.715	73.08
	MLP (H Layer node = 6)	0.2084	0.1481	0.700	0.731	0.715	73.08
	MLP (H Layer node = 7)	0.2115	0.1519	0.700	0.731	0.715	73.08

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 8)	0.2076	0.1474	0.714	0.750	0.731	75
	MLP (H Layer node = 9)	0.2145	0.1479	0.687	0.712	0.699	71.15
	MLP (H Layer node = 10)	0.2078	0.1427	0.714	0.750	0.731	75
	MLP (H Layer node = 11)	0.2077	0.1433	0.700	0.731	0.715	73.08
	MLP (H Layer node = 12)	0.2166	0.1578	0.687	0.712	0.699	71.15
	MLP (H Layer node = 13)	0.2106	0.1480	0.700	0.731	0.715	73.08
	MLP (H Layer node = 14)	0.2072	0.1430	0.700	0.731	0.715	73.08
	MLP (H Layer node = 15)	0.2178	0.1526	0.687	0.712	0.699	71.15
	MLP (H Layer node = 16)	0.1858	0.1317	0.747	0.769	0.757	76.92
	MLP (H Layer node = 17)	0.2111	0.1469	0.700	0.731	0.715	73.08
	MLP (H Layer node = 18)	0.197	0.1390	0.724	0.750	0.737	75
	SVM	0.2906	0.1424	0.671	0.731	0.686	73.08

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
OneRAttributeEval 5 -Fold Cross (5 คุณลักษณะ) I9 I10 I8 OC5 I13	Decision Tree	0.2253	0.1572	0.635	0.692	0.657	69.23
	Naive Bayes	0.2098	0.1638	0.695	0.692	0.691	69.23
	K-NN (K = 1)	0.1823	0.1511	0.702	0.731	0.713	73.08
	K-NN (K = 2)	0.1750	0.1244	0.706	0.750	0.723	75
	K-NN (K = 3)	0.1796	0.1163	0.753	0.788	0.769	78.85
	K-NN (K = 4)	0.1750	0.1030	0.706	0.750	0.723	75
	K-NN (K = 5)	0.1897	0.1065	0.753	0.788	0.769	78.85
	K-NN (K = 6)	0.2043	0.1127	0.513	0.635	0.567	63.46
	MLP (H Layer node = a)	0.1821	0.1248	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 1)	0.1907	0.1235	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 2)	0.1809	0.1199	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 3)	0.181	0.1249	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 4)	0.1821	0.1248	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 5)	0.1752	0.1248	0.775	0.808	0.791	80.77

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.1754	0.1255	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 7)	0.1733	0.1252	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 8)	0.1674	0.1253	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 9)	0.1704	0.1244	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 10)	0.1697	0.1259	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 11)	0.1659	0.1243	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 12)	0.1665	0.1250	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 13)	0.1648	0.1246	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 14)	0.1666	0.1264	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 15)	0.1684	0.1250	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 16)	0.1675	0.1274	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 17)	0.1667	0.1282	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 18)	0.1652	0.1273	0.760	0.788	0.774	78.85
	SVM	0.2906	0.1424	0.671	0.731	0.686	73.08

ตารางที่ 2 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง วิธี ReliefFAttributeEval หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
ReliefFAttributeEval numNeighbours = 10 (5 คุณลักษณะ) I9 I3 OP6 P4 P1	Decision Tree	0.1746	0.1321	0.737	0.769	0.753	76.92
	Naive Bayes	0.2319	0.1800	0.736	0.654	0.691	65.38
	K-NN (K = 1)	0.1472	0.1114	0.792	0.827	0.808	82.69
	K-NN (K = 2)	0.1449	0.0931	0.791	0.827	0.803	82.69
	K-NN (K = 3)	0.1446	0.0866	0.799	0.827	0.797	82.69
	K-NN (K = 4)	0.1425	0.0834	0.834	0.846	0.815	84.62
	K-NN (K = 5)	0.1702	0.0964	0.816	0.846	0.821	84.62
	K-NN (K = 6)	0.1765	0.0952	0.771	0.808	0.780	80.77
	MLP (H Layer node = a)	0.1562	0.1132	0.753	0.788	0.769	78.85
	MLP (H Layer node = 1)	0.1598	0.1080	0.792	0.827	0.808	82.69
	MLP (H Layer node = 2)	0.1549	0.1036	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 3)	0.1475	0.1005	0.792	0.827	0.808	82.69
	MLP (H Layer node = 4)	0.1562	0.1132	0.753	0.788	0.769	78.85
	MLP (H Layer node = 5)	0.1598	0.1127	0.753	0.788	0.769	78.85

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.1627	0.1134	0.737	0.769	0.753	76.92
	MLP (H Layer node = 7)	0.1427	0.1079	0.771	0.808	0.786	80.77
	MLP (H Layer node = 8)	0.1527	0.1110	0.771	0.808	0.786	80.77
	MLP (H Layer node = 9)	0.1426	0.1064	0.771	0.808	0.786	80.77
	MLP (H Layer node = 10)	0.1404	0.1048	0.753	0.788	0.769	78.85
	MLP (H Layer node = 11)	0.1475	0.1120	0.771	0.808	0.786	80.77
	MLP (H Layer node = 12)	0.1447	0.1107	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 13)	0.154	0.1156	0.753	0.788	0.769	78.85
	MLP (H Layer node = 14)	0.1521	0.1132	0.753	0.788	0.769	78.85
	MLP (H Layer node = 15)	0.1497	0.1140	0.753	0.788	0.769	78.85
	MLP (H Layer node = 16)	0.152	0.1153	0.753	0.788	0.769	78.85
	MLP (H Layer node = 17)	0.1518	0.1199	0.753	0.788	0.769	78.85
	MLP (H Layer node = 18)	0.1482	0.1127	0.771	0.808	0.786	80.77
	SVM	0.265	0.1168	0.811	0.846	0.826	84.62

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
ReliefFAttributeEval numNeighbours = 3 (5 คุณลักษณะ) K=3 I9 OP6 OC6 P3 P1	Decision Tree	0.1775	0.1339	0.737	0.769	0.753	76.92
	Naive Bayes	0.2036	0.1424	0.753	0.731	0.740	73.08
	K-NN (K = 1)	0.1769	0.1399	0.753	0.788	0.769	78.85
	K-NN (K = 2)	0.1778	0.1294	0.771	0.808	0.786	80.77
	K-NN (K = 3)	0.1695	0.1111	0.771	0.808	0.786	80.77
	K-NN (K = 4)	0.1695	0.0927	0.749	0.788	0.763	78.85
	K-NN (K = 5)	0.1809	0.0976	0.749	0.788	0.763	78.85
	K-NN (K = 6)	0.1827	0.0922	0.791	0.827	0.803	82.69
	MLP (H Layer node = a)	0.1656	0.1289	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 1)	0.1777	0.1234	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 2)	0.1768	0.1250	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 3)	0.1685	0.1272	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 4)	0.1656	0.1289	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 5)	0.1712	0.1284	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 6)	0.1579	0.1281	0.760	0.788	0.774	78.85

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 7)	0.1536	0.1287	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 8)	0.1601	0.1272	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 9)	0.1661	0.1282	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 10)	0.1652	0.1274	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 11)	0.1558	0.1275	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 12)	0.1639	0.1294	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 13)	0.1645	0.1274	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 14)	0.1641	0.1279	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 15)	0.1646	0.1279	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 16)	0.1658	0.1280	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 17)	0.1637	0.1285	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 18)	0.1638	0.1290	0.760	0.788	0.774	78.85
	SVM	0.265	0.1168	0.780	0.808	0.772	80.77

ตารางที่ 3 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง วิธี CS หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
CS (4 คุณลักษณะ) I9 P1 P8 OC3	Decision Tree	0.1979	0.1519	0.714	0.750	0.731	75
	Naive Bayes	0.2231	0.1656	0.688	0.673	0.681	67.31
	K-NN (K = 1)	0.1868	0.1395	0.706	0.750	0.723	75
	K-NN (K = 2)	0.164	0.1016	0.749	0.788	0.755	78.85
	K-NN (K = 3)	0.1559	0.0956	0.753	0.788	0.769	78.85
	K-NN (K = 4)	0.1614	0.0913	0.771	0.808	0.780	80.77
	K-NN (K = 5	0.1661	0.0912	0.771	0.808	0.780	80.77
	K-NN (K = 6)	0.1689	0.0892	0.753	0.788	0.769	78.85
	MLP (H Layer node = a)	0.1709	0.1098	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 1)	0.1936	0.1243	0.747	0.769	0.757	76.92
	MLP (H Layer node = 2)	0.1815	0.1176	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 3)	0.1709	0.1098	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 4)	0.161	0.0983	0.797	0.827	0.812	82.69
	MLP (H Layer node = 5)	0.1614	0.1027	0.783	0.808	0.794	80.77

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.1549	0.1022	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 7)	0.1527	0.1061	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 8)	0.1535	0.1070	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 9)	0.1598	0.1038	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 10)	0.1584	0.1063	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 11)	0.1597	0.1054	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 12)	0.1695	0.1131	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 13)	0.1596	0.1073	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 14)	0.1634	0.1130	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 15)	0.1644	0.1137	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 16)	0.1659	0.1136	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 17)	0.1642	0.1130	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 18)	0.1605	0.1112	0.783	0.808	0.794	80.77
	SVM	0.3034	0.1552	0.522	0.673	0.588	67.31

ตารางที่ 4 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง วิธี CFS หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
CFS (5 คุณลักษณะ) I9 P1 P6 P8 OC3	Decision Tree	0.1881	0.1530	0.744	0.750	0.746	75
	Naive Bayes	0.1759	0.1303	0.780	0.788	0.783	78.85
	K-NN (K = 1)	0.1474	0.1093	0.794	0.808	0.801	80.77
	K-NN (K = 2)	0.1486	0.0930	0.799	0.827	0.797	82.69
	K-NN (K = 3)	0.1341	0.0821	0.811	0.846	0.826	84.62
	K-NN (K = 4)	0.1474	0.0924	0.791	0.827	0.803	82.69
	K-NN (K = 5)	0.1439	0.0847	0.791	0.827	0.803	82.69
	K-NN (K = 6)	0.1471	0.0780	0.799	0.827	0.797	82.69
	MLP (H Layer node = a)	0.1378	0.0895	0.831	0.846	0.838	84.62
	MLP (H Layer node = 1)	0.1331	0.0787	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 2)	0.1304	0.0779	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 3)	0.1362	0.0831	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 4)	0.1378	0.0895	0.831	0.846	0.838	84.62
	MLP (H Layer node = 5)	0.133	0.0822	0.833	0.865	0.849	86.54

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.1053	0.0775	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 7)	0.1042	0.0775	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 8)	0.1091	0.0786	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 9)	0.1056	0.0729	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 10)	0.1067	0.0728	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 11)	0.1101	0.0802	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 12)	0.1188	0.0819	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 13)	0.1138	0.0795	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 14)	0.1169	0.0791	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 15)	0.1142	0.0797	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 16)	0.1146	0.0797	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 17)	0.1114	0.0794	0.833	0.865	0.849	86.54
	MLP (H Layer node = 18)	0.1112	0.0795	0.833	0.865	0.849	86.54
	SVM	0.2735	0.1254	0.769	0.747	0.365	76.92

ตารางที่ 5 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี Naive Bayes หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
Naive Bayes Classifier (9 คุณลักษณะ) I3 I4 I7 I9 P5 P6 OP7 OC2 OC4	Decision Tree	0.2187	0.1846	0.737	0.712	0.723	71.15
	Naive Bayes	0.1185	0.0870	0.851	0.885	0.865	88.46
	K-NN (K = 1)	0.1853	0.1564	0.746	0.750	0.748	75
	K-NN (K = 2)	0.1825	0.1345	0.726	0.769	0.729	76.92
	K-NN (K = 3)	0.194	0.1321	0.791	0.827	0.803	82.69
	K-NN (K = 4)	0.1967	0.1271	0.726	0.769	0.729	76.92
	K-NN (K = 5)	0.1908	0.1088	0.771	0.808	0.786	80.77
	K-NN (K = 6)	0.1932	0.1097	0.760	0.788	0.745	78.85
	MLP (H Layer node = a)	0.1415	0.0952	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 1)	0.1426	0.0921	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 2)	0.1395	0.0907	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 3)	0.1356	0.0900	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 4)	0.152	0.1017	0.819	0.846	0.831	84.62

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 5)	0.1443	0.0963	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 6)	0.1415	0.0952	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 7)	0.1282	0.0907	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 8)	0.1483	0.1042	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 9)	0.1395	0.0967	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 10)	0.1395	0.1021	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 11)	0.1506	0.1056	0.797	0.827	0.812	82.69
	MLP (H Layer node = 12)	0.1525	0.1041	0.797	0.827	0.812	82.69
	MLP (H Layer node = 13)	0.1546	0.1088	0.797	0.827	0.812	82.69
	MLP (H Layer node = 14)	0.1475	0.1058	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 15)	0.1569	0.1132	0.797	0.827	0.812	82.69
	MLP (H Layer node = 16)	0.1447	0.1034	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 17)	0.1502	0.1068	0.819	0.846	0.831	84.62
	MLP (H Layer node = 18)	0.1575	0.1124	0.819	0.846	0.831	84.62
	SVM	0.2692	0.1211	0.792	0.827	0.808	82.69

ตารางที่ 6 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี J48 หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
J48 Classifier (8 คุณลักษณะ) I2 I8 I9 I13 P5 P6 P8 OP5	Decision Tree	0.1141	0.0812	0.849	0.865	0.855	86.54
	Naive Bayes	0.2108	0.1631	0.723	0.731	0.725	73.08
	K-NN (K = 1)	0.2093	0.1804	0.707	0.712	0.709	71.15
	K-NN (K = 2)	0.1701	0.1221	0.799	0.827	0.797	82.69
	K-NN (K = 3)	0.1774	0.1181	0.730	0.769	0.747	76.92
	K-NN (K = 4)	0.1779	0.1067	0.809	0.808	0.761	80.77
	K-NN (K = 5)	0.1731	0.0971	0.816	0.846	0.821	84.62
	K-NN (K = 6)	0.1869	0.1016	0.760	0.788	0.745	78.85
	MLP (H Layer node = a)	0.1838	0.1399	0.737	0.769	0.753	76.92
	MLP (H Layer node = 1)	0.1762	0.1288	0.737	0.769	0.753	76.92
	MLP (H Layer node = 2)	0.1727	0.1244	0.753	0.788	0.769	78.85
	MLP (H Layer node = 3)	0.1811	0.1314	0.753	0.788	0.769	78.85
	MLP (H Layer node = 4)	0.1813	0.1382	0.737	0.769	0.753	76.92
	MLP (H Layer node = 5)	0.1838	0.1399	0.737	0.769	0.753	76.92

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.1841	0.1328	0.737	0.769	0.753	76.92
	MLP (H Layer node = 7)	0.1752	0.1395	0.737	0.769	0.753	76.92
	MLP (H Layer node = 8)	0.1857	0.1437	0.714	0.750	0.731	75
	MLP (H Layer node = 9)	0.1762	0.1453	0.737	0.769	0.753	76.92
	MLP (H Layer node = 10)	0.1883	0.1518	0.714	0.750	0.731	75
	MLP (H Layer node = 11)	0.1857	0.1489	0.714	0.750	0.731	75
	MLP (H Layer node = 12)	0.1833	0.1504	0.714	0.750	0.731	75
	MLP (H Layer node = 13)	0.1807	0.1491	0.714	0.750	0.731	75
	MLP (H Layer node = 14)	0.1868	0.1483	0.714	0.750	0.731	75
	MLP (H Layer node = 15)	0.1817	0.1471	0.714	0.750	0.731	75
	MLP (H Layer node = 16)	0.1814	0.1477	0.714	0.750	0.731	75
	MLP (H Layer node = 17)	0.1825	0.1479	0.714	0.750	0.731	75
	MLP (H Layer node = 18)	0.1818	0.1481	0.714	0.750	0.731	75
	SVM	0.2692	0.1211	0.799	0.827	0.797	82.69

ตารางที่ 7 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี IBk หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
IBk Classifier K=1 (5 คุณลักษณะ) I1 I3 I4 P4 P7	Decision Tree	0.2376	0.1559	0.680	0.731	0.698	73.08
	Naive Bayes	0.2419	0.1414	0.709	0.712	0.709	71.15
	K-NN (K = 1)	0.137	0.1086	0.829	0.827	0.828	82.69
	K-NN (K = 2)	0.1887	0.1138	0.736	0.769	0.715	76.92
	K-NN (K = 3)	0.2409	0.1424	0.651	0.654	0.650	65.38
	K-NN (K = 4)	0.2541	0.1415	0.636	0.712	0.656	71.15
	K-NN (K = 5)	0.3709	0.1376	0.636	0.712	0.656	71.15
	K-NN (K = 6)	0.246	0.1305	0.656	0.731	0.647	73.08
	MLP (H Layer node = a)	0.162	0.0881	0.813	0.846	0.829	84.62
	MLP (H Layer node = 1)	0.2007	0.1208	0.724	0.750	0.737	75
	MLP (H Layer node = 2)	0.1913	0.1098	0.753	0.788	0.769	78.85
	MLP (H Layer node = 3)	0.1727	0.0957	0.771	0.808	0.786	80.77
	MLP (H Layer node = 4)	0.162	0.0881	0.813	0.846	0.829	84.62
	MLP (H Layer node = 5)	0.1776	0.1021	0.792	0.827	0.808	82.69

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.1829	0.1053	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 7)	0.1863	0.1103	0.760	0.788	0.774	78.85
	MLP (H Layer node = 8)	0.1713	0.0946	0.813	0.846	0.829	84.62
	MLP (H Layer node = 9)	0.1877	0.1065	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 10)	0.1656	0.0902	0.792	0.827	0.808	82.69
	MLP (H Layer node = 11)	0.165	0.0929	0.797	0.827	0.812	82.69
	MLP (H Layer node = 12)	0.1742	0.0990	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 13)	0.1559	0.0937	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 14)	0.1761	0.0977	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 15)	0.1689	0.0942	0.783	0.808	0.794	80.77
	MLP (H Layer node = 16)	0.1748	0.0985	0.797	0.827	0.812	82.69
	MLP (H Layer node = 17)	0.1714	0.0982	0.775	0.808	0.791	80.77
	MLP (H Layer node = 18)	0.1865	0.1060	0.770	0.788	0.777	78.85
	SVM	0.2949	0.1467	0.614	0.712	0.636	71.15

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
IBk Classifier K=3 (8 คุณลักษณะ) I4 P1 P3 P5 P7 P8 OP6 OP7	Decision Tree	0.1932	0.1497	0.737	0.769	0.753	76.92
	Naive Bayes	0.226	0.1710	0.715	0.712	0.707	71.15
	K-NN (K = 1)	0.1723	0.1445	0.765	0.769	0.760	76.92
	K-NN (K = 2)	0.1702	0.1161	0.834	0.846	0.815	84.62
	K-NN (K = 3)	0.1606	0.1069	0.816	0.846	0.821	84.62
	K-NN (K = 4)	0.1716	0.1050	0.848	0.865	0.839	86.54
	K-NN (K = 5)	0.1908	0.1100	0.816	0.846	0.821	84.62
	K-NN (K = 6)	0.1823	0.0983	0.809	0.808	0.761	80.77
	MLP (H Layer node = a)	0.191	0.1502	0.724	0.731	0.724	73.08
	MLP (H Layer node = 1)	0.1963	0.1415	0.749	0.750	0.744	75
	MLP (H Layer node = 2)	0.1909	0.1433	0.749	0.750	0.744	75
	MLP (H Layer node = 3)	0.1877	0.1427	0.735	0.750	0.741	75
	MLP (H Layer node = 4)	0.1903	0.1519	0.735	0.750	0.741	75
	MLP (H Layer node = 5)	0.191	0.1502	0.724	0.731	0.724	73.08
	MLP (H Layer node = 6)	0.1966	0.1562	0.724	0.731	0.724	73.08

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 7)	0.1965	0.1559	0.714	0.712	0.708	71.15
	MLP (H Layer node = 8)	0.1903	0.1579	0.724	0.731	0.724	73.08
	MLP (H Layer node = 9)	0.1901	0.1610	0.724	0.731	0.724	73.08
	MLP (H Layer node = 10)	0.1912	0.1574	0.724	0.731	0.724	73.08
	MLP (H Layer node = 11)	0.204	0.1711	0.714	0.712	0.708	71.15
	MLP (H Layer node = 12)	0.2073	0.1697	0.704	0.692	0.691	69.23
	MLP (H Layer node = 13)	0.1895	0.1565	0.735	0.750	0.741	75
	MLP (H Layer node = 14)	0.2061	0.1686	0.714	0.712	0.708	71.15
	MLP (H Layer node = 15)	0.2071	0.1678	0.714	0.712	0.708	71.15
	MLP (H Layer node = 16)	0.1971	0.1562	0.724	0.731	0.724	73.08
	MLP (H Layer node = 17)	0.2097	0.1736	0.714	0.712	0.708	71.15
	MLP (H Layer node = 18)	0.1965	0.1573	0.724	0.731	0.724	73.08
	SVM	0.2906	0.1424	0.663	0.731	0.669	73.08

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
IBk Classifier K = 5 (7 คุณลักษณะ) I1 I3 I10 I11 P4 P8 OP6	Decision Tree	0.238	0.1606	0.676	0.712	0.688	71.15
	Naive Bayes	0.2363	0.1917	0.640	0.654	0.646	65.38
	K-NN (K = 1)	0.2332	0.2043	0.667	0.673	0.669	67.31
	K-NN (K = 2)	0.2073	0.1533	0.694	0.731	0.690	73.08
	K-NN (K = 3)	0.1982	0.1282	0.746	0.769	0.745	76.92
	K-NN (K = 4)	0.2094	0.1343	0.809	0.808	0.761	80.77
	K-NN (K = 5)	0.2186	0.1202	0.822	0.827	0.789	82.69
	K-NN (K = 6)	0.2206	0.1153	0.797	0.788	0.731	78.85
	MLP (H Layer node = a)	0.2221	0.1747	0.683	0.692	0.688	69.23
	MLP (H Layer node = 1)	0.2254	0.1602	0.687	0.712	0.699	71.15
	MLP (H Layer node = 2)	0.2238	0.1611	0.676	0.692	0.683	69.23
	MLP (H Layer node = 3)	0.233	0.1684	0.672	0.673	0.672	67.31
	MLP (H Layer node = 4)	0.2198	0.1567	0.712	0.731	0.720	73.08
	MLP (H Layer node = 5)	0.2221	0.1747	0.683	0.692	0.688	69.23
	MLP (H Layer node = 6)	0.2232	0.1608	0.683	0.692	0.688	69.23

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 7)	0.2248	0.1688	0.672	0.673	0.672	67.31
	MLP (H Layer node = 8)	0.2378	0.1865	0.672	0.673	0.672	67.31
	MLP (H Layer node = 9)	0.2275	0.1688	0.683	0.692	0.688	69.23
	MLP (H Layer node = 10)	0.2412	0.1891	0.672	0.673	0.672	67.31
	MLP (H Layer node = 11)	0.2229	0.1717	0.683	0.692	0.688	69.23
	MLP (H Layer node = 12)	0.2424	0.1844	0.683	0.692	0.688	69.23
	MLP (H Layer node = 13)	0.23	0.1851	0.672	0.673	0.672	67.31
	MLP (H Layer node = 14)	0.2303	0.1856	0.672	0.673	0.672	67.31
	MLP (H Layer node = 15)	0.2318	0.1874	0.672	0.673	0.672	67.31
	MLP (H Layer node = 16)	0.2178	0.1781	0.683	0.692	0.688	69.23
	MLP (H Layer node = 17)	0.2182	0.1785	0.683	0.692	0.688	69.23
	MLP (H Layer node = 18)	0.2252	0.1810	0.672	0.673	0.672	67.31
	SVM	0.2778	0.1296	0.749	0.788	0.755	78.85

ตารางที่ 8 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี MLP หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
MLP Classifier Hidden Layer = a (7 คุณลักษณะ) I6 I9 I10 P1 P6 P8 OP5	Decision Tree	0.171	0.1312	0.772	0.788	0.780	78.85
	Naive Bayes	0.1741	0.1452	0.750	0.769	0.759	76.92
	K-NN (K = 1)	0.1191	0.0883	0.839	0.846	0.840	84.62
	K-NN (K = 2)	0.1204	0.0727	0.799	0.827	0.797	82.69
	K-NN (K = 3)	0.1383	0.0843	0.810	0.827	0.818	82.69
	K-NN (K = 4)	0.1451	0.0854	0.771	0.808	0.780	80.77
	K-NN (K = 5)	0.1416	0.0723	0.830	0.865	0.847	86.54
	K-NN (K = 6)	0.1419	0.0720	0.799	0.827	0.797	82.69
	MLP (H Layer node = a)	0.1058	0.0630	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 1)	0.1167	0.0598	0.854	0.885	0.868	88.46
	MLP (H Layer node = 2)	0.1141	0.0595	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 3)	0.1156	0.0610	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 4)	0.1086	0.0692	0.886	0.904	0.895	90.38
	MLP (H Layer node = 5)	0.1058	0.0630	0.888	0.923	0.905	92.31

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.1176	0.0639	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 7)	0.1035	0.0613	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 8)	0.0949	0.0562	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 9)	0.0944	0.0550	0.854	0.885	0.868	88.46
	MLP (H Layer node = 10)	0.1097	0.0625	0.886	0.904	0.895	90.38
	MLP (H Layer node = 11)	0.1041	0.0629	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 12)	0.0957	0.0546	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 13)	0.0999	0.0614	0.854	0.885	0.868	88.46
	MLP (H Layer node = 14)	0.0899	0.0552	0.854	0.885	0.868	88.46
	MLP (H Layer node = 15)	0.0874	0.0540	0.854	0.885	0.868	88.46
	MLP (H Layer node = 16)	0.0925	0.0561	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 17)	0.0922	0.0561	0.854	0.885	0.868	88.46
	MLP (H Layer node = 18)	0.0854	0.0543	0.854	0.885	0.868	88.46
	SVM	0.2607	0.1126	0.792	0.827	0.808	82.69

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
MLP Classifier Hidden Layer Node = 1 (9 คุณลักษณะ) I6 I9 I10 P1 P3 P4 P6 OP5 OC2	Decision Tree	0.1964	0.1578	0.734	0.750	0.742	75
	Naive Bayes	0.155	0.1240	0.794	0.808	0.801	80.77
	K-NN (K = 1)	0.125	0.0967	0.843	0.846	0.843	84.62
	K-NN (K = 2)	0.1329	0.0851	0.780	0.808	0.772	80.77
	K-NN (K = 3)	0.1354	0.0890	0.799	0.827	0.797	82.69
	K-NN (K = 4)	0.1494	0.0961	0.799	0.827	0.797	82.69
	K-NN (K = 5)	0.1544	0.0854	0.799	0.827	0.797	82.69
	K-NN (K = 6)	0.1721	0.0931	0.760	0.788	0.745	78.85
	MLP (H Layer node = a)	0.1151	0.0667	0.870	0.904	0.886	90.38
	MLP (H Layer node = 1)	0.1135	0.0621	0.870	0.904	0.886	90.38
	MLP (H Layer node = 2)	0.1121	0.0636	0.870	0.904	0.886	90.38
	MLP (H Layer node = 3)	0.1144	0.0650	0.870	0.904	0.886	90.38
	MLP (H Layer node = 4)	0.111	0.0662	0.870	0.904	0.886	90.38
	MLP (H Layer node = 5)	0.1164	0.0690	0.870	0.904	0.886	90.38
	MLP (H Layer node = 6)	0.1151	0.0667	0.870	0.904	0.886	90.38

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 7)	0.1159	0.0675	0.870	0.904	0.886	90.38
	MLP (H Layer node = 8)	0.1282	0.0851	0.830	0.865	0.847	86.54
	MLP (H Layer node = 9)	0.1162	0.0795	0.850	0.885	0.867	88.46
	MLP (H Layer node = 10)	0.1189	0.0795	0.830	0.865	0.847	86.54
	MLP (H Layer node = 11)	0.117	0.0741	0.830	0.865	0.847	86.54
	MLP (H Layer node = 12)	0.1003	0.0623	0.870	0.904	0.886	90.38
	MLP (H Layer node = 13)	0.1198	0.0831	0.830	0.865	0.847	86.54
	MLP (H Layer node = 14)	0.1072	0.0709	0.850	0.885	0.867	88.46
	MLP (H Layer node = 15)	0.1206	0.0839	0.830	0.865	0.847	86.54
	MLP (H Layer node = 16)	0.1143	0.0778	0.830	0.865	0.847	86.54
	MLP (H Layer node = 17)	0.1171	0.0799	0.830	0.865	0.847	86.54
	MLP (H Layer node = 18)	0.1149	0.0836	0.830	0.865	0.847	86.54
	SVM	0.2521	0.1040	0.833	0.865	0.849	86.54

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
MLP Classifier Hidden Layer = 3 (6 คุณลักษณะ) I6 I9 I10 P1 P6 OP5	Decision Tree	0.1687	0.1302	0.772	0.788	0.780	78.85
	Naive Bayes	0.1481	0.1197	0.810	0.827	0.818	82.69
	K-NN (K = 1)	0.1308	0.1002	0.817	0.827	0.821	82.69
	K-NN (K = 2)	0.1261	0.0759	0.780	0.808	0.772	80.77
	K-NN (K = 3)	0.131	0.0787	0.813	0.846	0.829	84.62
	K-NN (K = 4)	0.1382	0.0805	0.771	0.808	0.780	80.77
	K-NN (K = 5)	0.1368	0.0793	0.830	0.865	0.847	86.54
	K-NN (K = 6)	0.1422	0.0795	0.799	0.827	0.797	82.69
	MLP (H Layer node = a)	0.1093	0.0691	0.886	0.904	0.895	90.38
	MLP (H Layer node = 1)	0.1148	0.0587	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 2)	0.1125	0.0586	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 3)	0.119	0.0626	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 4)	0.1093	0.0691	0.886	0.904	0.895	90.38
	MLP (H Layer node = 5)	0.1044	0.0633	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 6)	0.1086	0.0627	0.888	0.923	0.905	92.31

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 7)	0.0919	0.0612	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 8)	0.1141	0.0698	0.853	0.865	0.858	86.54
	MLP (H Layer node = 9)	0.0930	0.0563	0.854	0.885	0.868	88.46
	MLP (H Layer node = 10)	0.1000	0.0616	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 11)	0.1018	0.0610	0.854	0.885	0.868	88.46
	MLP (H Layer node = 12)	0.0966	0.0589	0.854	0.885	0.868	88.46
	MLP (H Layer node = 13)	0.1029	0.0106	0.869	0.904	0.885	90.38
	MLP (H Layer node = 14)	0.0968	0.0570	0.854	0.885	0.868	88.46
	MLP (H Layer node = 15)	0.0904	0.0552	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 16)	0.0876	0.0540	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 17)	0.0866	0.0542	0.888	0.923	0.905	92.31
	MLP (H Layer node = 18)	0.0917	0.0562	0.888	0.923	0.905	92.31
	SVM	0.2521	0.1040	0.830	0.865	0.847	86.54

ตารางที่ 9 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง วิธี OneRAttributeEval หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
OneRAttributeEval 10 – Fold Cross (5 คุณลักษณะ) I3 P5 OC1 OC2 OP6	Decision Tree	0.2071	0.1409	0.752	0.763	0.741	76.32
	Naive Bayes	0.2465	0.1559	0.677	0.684	0.672	68.42
	K-NN (K = 1)	0.2576	0.1762	0.717	0.711	0.698	71.05
	K-NN (K = 2)	0.2608	0.1498	0.701	0.711	0.670	71.05
	K-NN (K = 3)	0.2964	0.1606	0.706	0.684	0.631	68.42
	K-NN (K = 4)	0.297	0.1571	0.716	0.658	0.590	65.79
	K-NN (K = 5)	0.3138	0.1694	0.716	0.658	0.590	65.79
	K-NN (K = 6)	0.3124	0.1674	0.781	0.658	0.565	65.79
	MLP (H Layer node = a)	0.2653	0.1675	0.646	0.684	0.661	68.42
	MLP (H Layer node = 1)	0.2776	0.1519	0.602	0.737	0.660	73.68
	MLP (H Layer node = 2)	0.262	0.1600	0.668	0.711	0.679	71.05
	MLP (H Layer node = 3)	0.2687	0.1756	0.590	0.684	0.633	68.42
	MLP (H Layer node = 4)	0.2653	0.1675	0.646	0.684	0.66	68.42
	MLP (H Layer node = 5)	0.2641	0.1660	0.596	0.711	0.647	71.05

ตารางที่ 9 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.2747	0.1754	0.641	0.658	0.647	65.79
	MLP (H Layer node = 7)	0.2658	0.1657	0.668	0.684	0.674	68.42
	MLP (H Layer node = 8)	0.2657	0.1749	0.666	0.684	0.668	68.42
	MLP (H Layer node = 9)	0.2818	0.1886	0.570	0.605	0.582	60.53
	MLP (H Layer node = 10)	0.2674	0.1681	0.666	0.684	0.671	68.42
	MLP (H Layer node = 11)	0.2783	0.1855	0.619	0.658	0.628	65.79
	MLP (H Layer node = 12)	0.2729	0.1795	0.592	0.632	0.600	63.16
	MLP (H Layer node = 13)	0.2737	0.1840	0.619	0.658	0.628	65.79
	MLP (H Layer node = 14)	0.2698	0.1781	0.619	0.658	0.628	65.79
	MLP (H Layer node = 15)	0.2697	0.1813	0.597	0.632	0.610	63.16
	MLP (H Layer node = 16)	0.2707	0.1772	0.597	0.632	0.610	63.16
	MLP (H Layer node = 17)	0.2755	0.1879	0.619	0.658	0.628	65.79
	MLP (H Layer node = 18)	0.2618	0.1766	0.619	0.658	0.628	65.79
	SVM	0.2982	0.1501	0.758	0.711	0.671	71.05

ตารางที่ 9 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
OneRAttributeEval (5 คุณลักษณะ) 5 – Fold Cross P5 OC1 OC2 OP6 OP5	Decision Tree	0.2542	0.1629	0.705	0.711	0.692	71.05
	Naive Bayes	0.287	0.1699	0.619	0.632	0.618	63.16
	K-NN (K = 1)	0.2137	0.1708	0.737	0.737	0.713	73.68
	K-NN (K = 2)	0.2798	0.2002	0.743	0.684	0.609	68.42
	K-NN (K = 3)	0.2993	0.1800	0.640	0.632	0.574	63.16
	K-NN (K = 4)	0.3299	0.2044	0.433	0.579	0.477	57.89
	K-NN (K = 5)	0.3188	0.1881	0.551	0.579	0.514	57.89
	K-NN (K = 6)	0.3253	0.1847	0.353	0.553	0.431	55.26
	MLP (H Layer node = a)	0.2328	0.1451	0.678	0.711	0.671	71.05
	MLP (H Layer node = 1)	0.2915	0.1698	0.492	0.632	0.535	63.16
	MLP (H Layer node = 2)	0.2392	0.1505	0.775	0.737	0.690	73.68
	MLP (H Layer node = 3)	0.261	0.1630	0.544	0.658	0.592	65.79
	MLP (H Layer node = 4)	0.2328	0.1451	0.678	0.711	0.671	71.05
	MLP (H Layer node = 5)	0.2342	0.1406	0.719	0.737	0.708	73.68
	MLP (H Layer node = 6)	0.2453	0.1516	0.697	0.711	0.684	71.05

ตารางที่ 9 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 7)	0.2508	0.1579	0.661	0.684	0.663	68.42
	MLP (H Layer node = 8)	0.2345	0.1412	0.757	0.763	0.751	76.32
	MLP (H Layer node = 9)	0.2284	0.1385	0.757	0.763	0.751	76.32
	MLP (H Layer node = 10)	0.2317	0.1448	0.727	0.737	0.712	73.68
	MLP (H Layer node = 11)	0.2321	0.1450	0.690	0.711	0.696	71.05
	MLP (H Layer node = 12)	0.231	0.1426	0.691	0.711	0.692	71.05
	MLP (H Layer node = 13)	0.2331	0.1451	0.691	0.711	0.692	71.05
	MLP (H Layer node = 14)	0.2277	0.1475	0.691	0.711	0.692	71.05
	MLP (H Layer node = 15)	0.231	0.1505	0.691	0.711	0.692	71.05
	MLP (H Layer node = 16)	0.2308	0.1491	0.691	0.711	0.692	71.05
	MLP (H Layer node = 17)	0.2335	0.1541	0.691	0.711	0.692	71.05
	MLP (H Layer node = 18)	0.2277	0.1454	0.691	0.711	0.692	71.05
	SVM	0.3158	0.1676	0.687	0.658	0.568	65.79

ตารางที่ 10 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง วิธี ReliefFAttributeEval หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
ReliefFAttributeEval numNeighbours = 10 (5 คุณลักษณะ) P1 I3 P3 OP6 P4	Decision Tree	0.2961	0.2222	0.620	0.632	0.621	63.16
	Naive Bayes	0.3176	0.2300	0.530	0.500	0.506	50
	K-NN (K = 1)	0.2925	0.2167	0.657	0.658	0.652	65.79
	K-NN (K = 2)	0.2847	0.1726	0.706	0.711	0.660	71.05
	K-NN (K = 3)	0.3162	0.1789	0.711	0.711	0.679	71.05
	K-NN (K = 4)	0.3245	0.1791	0.663	0.684	0.636	68.42
	K-NN (K = 5)	0.3383	0.1876	0.670	0.684	0.659	68.42
	K-NN (K = 6)	0.3402	0.1884	0.533	0.579	0.511	57.89
	MLP (H Layer node = a)	0.3031	0.2209	0.577	0.579	0.575	57.89
	MLP (H Layer node = 1)	0.3244	0.2078	0.494	0.605	0.544	60.53
	MLP (H Layer node = 2)	0.2791	0.2012	0.653	0.632	0.637	63.16
	MLP (H Layer node = 3)	0.2619	0.1869	0.725	0.684	0.681	68.42
	MLP (H Layer node = 4)	0.3031	0.2209	0.577	0.579	0.575	57.89
	MLP (H Layer node = 5)	0.291	0.2116	0.682	0.658	0.658	65.79

ตารางที่ 10 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.2731	0.1998	0.632	0.632	0.620	63.16
	MLP (H Layer node = 7)	0.2981	0.2316	0.605	0.605	0.604	60.53
	MLP (H Layer node = 8)	0.2873	0.2186	0.638	0.632	0.630	63.16
	MLP (H Layer node = 9)	0.2887	0.2238	0.638	0.632	0.630	63.16
	MLP (H Layer node = 10)	0.2871	0.2274	0.605	0.605	0.604	60.53
	MLP (H Layer node = 11)	0.2882	0.2247	0.638	0.632	0.630	63.16
	MLP (H Layer node = 12)	0.286	0.2234	0.605	0.605	0.604	60.53
	MLP (H Layer node = 13)	0.2839	0.2204	0.638	0.632	0.630	63.16
	MLP (H Layer node = 14)	0.2832	0.2177	0.638	0.632	0.630	63.16
	MLP (H Layer node = 15)	0.2734	0.2096	0.638	0.632	0.630	63.16
	MLP (H Layer node = 16)	0.2866	0.2247	0.638	0.632	0.630	63.16
	MLP (H Layer node = 17)	0.2784	0.2058	0.605	0.605	0.604	60.53
	MLP (H Layer node = 18)	0.284	0.2242	0.638	0.632	0.630	63.16
	SVM	0.3041	0.1559	0.521	0.632	0.536	63.16

ตารางที่ 10 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
ReliefFAttributeEval numNeighbours = 3 (5 คุณลักษณะ) P1 I3 P3 OP7 I9	Decision Tree	0.2121	0.1648	0.734	0.737	0.734	73.68
	Naive Bayes	0.2964	0.2053	0.621	0.605	0.608	60.53
	K-NN (K = 1)	0.2279	0.1781	0.670	0.658	0.660	65.79
	K-NN (K = 2)	0.2293	0.1510	0.638	0.605	0.576	60.53
	K-NN (K = 3)	0.2099	0.1311	0.797	0.763	0.740	76.32
	K-NN (K = 4)	0.2181	0.1276	0.780	0.737	0.694	73.68
	K-NN (K = 5)	0.2305	0.1219	0.780	0.737	0.693	73.68
	K-NN (K = 6)	0.2364	0.1213	0.538	0.658	0.583	65.79
	MLP (H Layer node = a)	0.2299	0.1701	0.649	0.658	0.653	65.79
	MLP (H Layer node = 1)	0.3124	0.1884	0.524	0.632	0.571	63.16
	MLP (H Layer node = 2)	0.2523	0.1507	0.710	0.737	0.700	73.68
	MLP (H Layer node = 3)	0.2303	0.1600	0.695	0.684	0.687	68.42
	MLP (H Layer node = 4)	0.2299	0.1701	0.649	0.658	0.653	65.79
	MLP (H Layer node = 5)	0.2275	0.1745	0.658	0.658	0.658	65.79
	MLP (H Layer node = 6)	0.2314	0.1819	0.624	0.632	0.627	63.16

ตารางที่ 10 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 7)	0.2281	0.1756	0.624	0.632	0.627	63.16
	MLP (H Layer node = 8)	0.2283	0.1706	0.632	0.632	0.632	63.16
	MLP (H Layer node = 9)	0.2235	0.1647	0.667	0.658	0.662	65.79
	MLP (H Layer node = 10)	0.2355	0.1816	0.667	0.658	0.662	65.79
	MLP (H Layer node = 11)	0.2243	0.1702	0.701	0.684	0.690	68.42
	MLP (H Layer node = 12)	0.2266	0.1710	0.667	0.658	0.662	65.79
	MLP (H Layer node = 13)	0.2222	0.1674	0.701	0.684	0.690	68.42
	MLP (H Layer node = 14)	0.2208	0.1688	0.690	0.684	0.686	68.42
	MLP (H Layer node = 15)	0.2259	0.1737	0.658	0.658	0.658	65.79
	MLP (H Layer node = 16)	0.2158	0.1627	0.658	0.658	0.658	65.79
	MLP (H Layer node = 17)	0.2189	0.1655	0.667	0.658	0.662	65.79
	MLP (H Layer node = 18)	0.2183	0.1674	0.690	0.684	0.686	68.42
	SVM	0.3216	0.1735	0.469	0.579	0.518	57.89

ตารางที่ 11 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง วิธี CS หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
CS (2 คุณลักษณะ) I3 OC1	Decision Tree	0.3017	0.1563	0.743	0.684	0.609	68.42
	Naive Bayes	0.2885	0.1665	0.735	0.684	0.637	68.42
	K-NN (K = 1)	0.2966	0.1834	0.708	0.658	0.605	65.79
	K-NN (K = 2)	0.2749	0.1560	0.804	0.711	0.649	71.05
	K-NN (K = 3)	0.298	0.1606	0.597	0.658	0.556	65.79
	K-NN (K = 4)	0.2991	0.1614	0.597	0.658	0.556	65.79
	K-NN (K = 5)	0.3003	0.1628	0.597	0.658	0.556	65.79
	K-NN (K = 6)	0.3054	0.1658	0.587	0.632	0.511	63.16
	MLP (H Layer node = a)	0.2808	0.1615	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 1)	0.3543	0.1925	0.469	0.605	0.519	60.53
	MLP (H Layer node = 2)	0.2808	0.1615	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 3)	0.2872	0.1690	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 4)	0.2818	0.1625	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 5)	0.2846	0.1692	0.713	0.684	0.652	68.42

ตารางที่ 11 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.2849	0.1672	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 7)	0.2836	0.1665	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 8)	0.2849	0.1707	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 9)	0.2869	0.1715	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 10)	0.2851	0.1703	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 11)	0.2872	0.1724	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 12)	0.2857	0.1700	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 13)	0.286	0.1707	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 14)	0.2876	0.1721	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 15)	0.2871	0.1707	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 16)	0.2854	0.1702	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 17)	0.2868	0.1712	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 18)	0.287	0.1697	0.713	0.684	0.652	68.42
	SVM	0.3099	0.1618	0.781	0.658	0.565	65.79

ตารางที่ 12 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง วิธี CFS หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
CFS (3 คุณลักษณะ) I3 P1 OC1	Decision Tree	0.3079	0.1794	0.638	0.658	0.615	65.79
	Naive Bayes	0.2991	0.1718	0.509	0.553	0.513	55.26
	K-NN (K = 1)	0.2944	0.1754	0.632	0.658	0.591	65.79
	K-NN (K = 2)	0.2779	0.1529	0.743	0.684	0.609	68.42
	K-NN (K = 3)	0.3041	0.1614	0.376	0.605	0.464	60.53
	K-NN (K = 4)	0.3101	0.1591	0.376	0.605	0.464	60.53
	K-NN (K = 5)	0.3121	0.1602	0.366	0.605	0.456	60.53
	K-NN (K = 6)	0.3121	0.1602	0.366	0.605	0.456	60.53
	MLP (H Layer node = a)	0.2992	0.1816	0.585	0.632	0.580	63.16
	MLP (H Layer node = 1)	0.356	0.1963	0.511	0.632	0.565	63.16
	MLP (H Layer node = 2)	0.3047	0.1774	0.631	0.658	0.618	65.79
	MLP (H Layer node = 3)	0.2992	0.1816	0.585	0.632	0.580	63.16
	MLP (H Layer node = 4)	0.2876	0.1676	0.692	0.658	0.632	65.79
	MLP (H Layer node = 5)	0.2937	0.1722	0.610	0.632	0.599	63.16

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.282	0.1641	0.713	0.684	0.652	68.42
	MLP (H Layer node = 7)	0.2827	0.1661	0.692	0.658	0.632	65.79
	MLP (H Layer node = 8)	0.2912	0.1751	0.610	0.632	0.599	63.16
	MLP (H Layer node = 9)	0.2904	0.1745	0.568	0.605	0.563	60.53
	MLP (H Layer node = 10)	0.2895	0.1729	0.658	0.632	0.599	63.16
	MLP (H Layer node = 11)	0.2916	0.1728	0.658	0.632	0.599	63.16
	MLP (H Layer node = 12)	0.2949	0.1766	0.610	0.632	0.599	63.16
	MLP (H Layer node = 13)	0.2861	0.1711	0.692	0.658	0.632	65.79
	MLP (H Layer node = 14)	0.2914	0.1748	0.692	0.658	0.632	65.79
	MLP (H Layer node = 15)	0.2898	0.1738	0.658	0.632	0.599	63.16
	MLP (H Layer node = 16)	0.2901	0.1731	0.658	0.632	0.599	63.16
	MLP (H Layer node = 17)	0.292	0.1743	0.692	0.658	0.632	65.79
	MLP (H Layer node = 18)	0.2898	0.1731	0.692	0.658	0.632	65.79
	SVM	0.2982	0.1501	0.781	0.658	0.565	65.79

ตารางที่ 13 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมวิธี Naive Bayes หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
Naive Bayes Classifier (2 คุณลักษณะ) I3 OC2	Decision Tree	0.3598	0.2058	0.433	0.579	0.477	57.89
	Naive Bayes	0.2888	0.1578	0.748	0.711	0.682	71.05
	K-NN (K = 1)	0.3001	0.1715	0.687	0.658	0.614	65.79
	K-NN (K = 2)	0.3226	0.1884	0.479	0.605	0.516	60.53
	K-NN (K = 3)	0.3226	0.1884	0.479	0.605	0.516	60.53
	K-NN (K = 4)	0.3151	0.1673	0.587	0.632	0.511	63.16
	K-NN (K = 5)	0.3163	0.1687	0.587	0.632	0.511	63.16
	K-NN (K = 6)	0.3193	0.1709	0.366	0.605	0.456	60.53
	MLP (H Layer node = a)	0.3048	0.1668	0.687	0.658	0.614	65.79
	MLP (H Layer node = 1)	0.3485	0.1918	0.479	0.605	0.516	60.53
	MLP (H Layer node = 2)	0.3048	0.1668	0.687	0.658	0.614	65.79
	MLP (H Layer node = 3)	0.3033	0.1660	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 4)	0.3034	0.1662	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 5)	0.3018	0.1657	0.748	0.711	0.682	71.05

ตารางที่ 13 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.302	0.1673	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 7)	0.3009	0.1662	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 8)	0.3008	0.1668	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 9)	0.3011	0.1666	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 10)	0.3006	0.1663	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 11)	0.3015	0.1672	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 12)	0.3017	0.1673	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 13)	0.3025	0.1670	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 14)	0.3025	0.1676	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 15)	0.302	0.1672	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 16)	0.302	0.1670	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 17)	0.302	0.1666	0.748	0.711	0.682	71.05
	MLP (H Layer node = 18)	0.3024	0.1667	0.748	0.711	0.682	71.05
	SVM	0.3275	0.1794	0.366	0.605	0.456	60.53

ตารางที่ 14 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี J48 หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
J48 Classifier (2 คุณลักษณะ) I9 OC1	Decision Tree	0.2678	0.1447	0.784	0.737	0.691	73.68
	Naive Bayes	0.3249	0.1753	0.716	0.658	0.590	65.79
	K-NN (K = 1)	0.2805	0.1568	0.741	0.711	0.671	71.05
	K-NN (K = 2)	0.3157	0.1831	0.670	0.632	0.547	63.16
	K-NN (K = 3)	0.3192	0.1738	0.700	0.658	0.568	65.79
	K-NN (K = 4)	0.3339	0.1869	0.376	0.605	0.464	60.53
	K-NN (K = 5)	0.3339	0.1869	0.376	0.605	0.464	60.53
	K-NN (K = 6)	0.336	0.1890	0.366	0.605	0.456	60.53
	MLP (H Layer node = a)	0.2742	0.1483	0.772	0.737	0.709	73.68
	MLP (H Layer node = 1)	0.313	0.1589	0.509	0.658	0.568	65.79
	MLP (H Layer node = 2)	0.2742	0.1483	0.772	0.737	0.709	73.68
	MLP (H Layer node = 3)	0.2846	0.1610	0.708	0.711	0.670	71.05
	MLP (H Layer node = 4)	0.2865	0.1553	0.708	0.711	0.670	71.05
	MLP (H Layer node = 5)	0.2859	0.1601	0.708	0.711	0.670	71.05

ตารางที่ 14 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.2792	0.1607	0.708	0.711	0.670	71.05
	MLP (H Layer node = 7)	0.2997	0.1734	0.679	0.684	0.634	68.42
	MLP (H Layer node = 8)	0.2808	0.1610	0.708	0.711	0.670	71.05
	MLP (H Layer node = 9)	0.294	0.1652	0.708	0.711	0.670	71.05
	MLP (H Layer node = 10)	0.2862	0.1605	0.708	0.711	0.670	71.05
	MLP (H Layer node = 11)	0.2898	0.1656	0.708	0.711	0.670	71.05
	MLP (H Layer node = 12)	0.2982	0.1733	0.658	0.684	0.637	68.42
	MLP (H Layer node = 13)	0.2951	0.1675	0.658	0.684	0.637	68.42
	MLP (H Layer node = 14)	0.2878	0.1639	0.708	0.711	0.670	71.05
	MLP (H Layer node = 15)	0.2954	0.1658	0.658	0.684	0.637	68.42
	MLP (H Layer node = 16)	0.3013	0.1746	0.658	0.684	0.637	68.42
	MLP (H Layer node = 17)	0.2955	0.1668	0.658	0.684	0.637	68.42
	MLP (H Layer node = 18)	0.3027	0.1737	0.658	0.684	0.637	68.42
	SVM	0.3333	0.1852	0.781	0.658	0.565	65.79

ตารางที่ 15 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี IBk หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
IBK Classifier K=1 (4 คุณลักษณะ) I9 P5 OP3 OC1	Decision Tree	0.284	0.1545	0.756	0.711	0.645	71.05
	Naive Bayes	0.2813	0.1692	0.609	0.632	0.586	63.16
	K-NN (K = 1)	0.2195	0.1384	0.844	0.816	0.792	81.58
	K-NN (K = 2)	0.2866	0.1871	0.459	0.632	0.517	63.16
	K-NN (K = 3)	0.3195	0.1914	0.376	0.605	0.464	60.53
	K-NN (K = 4)	0.3459	0.2066	0.366	0.605	0.456	60.53
	K-NN (K = 5)	0.3453	0.2062	0.366	0.605	0.456	60.53
	K-NN (K = 6)	0.3517	0.2057	0.366	0.605	0.456	60.53
	MLP (H Layer node = a)	0.3022	0.1898	0.592	0.658	0.598	65.79
	MLP (H Layer node = 1)	0.3114	0.1723	0.584	0.658	0.576	65.79
	MLP (H Layer node = 2)	0.2799	0.1772	0.740	0.711	0.672	71.05
	MLP (H Layer node = 3)	0.3022	0.1898	0.592	0.658	0.598	65.79
	MLP (H Layer node = 4)	0.3096	0.1925	0.592	0.658	0.598	65.79
	MLP (H Layer node = 5)	0.3037	0.1892	0.641	0.684	0.640	68.42

ตารางที่ 15 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.3007	0.1881	0.572	0.632	0.576	63.16
	MLP (H Layer node = 7)	0.3098	0.2001	0.641	0.684	0.640	68.42
	MLP (H Layer node = 8)	0.3051	0.1939	0.572	0.632	0.576	63.16
	MLP (H Layer node = 9)	0.3021	0.1965	0.621	0.658	0.617	65.79
	MLP (H Layer node = 10)	0.3075	0.2052	0.568	0.632	0.579	63.16
	MLP (H Layer node = 11)	0.3017	0.1928	0.617	0.658	0.620	65.79
	MLP (H Layer node = 12)	0.3105	0.2054	0.568	0.632	0.579	63.16
	MLP (H Layer node = 13)	0.3048	0.2036	0.617	0.658	0.620	65.79
	MLP (H Layer node = 14)	0.311	0.2061	0.549	0.605	0.561	60.53
	MLP (H Layer node = 15)	0.3102	0.2021	0.617	0.658	0.620	65.79
	MLP (H Layer node = 16)	0.3041	0.2027	0.641	0.684	0.640	68.42
	MLP (H Layer node = 17)	0.3078	0.2048	0.617	0.658	0.620	65.79
	MLP (H Layer node = 18)	0.3081	0.2016	0.599	0.632	0.602	63.16
	SVM	0.3392	0.1911	0.479	0.632	0.513	63.16

ตารางที่ 15 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
IBK Classifier K=3 (7 คุณลักษณะ) I2 I3 I5 I8 I12 OC1 OC3	Decision Tree	0.1018	0.0877	0.890	0.868	0.864	86.84
	Naive Bayes	0.2844	0.1955	0.638	0.579	0.580	57.89
	K-NN (K = 1)	0.1995	0.1614	0.733	0.737	0.733	73.68
	K-NN (K = 2)	0.2048	0.1286	0.789	0.737	0.690	73.68
	K-NN (K = 3)	0.2236	0.1256	0.867	0.868	0.867	86.84
	K-NN (K = 4)	0.2376	0.1194	0.708	0.658	0.605	65.79
	K-NN (K = 5)	0.2632	0.1346	0.618	0.632	0.571	63.16
	K-NN (K = 6)	0.2719	0.1383	0.560	0.632	0.510	63.16
	MLP (H Layer node = a)	0.2389	0.1533	0.704	0.684	0.689	68.42
	MLP (H Layer node = 1)	0.3102	0.1794	0.516	0.579	0.544	57.89
	MLP (H Layer node = 2)	0.2332	0.1606	0.742	0.684	0.696	68.42
	MLP (H Layer node = 3)	0.2446	0.1698	0.748	0.684	0.700	68.42
	MLP (H Layer node = 4)	0.2608	0.1834	0.701	0.684	0.690	68.42
	MLP (H Layer node = 5)	0.2389	0.1533	0.704	0.684	0.689	68.42
	MLP (H Layer node = 6)	0.258	0.1752	0.648	0.632	0.634	63.16

ตารางที่ 15 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 7)	0.2346	0.1590	0.718	0.711	0.713	71.05
	MLP (H Layer node = 8)	0.2239	0.1471	0.724	0.711	0.712	71.05
	MLP (H Layer node = 9)	0.2498	0.1763	0.686	0.658	0.667	65.79
	MLP (H Layer node = 10)	0.2448	0.1685	0.701	0.684	0.690	68.42
	MLP (H Layer node = 11)	0.2312	0.1598	0.676	0.658	0.663	65.79
	MLP (H Layer node = 12)	0.2236	0.1519	0.724	0.711	0.712	71.05
	MLP (H Layer node = 13)	0.2311	0.1557	0.676	0.658	0.663	65.79
	MLP (H Layer node = 14)	0.2379	0.1625	0.701	0.684	0.688	68.42
	MLP (H Layer node = 15)	0.2286	0.1559	0.686	0.658	0.667	65.79
	MLP (H Layer node = 16)	0.2521	0.1806	0.660	0.632	0.639	63.16
	MLP (H Layer node = 17)	0.2322	0.1631	0.730	0.711	0.716	71.05
	MLP (H Layer node = 18)	0.2308	0.1597	0.676	0.658	0.663	65.79
	SVM	0.2924	0.1442	0.792	0.684	0.610	68.42

ตารางที่ 16 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวม วิธี MLP หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
MLP Classifier Hidden Layer Node = a (7 คุณลักษณะ) I3 I8 I9 P1 P4 P6 OC3	Decision Tree	0.2784	0.2371	0.605	0.605	0.605	60.53
	Naive Bayes	0.2773	0.1716	0.586	0.579	0.578	57.89
	K-NN (K = 1)	0.2311	0.1934	0.684	0.684	0.684	68.42
	K-NN (K = 2)	0.1934	0.1179	0.778	0.737	0.708	73.68
	K-NN (K = 3)	0.2278	0.1195	0.823	0.789	0.769	78.95
	K-NN (K = 4)	0.2495	0.1221	0.771	0.711	0.644	71.05
	K-NN (K = 5)	0.2953	0.1435	0.621	0.658	0.618	65.79
	K-NN (K = 6)	0.3298	0.1667	0.470	0.579	0.507	57.89
	MLP (H Layer node = a)	0.1401	0.0702	0.873	0.868	0.870	86.84
	MLP (H Layer node = 1)	0.33	0.2047	0.466	0.553	0.504	55.26
	MLP (H Layer node = 2)	0.1853	0.1140	0.765	0.763	0.761	76.32
	MLP (H Layer node = 3)	0.1934	0.1142	0.770	0.763	0.766	76.32
	MLP (H Layer node = 4)	0.1697	0.0973	0.839	0.816	0.821	81.58
	MLP (H Layer node = 5)	0.1401	0.0702	0.873	0.868	0.870	86.84

ตารางที่ 16 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.1495	0.0816	0.768	0.763	0.757	76.32
	MLP (H Layer node = 7)	0.1813	0.1110	0.674	0.684	0.677	68.42
	MLP (H Layer node = 8)	0.1476	0.0805	0.845	0.842	0.842	84.21
	MLP (H Layer node = 9)	0.1432	0.0788	0.793	0.789	0.780	78.95
	MLP (H Layer node = 10)	0.2042	0.1351	0.674	0.684	0.672	68.42
	MLP (H Layer node = 11)	0.1818	0.1112	0.688	0.711	0.688	71.05
	MLP (H Layer node = 12)	0.1781	0.1143	0.737	0.737	0.737	73.68
	MLP (H Layer node = 13)	0.1551	0.0883	0.709	0.711	0.709	71.05
	MLP (H Layer node = 14)	0.1843	0.1145	0.706	0.711	0.707	71.05
	MLP (H Layer node = 15)	0.209	0.1509	0.673	0.684	0.676	68.42
	MLP (H Layer node = 16)	0.1844	0.1326	0.757	0.763	0.760	76.32
	MLP (H Layer node = 17)	0.1892	0.1231	0.661	0.684	0.667	68.42
	MLP (H Layer node = 18)	0.1904	0.1295	0.734	0.737	0.733	73.68
	SVM	0.3333	0.1852	0.346	0.526	0.417	52.63

ตารางที่ 16 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
MLP Classifier Hidden Layer Node = 1 (1 คุณลักษณะ) OC1	Decision Tree	0.3064	0.1574	0.509	0.658	0.568	65.79
	Naive Bayes	0.3449	0.1789	0.479	0.632	0.513	63.16
	K-NN (K = 1)	0.3081	0.1598	0.567	0.658	0.581	65.79
	K-NN (K = 2)	0.3081	0.1598	0.567	0.658	0.581	65.79
	K-NN (K = 3)	0.3081	0.1598	0.567	0.658	0.581	65.79
	K-NN (K = 4)	0.3188	0.1689	0.471	0.632	0.525	63.16
	K-NN (K = 5)	0.3366	0.1845	0.366	0.605	0.456	60.53
	K-NN (K = 6)	0.3366	0.1845	0.366	0.605	0.456	60.53
	MLP (H Layer node = a)	0.3115	0.1595	0.509	0.658	0.568	65.79
	MLP (H Layer node = 1)	0.3089	0.1586	0.509	0.658	0.568	65.79
	MLP (H Layer node = 2)	0.3115	0.1595	0.509	0.658	0.568	65.79
	MLP (H Layer node = 3)	0.3125	0.1622	0.509	0.658	0.568	65.79
	MLP (H Layer node = 4)	0.3116	0.1620	0.509	0.658	0.568	65.79
	MLP (H Layer node = 5)	0.3118	0.1617	0.509	0.658	0.568	65.79
	MLP (H Layer node = 6)	0.3098	0.1606	0.567	0.658	0.581	65.79

ตารางที่ 16 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 7)	0.3096	0.1610	0.567	0.658	0.581	65.79
	MLP (H Layer node = 8)	0.3102	0.1610	0.567	0.658	0.581	65.79
	MLP (H Layer node = 9)	0.3107	0.1609	0.488	0.632	0.541	65.79
	MLP (H Layer node = 10)	0.3108	0.1606	0.567	0.658	0.581	65.79
	MLP (H Layer node = 11)	0.311	0.1606	0.567	0.658	0.581	65.79
	MLP (H Layer node = 12)	0.3105	0.1609	0.567	0.658	0.581	65.79
	MLP (H Layer node = 13)	0.3104	0.1607	0.567	0.658	0.581	65.79
	MLP (H Layer node = 14)	0.3117	0.1613	0.488	0.632	0.541	63.16
	MLP (H Layer node = 15)	0.3111	0.1610	0.488	0.632	0.541	63.16
	MLP (H Layer node = 16)	0.3108	0.1607	0.567	0.658	0.581	65.79
	MLP (H Layer node = 17)	0.3109	0.1609	0.488	0.632	0.541	63.16
	MLP (H Layer node = 18)	0.3113	0.1614	0.567	0.658	0.581	65.79
	SVM	0.345	0.1969	0.479	0.632	0.513	63.16

ตารางที่ 16 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
MLP Classifier Hidden Layer Node = 3 (10 คุณลักษณะ) I1 I2 I3 I8 I9 I10 P1 P2 OP2 OC3	Decision Tree	0.2825	0.2500	0.619	0.605	0.610	60.53
	Naive Bayes	0.2715	0.2141	0.640	0.553	0.574	55.26
	K-NN (K = 1)	0.1836	0.1455	0.780	0.763	0.767	76.32
	K-NN (K = 2)	0.2466	0.1426	0.496	0.632	0.546	63.16
	K-NN (K = 3)	0.2633	0.1616	0.521	0.605	0.559	60.53
	K-NN (K = 4)	0.2633	0.1451	0.594	0.711	0.622	71.05
	K-NN (K = 5)	0.3011	0.1582	0.581	0.658	0.596	65.79
	K-NN (K = 6)	0.3064	0.1573	0.545	0.658	0.585	65.79
	MLP (H Layer node = a)	0.1332	0.0671	0.901	0.895	0.896	89.47
	MLP (H Layer node = 1)	0.319	0.2038	0.561	0.579	0.560	57.89
	MLP (H Layer node = 2)	0.1401	0.0690	0.861	0.842	0.846	84.21
	MLP (H Layer node = 3)	0.1186	0.0543	0.930	0.921	0.922	92.11
	MLP (H Layer node = 4)	0.1249	0.0622	0.882	0.868	0.872	86.84
	MLP (H Layer node = 5)	0.1293	0.0641	0.901	0.895	0.896	89.47
	MLP (H Layer node = 6)	0.1332	0.0671	0.901	0.895	0.896	89.47

ตารางที่ 16 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 7)	0.1357	0.0695	0.843	0.842	0.840	84.21
	MLP (H Layer node = 8)	0.1602	0.0987	0.798	0.789	0.793	78.95
	MLP (H Layer node = 9)	0.1597	0.0924	0.820	0.816	0.817	81.58
	MLP (H Layer node = 10)	0.1591	0.0946	0.763	0.763	0.763	76.32
	MLP (H Layer node = 11)	0.1751	0.1177	0.727	0.737	0.731	73.68
	MLP (H Layer node = 12)	0.1597	0.1063	0.727	0.737	0.731	73.68
	MLP (H Layer node = 13)	0.1521	0.0950	0.747	0.763	0.753	76.32
	MLP (H Layer node = 14)	0.1546	0.0989	0.773	0.789	0.774	78.95
	MLP (H Layer node = 15)	0.1667	0.1047	0.727	0.737	0.731	73.68
	MLP (H Layer node = 16)	0.1533	0.0913	0.813	0.816	0.809	81.58
	MLP (H Layer node = 17)	0.1333	0.0803	0.851	0.842	0.845	84.21
	MLP (H Layer node = 18)	0.1405	0.0776	0.843	0.842	0.840	84.21
	SVM	0.3275	0.1794	0.346	0.526	0.417	52.63

ตารางที่ 17 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง วิธี OneRAttributeEval หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
OneRAttributeEval 5 - Fold Cross (5 คุณลักษณะ) OC5 P3 I10 I11 I12	Decision Tree	0.3911	0.2418	0.381	0.444	0.410	44.44
	Naive Bayes	0.4212	0.3692	0.381	0.444	0.410	44.44
	K-NN (K = 1)	0.3912	0.2789	0.381	0.444	0.410	44.44
	K-NN (K = 2)	0.3215	0.2256	0.417	0.556	0.476	55.56
	K-NN (K = 3)	0.3357	0.2087	0.381	0.444	0.410	44.44
	K-NN (K = 4)	0.3437	0.2048	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 5)	0.3897	0.2178	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 6)	0.3867	0.2058	0.444	0.667	0.533	66.67
	MLP (H Layer node = a)	0.3612	0.2667	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 1)	0.3899	0.2924	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 2)	0.3757	0.2759	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 3)	0.3674	0.2698	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 4)	0.3612	0.2667	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 5)	0.3478	0.2555	0.381	0.444	0.410	44.44

ตารางที่ 17 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.3425	0.2621	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 7)	0.3395	0.2594	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 8)	0.34	0.2652	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 9)	0.3383	0.2529	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 10)	0.3292	0.2501	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 11)	0.3437	0.2745	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 12)	0.336	0.2652	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 13)	0.334	0.2628	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 14)	0.3433	0.2751	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 15)	0.3486	0.2855	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 16)	0.3274	0.2573	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 17)	0.3439	0.2848	0.381	0.444	0.410	44.44
	MLP (H Layer node = 18)	0.347	0.2876	0.381	0.444	0.410	44.44
	SVM	0.321	0.1728	0.444	0.667	0.533	66.67

ตารางที่ 18 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง วิธี ReliefFAttributeEval หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
ReliefFAttributeEval numNeighbours = 10 (5 คุณลักษณะ) I9 P6 I3 P3 OP1	Decision Tree	0.2098	0.1994	0.444	0.667	0.533	66.67
	Naive Bayes	0.2854	0.1848	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 1)	0.2357	0.1233	0.704	0.778	0.733	77.78
	K-NN (K = 2)	0.2605	0.1647	0.417	0.556	0.476	55.56
	K-NN (K = 3)	0.2925	0.1780	0.417	0.556	0.476	55.56
	K-NN (K = 4)	0.2934	0.1811	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 5)	0.294	0.1852	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 6)	0.3239	0.1927	0.444	0.667	0.533	66.67
	MLP (H Layer node = a)	0.2684	0.1986	0.556	0.556	0.556	55.56
	MLP (H Layer node = 1)	0.3255	0.2321	0.476	0.556	0.513	55.56
	MLP (H Layer node = 2)	0.283	0.2008	0.587	0.667	0.62	66.67
	MLP (H Layer node = 3)	0.2747	0.2056	0.556	0.556	0.556	55.56
	MLP (H Layer node = 4)	0.2684	0.1986	0.556	0.556	0.556	55.56
	MLP (H Layer node = 5)	0.2452	0.1845	0.587	0.667	0.624	66.67

ตารางที่ 18 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.2447	0.1882	0.587	0.667	0.624	66.67
	MLP (H Layer node = 7)	0.2488	0.1887	0.587	0.667	0.624	66.67
	MLP (H Layer node = 8)	0.2528	0.1988	0.587	0.667	0.624	66.67
	MLP (H Layer node = 9)	0.2551	0.1981	0.587	0.667	0.624	66.67
	MLP (H Layer node = 10)	0.2602	0.2032	0.587	0.667	0.624	66.67
	MLP (H Layer node = 11)	0.2428	0.1922	0.587	0.667	0.624	66.67
	MLP (H Layer node = 12)	0.2396	0.1847	0.587	0.667	0.624	66.67
	MLP (H Layer node = 13)	0.2429	0.1918	0.587	0.667	0.624	66.67
	MLP (H Layer node = 14)	0.2457	0.1880	0.587	0.667	0.624	66.67
	MLP (H Layer node = 15)	0.239	0.1871	0.587	0.667	0.624	66.67
	MLP (H Layer node = 16)	0.2458	0.1890	0.587	0.667	0.624	66.67
	MLP (H Layer node = 17)	0.235	0.1832	0.587	0.667	0.624	66.67
	MLP (H Layer node = 18)	0.2447	0.1852	0.587	0.667	0.624	66.67
	SVM	0.3457	0.1975	0.417	0.556	0.476	55.56

ตารางที่ 18 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
ReliefFAttributeEval numNeighbours = 3 (5 คุณลักษณะ) I9 P7 P3 I3 P6	Decision Tree	0.2854	0.1848	0.444	0.667	0.533	66.67
	Naive Bayes	0.2221	0.2218	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 1)	0.1838	0.0714	0.794	0.889	0.838	88.89
	K-NN (K = 2)	0.23	0.1216	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 3)	0.2493	0.1475	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 4)	0.2936	0.1736	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 5)	0.3077	0.1887	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 6)	0.3175	0.1886	0.444	0.667	0.533	66.67
	MLP (H Layer node = a)	0.1743	0.0946	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 1)	0.249	0.1391	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 2)	0.2092	0.1010	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 3)	0.1729	0.0930	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 4)	0.1743	0.0946	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 5)	0.1662	0.0952	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 6)	0.1662	0.0924	0.794	0.889	0.838	88.89

ตารางที่ 18 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 7)	0.1619	0.0929	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 8)	0.1607	0.0935	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 9)	0.1575	0.0916	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 10)	0.1541	0.0900	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 11)	0.159	0.0910	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 12)	0.1587	0.0907	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 13)	0.159	0.0911	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 14)	0.1707	0.0939	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 15)	0.1672	0.0922	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 16)	0.171	0.0942	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 17)	0.1707	0.0940	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 18)	0.1547	0.0908	0.794	0.889	0.838	88.89
	SVM	0.2963	0.1481	0.722	0.778	0.720	77.78

ตารางที่ 19 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบกรอง วิธี CS, CFS หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
CS **CFS** **(2 คุณลักษณะ)** I3 I9	Decision Tree	0.2854	0.1848	0.444	0.667	0.533	66.67
	Naive Bayes	0.209	0.1963	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 1)	0.1616	0.0766	0.794	0.889	0.838	88.89
	K-NN (K = 2)	0.2362	0.1372	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 3)	0.2288	0.1362	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 4)	0.2362	0.1590	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 5)	0.2642	0.1767	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 6)	0.3139	0.1882	0.444	0.667	0.533	66.67
	MLP (H Layer node = a)	0.2001	0.1217	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 1)	0.2506	0.1686	0.500	0.667	0.571	66.67
	MLP (H Layer node = 2)	0.2001	0.1217	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 3)	0.162	0.1018	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 4)	0.1558	0.1082	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 5)	0.1534	0.1048	0.722	0.778	0.720	77.78

ตารางที่ 19 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Filter Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.1499	0.1062	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 7)	0.1505	0.1046	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 8)	0.147	0.1045	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 9)	0.1476	0.1088	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 10)	0.1443	0.1055	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 11)	0.1515	0.1121	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 12)	0.1409	0.1026	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 13)	0.1433	0.1052	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 14)	0.1383	0.1028	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 15)	0.1385	0.1011	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 16)	0.1414	0.1054	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 17)	0.1365	0.1006	0.722	0.778	0.720	77.78
	MLP (H Layer node = 18)	0.1376	0.1023	0.722	0.778	0.720	77.78
	SVM	0.321	0.1728	0.444	0.667	0.533	66.67

ตารางที่ 20 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบควบรวมวิธี Naive Bayes IBK MLP หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
Naive Bayes IBK K=1 MLP (1 คุณลักษณะ) I9	Decision Tree	0.2854	0.1848	0.444	0.667	0.533	66.67
	Naive Bayes	0.1914	0.1161	0.794	0.889	0.838	88.89
	K-NN (K = 1)	0.2166	0.0984	0.794	0.889	0.838	88.89
	K-NN (K = 2)	0.3117	0.1693	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 3)	0.3117	0.1693	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 4)	0.3383	0.1976	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 5)	0.3147	0.1882	0.444	0.667	0.533	66.67
	K-NN (K = 6)	0.3305	0.1837	0.444	0.667	0.533	66.67
	MLP (H Layer node = a)	0.1809	0.0901	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 1)	0.1845	0.0889	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 2)	0.1809	0.0901	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 3)	0.183	0.0921	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 4)	0.1816	0.0923	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 5)	0.1795	0.0921	0.794	0.889	0.838	88.89

ตารางที่ 20 (ต่อ)

Feature Selection	Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Wrapper Approach							
	MLP (H Layer node = 6)	0.1818	0.0928	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 7)	0.1788	0.0920	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 8)	0.1775	0.0916	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 9)	0.1761	0.0913	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 10)	0.1709	0.0898	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 11)	0.1689	0.0892	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 12)	0.1671	0.0889	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 13)	0.1644	0.0881	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 14)	0.1635	0.0879	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 15)	0.1625	0.0877	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 16)	0.162	0.0877	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 17)	0.1581	0.0866	0.794	0.889	0.838	88.89
	MLP (H Layer node = 18)	0.1584	0.0867	0.794	0.889	0.838	88.89
	SVM	0.321	0.1728	0.444	0.667	0.533	66.67

ตารางที่ 21 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Decision Tree	0.2081	0.1916	0.692	0.692	0.692	69.23
Naive Bayes	0.1868	0.1735	0.700	0.731	0.715	73.08
K-NN (K = 1)	0.2093	0.1804	0.686	0.712	0.697	71.15
K-NN (K = 2)	0.232	0.1720	0.757	0.769	0.735	76.92
K-NN (K = 3)	0.2274	0.1546	0.768	0.788	0.770	**78.85**
K-NN (K = 4)	0.2062	0.1250	0.749	0.788	0.755	**78.85**
K-NN (K = 5)	0.2136	0.1261	0.749	0.788	0.755	78.85
K-NN (K = 6)	0.2164	0.1250	0.760	0.788	0.745	78.85
MLP (H Layer node = a)	0.1568	0.1282	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 1)	0.1469	0.0957	0.813	0.846	0.829	**84.62**
MLP (H Layer node = 2)	0.1636	0.1146	0.780	0.788	0.783	78.85
MLP (H Layer node = 3)	0.1639	0.1144	0.794	0.808	0.801	80.77
MLP (H Layer node = 4)	0.1627	0.1327	0.734	0.750	0.742	75
MLP (H Layer node = 5)	0.1613	0.1349	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 6)	0.1521	0.1226	0.780	0.788	0.783	78.85
MLP (H Layer node = 7)	0.163	0.1310	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 8)	0.1606	0.1302	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 9)	0.1586	0.1248	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 10)	0.1563	0.1230	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 11)	0.1577	0.1248	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 12)	0.156	0.1251	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 13)	0.1577	0.1287	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 14)	0.1561	0.1276	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 15)	0.1584	0.1295	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 16)	0.158	0.1281	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 17)	0.1556	0.1283	0.757	0.769	0.763	76.92
MLP (H Layer node = 18)	0.1568	0.1282	0.757	0.769	0.763	76.92
SVM	0.2564	0.1082	0.832	0.846	0.834	84.62

ตารางที่ 22 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ หลักสูตรกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Decision Tree	0.275	0.2351	0.617	0.605	0.609	60.53
Naive Bayes	0.2866	0.2611	0.565	0.553	0.552	55.26
K-NN (K = 1)	0.2315	0.1933	0.679	0.684	0.678	**68.42**
K-NN (K = 2)	0.2299	0.1418	0.718	0.658	0.601	65.79
K-NN (K = 3)	0.2633	0.1470	0.713	0.684	0.653	68.42
K-NN (K = 4)	0.2932	0.1468	0.781	0.658	0.565	65.79
K-NN (K = 5)	0.308	0.1509	0.749	0.711	0.673	71.05
K-NN (K = 6)	0.3121	0.1583	0.366	0.605	0.456	60.53
MLP (H Layer node = a)	0.2573	0.1757	0.619	0.632	0.618	63.16
MLP (H Layer node = 1)	0.3347	0.2452	0.428	0.526	0.472	52.63
MLP (H Layer node = 2)	0.3188	0.2339	0.504	0.474	0.484	47.37
MLP (H Layer node = 3)	0.2834	0.1912	0.551	0.579	0.554	57.89
MLP (H Layer node = 4)	0.2759	0.1900	0.662	0.658	0.660	65.79
MLP (H Layer node = 5)	0.2665	0.1786	0.650	0.658	0.649	65.79
MLP (H Layer node = 6)	0.2546	0.1663	0.622	0.632	0.624	63.16
MLP (H Layer node = 7)	0.2726	0.1877	0.632	0.632	0.632	63.16
MLP (H Layer node = 8)	0.2572	0.1687	0.624	0.632	0.626	63.16
MLP (H Layer node = 9)	0.2458	0.1623	0.650	0.658	0.649	65.79
MLP (H Layer node = 10)	0.2664	0.1792	0.650	0.658	0.649	65.79
MLP (H Layer node = 11)	0.2481	0.1656	0.650	0.658	0.649	65.79
MLP (H Layer node = 12)	0.2604	0.1710	0.627	0.632	0.626	63.16
MLP (H Layer node = 13)	0.2626	0.1755	0.650	0.658	0.649	65.79
MLP (H Layer node = 14)	0.2584	0.1744	0.678	0.684	0.678	**68.42**
MLP (H Layer node = 15)	0.2565	0.1700	0.650	0.658	0.649	65.79
MLP (H Layer node = 16)	0.2561	0.1722	0.616	0.632	0.620	63.16
MLP (H Layer node = 17)	0.2513	0.1686	0.650	0.658	0.649	65.79
MLP (H Layer node = 18)	0.2573	0.1757	0.619	0.632	0.618	63.16
SVM	0.3041	0.1559	0.643	0.658	0.638	65.79

ตารางที่ 23 ค่าประสิทธิภาพตัวแบบการประเมินคุณภาพหลักสูตรที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะหลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ

Classifier	MAE	MSE	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy %
Decision Tree	0.3489	0.2631	0.417	0.556	0.476	55.56
Naive Bayes	0.2222	0.2222	0.444	0.667	0.533	66.67
K-NN (K = 1)	0.4431	0.3307	0.407	0.333	0.356	33.33
K-NN (K = 2)	0.3527	0.1935	0.444	0.667	0.533	66.67
K-NN (K = 3)	0.3577	0.2049	0.417	0.556	0.476	55.56
K-NN (K = 4)	0.3437	0.2011	0.444	0.667	0.533	**66.67**
K-NN (K = 5)	0.376	0.2016	0.444	0.667	0.533	66.67
K-NN (K = 6)	0.3867	0.2058	0.444	0.667	0.533	66.67
MLP (H Layer node = a)	0.3049	0.2485	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 1)	0.3549	0.2673	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 2)	0.3584	0.2805	0.444	0.444	0.444	44.44
MLP (H Layer node = 3)	0.3117	0.2582	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 4)	0.312	0.2577	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 5)	0.3161	0.2603	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 6)	0.3089	0.2550	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 7)	0.3094	0.2591	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 8)	0.3034	0.2494	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 9)	0.3116	0.2600	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 10)	0.3102	0.2488	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 11)	0.3079	0.2463	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 12)	0.3078	0.2566	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 13)	0.3094	0.2467	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 14)	0.3089	0.2487	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 15)	0.3022	0.2487	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 16)	0.3053	0.2543	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 17)	0.3091	0.2505	0.519	0.556	0.533	55.56
MLP (H Layer node = 18)	0.3049	0.2485	0.519	0.556	0.533	55.56
SVM	0.3704	0.2222	0.519	0.556	0.533	55.56