

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพและทำนายผลสถานภาพการเป็นนักศึกษา  
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
An Efficiency Comparison and Prediction in Student Status, Faculty of Sciences, King  
Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

อัจฉรา แผ้วบาง<sup>1</sup> และสายชล สินสมบูรณ์ทอง<sup>2</sup>

Achara Phaeobang<sup>1</sup> and Saichon Sinsomboonthong<sup>2</sup>

<sup>1</sup>เลขานุการ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<sup>2</sup>รองศาสตราจารย์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

achara@kmitl.ac.th, and kssaicho@kmitl.ac.th

### บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและทำนายผลสถานภาพการเป็นนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทำความเข้าใจและเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการจำแนกกลุ่ม รวมทั้งเปรียบเทียบการทำนายผลสถานภาพการเป็นนักศึกษา วิธีการจำแนกกลุ่มที่นำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพและการทำนายผลคือ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุดโดยใช้อัลกอริทึมชนิด IBk วิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจโดยใช้อัลกอริทึมชนิด J48 วิธีโครงข่ายประสาทโดยใช้อัลกอริทึมชนิดเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้อัลกอริทึม SMO ชนิดโพลิโนเมียลเคอร์เนล ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการจำแนกกลุ่มทั้ง 4 วิธี จะใช้ค่าความถูกต้อง ค่าอัตราความถูกต้องเชิงบวก ค่าอัตราความถูกต้องเชิงลบ ค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก และค่าความถ่วงดุล โดยจะพิจารณาจากค่าเหล่านี้ที่มีค่ามากที่สุด ส่วนค่าอัตราความผิดพลาดเชิงบวกและค่าอัตราความผิดพลาดเชิงลบจะพิจารณาจากค่าน้อยที่สุด ในการทำนายผลของวิธีการจำแนกกลุ่มทั้ง 4 วิธี จะใช้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ในการเปรียบเทียบ โดยพิจารณาจากค่า MAE และ MSE ที่มีค่าน้อยที่สุด

ผลการศึกษาพบว่าวิธีโครงข่ายประสาทมีค่าความถูกต้อง ค่าอัตราความถูกต้องเชิงบวก ค่าความถูกต้องเชิงลบ ค่าความแม่นยำ ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงบวก ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงลบ ค่าความระลึกและค่าความถ่วงดุลดีที่สุดคือ 98.1481%, 1, 0.727, 0.981, 0.273, 0, 1 และ 0.99 ตามลำดับ ส่วนวิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจและวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมีค่าอัตราความถูกต้องเชิงบวก ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงลบ และค่าความระลึกดีที่สุดคือ 1, 0 และ 1 ตามลำดับ ดังนั้นวิธีโครงข่ายประสาทมีประสิทธิภาพดีที่สุด ส่วนการเปรียบเทียบการทำนายผลของวิธีการจำแนกกลุ่มสถานภาพการเป็นนักศึกษา พบว่าวิธีโครงข่ายประสาทมีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 0.0217 และ 0.0188 ตามลำดับ ดังนั้นวิธีโครงข่ายประสาทมีการทำนายผลดีที่สุด

**คำสำคัญ:** วิธีการจำแนกกลุ่ม วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด วิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ วิธีโครงข่ายประสาท และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

### Abstract

In this study, an efficiency comparison and prediction in student status, faculty of sciences, King mongkut's institute of technology Ladkrabang were investigated. The purposes are understand and compare efficiency the classification method and also compare prediction in student status, faculty of sciences, King mongkut's institute of technology Ladkrabang. The classification methods to efficiency comparison and prediction are k-nearest neighbor method by IBk algorithm, decision tree method by J48 algorithm, neural network method by multilayer perceptron algorithm, and support vector machine method by polynomial kernel, SMO algorithm. In efficiency comparison of four classification methods by using the maximum of accuracy, true positive rate, true negative rate, precision, recall, F-Measure and the minimum of false positive rate and false

negative rate. In prediction of four classification methods by using the minimum of mean absolute error (MAE) and mean square error (MSE).

The result of the study demonstrated that neural network method has the best of accuracy, true positive rate, true negative rate, precision, false positive rate, false negative rate, recall, and F-Measure, 98.1481%, 1, 0.727, 0.981, 0.273, 0, 1 and 0.99 respectively. Nevertheless, decision tree and support vector machine method have the best of true positive rate and false negative rate and recall, 1, 0 and 1 respectively. Then, neural network method has the best efficiency. In addition, the prediction comparison of classification methods show that neural network method has the minimum MAE and MSE, 0.0217 and 0.0188 respectively. Then, neural network method has the best prediction.

**Keywords :** classification method; k-nearest neighbor method; decision tree method; neural network method; and support vector machine method

## 1. ความเป็นมาและความสำคัญ

โดยส่วนใหญ่นักเรียนที่เข้ามาศึกษาต่อในมหาวิทยาลัย ชั้นปีที่ 1 นั้นจะมาจากหลายพื้นที่ทั้งในเขต กทม. และต่างจังหวัด ทำให้นักศึกษาจำเป็นต้องมีการปรับตัวหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ การศึกษา ที่อยู่อาศัย การเดินทาง เพื่อนสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะด้านการศึกษานักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนของนักศึกษา เช่น เพศ อายุ สาขาวิชา คะแนนเฉลี่ยสะสมในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเภทของโรงเรียนที่นักศึกษาสำเร็จการศึกษา จังหวัดของโรงเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วิธีผ่านการสอบคัดเลือก ที่พักอาศัย จำนวนหน่วยกิตที่ลงทะเบียนเรียน ความพร้อม แรงจูงใจ การเรียนรู้ ความจำ วิธีการสอนของอาจารย์ [1] นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น คณะที่นักศึกษาสังกัด ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัสและเกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิต [2] ที่มีส่วนช่วยสนับสนุนให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 เกิดการพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา ซึ่งมีค่าระดับคะแนนเฉลี่ยประจำภาคการศึกษา (GPS) ต่ำกว่า 2.00 เป็นเวลา 2 ภาค การศึกษาติดต่อกัน และค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) ต่ำกว่า 2.00 ซึ่งการพ้นสภาพการเป็นนักศึกษาได้เกิดขึ้นในทุกสถานการศึกษา รวมทั้งสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเฉพาะนักศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นหนึ่งในหลาย ๆ คณะที่นักศึกษาชั้นปีที่ 1 จะพ้นสภาพการเป็นนักศึกษามากกว่านักศึกษาชั้นปีอื่น ๆ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้นำวิธีการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและทำนายผลสถานภาพการเป็นนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุดวิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ วิธีโครงข่ายประสาท และ

วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เพื่อหาวิธีที่มีประสิทธิภาพและทำนายผลสถานภาพการเป็นนักศึกษาที่เหมาะสมต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพสถานภาพการเป็นนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2.2 เพื่อเปรียบเทียบการทำนายผลสถานภาพการเป็นนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## 3. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

3.1 ทำให้ทราบวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการพิจารณาสถานภาพการเป็นนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2 ทำให้ทราบวิธีที่มีการทำนายผลดีที่สุดในการพิจารณาสถานภาพการเป็นนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## 4. กรอบแนวคิดของการวิจัย

การศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและทำนายผลสถานภาพการเป็นนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้แนวคิดมาจากงานวิจัยของ อนงค์ ผลสุขการ และสายชล สินสมบูรณ์ทอง [1] เรื่อง “ปัจจัยที่มีผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง” ปรียารัตน์ นาคสุวรรณ และกิตติการ สายธนู [2] เรื่อง “การทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา

ด้วยการวิเคราะห์การจำแนกและข่ายงานระบบประสาท” และดาราภา ศิริสันติสัมพันธ์ และคณะ [3] เรื่อง “ปัจจัยการจัดการศึกษาที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์” มาปรับปรุงให้เหมาะสมกับหัวข้อวิจัย

## 5. ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและทำนายผลสถานภาพการเป็นนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด วิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ วิธีโครงข่ายประสาท และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

## 6. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบสอบถามสถานภาพการเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## 7. การเก็บรวบรวมข้อมูล การบันทึกและแบ่งข้อมูล

### 7.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลสถานภาพการเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 1,625 คน โดยข้อมูลประกอบด้วยคุณลักษณะ (Attribute) ต่าง ๆ ดังนี้ [4]

- 1) เพศ แบ่งเป็นเพศชายและเพศหญิง
- 2) สาขาวิชา แบ่งเป็นสาขาคณิตศาสตร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ เคมีอุตสาหกรรม เคมีสิ่งแวดล้อม จุลชีววิทยา อุตสาหกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ฟิสิกส์ประยุกต์และสถิติประยุกต์
- 3) วิธีผ่านการสอบคัดเลือก แบ่งเป็นระบบแอดมิชชันระบบโควตาและระบบรับตรง
- 4) คะแนนเฉลี่ยภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2556
- 5) คะแนนเฉลี่ยภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556
- 6) สถานภาพการเป็นนักศึกษา แบ่งเป็นคงสภาพการเป็นนักศึกษา และพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

7.2 บันทึกข้อมูลสถานภาพการเป็นนักศึกษาจำนวน 1,625 คน ลงในโปรแกรม Microsoft Excel โดยให้แนวคอลัมน์เป็นเพศ สาขาวิชา วิธีผ่านการสอบคัดเลือก คะแนนเฉลี่ยประจำภาคการศึกษาที่ 1 ของปีการศึกษา 2556 คะแนนเฉลี่ยประจำภาคการศึกษาที่ 2 ของปีการศึกษา

2556 และสถานภาพการเป็นนักศึกษา ส่วนแนวแถวเป็นลำดับที่ของนักศึกษา

### 7.3 การแบ่งข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดมาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน จากข้อมูลสถานภาพการเป็นนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 1,625 คน เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นสัดส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลชุดฝึกหัด (Training Data Set) เพื่อนำไปสร้างตัวแบบ มีข้อมูล 70% ของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งจะได้ข้อมูลในส่วนที่ 1 จำนวน 1,138 คน

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลชุดทดสอบประสิทธิภาพ (Evaluation Data Set) เพื่อนำไปทดสอบความถูกต้องของตัวแบบ มีข้อมูล 20% ของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งจะได้ข้อมูลในส่วนที่ 2 จำนวน 325 คน

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลชุดทดสอบ (Testing Data Set) เพื่อนำไปทำนายตัวแบบ มีข้อมูล 10% ของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งจะได้ข้อมูลในส่วนที่ 3 จำนวน 162 คน

## 8. การวิเคราะห์ข้อมูล

การทำวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้จัดข้อมูลแต่ละชุดออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนที่ 1 ใช้ข้อมูล 70 เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลทั้งหมดในการสร้างตัวแบบ ส่วนที่ 2 ใช้ข้อมูล 20 เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลทั้งหมดในการทดสอบความถูกต้องของตัวแบบ ส่วนที่ 3 ใช้ข้อมูล 10 เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลทั้งหมดในการทำนายตัวแบบ แปลงไฟล์ข้อมูลให้เป็นนามสกุล \*.csv เพื่อใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพการจำแนกกลุ่มข้อมูลในโปรแกรม WEKA คณะผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการจำแนกกลุ่มเพื่อนำมาทดสอบดังนี้

8.1 วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด (K-Nearest Neighbor : KNN) ใช้อัลกอริทึมชนิด IBk เนื่องจากเป็นฟังก์ชันหลักที่สนใจ ซึ่งเป็นพื้นฐานของอัลกอริทึม 8.1 อัลกอริทึม IBk ยังสามารถกำหนดน้ำหนักระยะห่างและทางเลือก (option) เพื่อกำหนดค่า k โดยใช้ cross-validation [5]

8.2 วิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ (Decision Tree) ใช้อัลกอริทึมชนิด J48 ซึ่งพัฒนามาจาก ID3 สามารถใช้ได้กับข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่องและแบบต่อเนื่อง ต่างจาก ID3 ที่ใช้ได้เพียงข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่องเท่านั้น [6]

8.3 วิธีโครงข่ายประสาท (Neural Network) ใช้อัลกอริทึมชนิดเพอร์เซปตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron) โดยกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เป็น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 ค่าโมเมนตัมเป็น 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 0.9 จำนวน

รอบการสอน 30,000 รอบ การวิจัยครั้งนี้ใช้อัลกอริทึมของวิธีโครงข่ายประสาทชนิดเพอร์เซปตรอนหลายชั้นที่มีชั้นซ่อน 1 ชั้น แม้ว่าโครงสร้างโครงข่ายประสาทที่ซับซ้อนสามารถมีชั้นซ่อนมากกว่า 1 ชั้น แต่ในทางปฏิบัติการกำหนดชั้นซ่อน 1 ชั้น เพียงพอต่อการวิเคราะห์ข้อมูล [7]

8.4 วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine) ใช้อัลกอริทึมชนิด โพลีโนเมียลเคอร์เนล (Polynomial Kernel) เนื่องจากวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้อัลกอริทึมชนิดโพลีโนเมียลเคอร์เนลดีที่สุด [8]

## 9. ผลการวิจัย

### 9.1 การทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษา

การทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษาจากชุดข้อมูลทดสอบ จำนวน 162 คน โดยวิธีการจำแนกกลุ่มทั้ง 4 วิธี

#### 9.1.1 วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด

ตารางที่ 9.1 แสดงผลในส่วนของการสรุปผลจากการทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษา ด้วยวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด

Correctly Classified Instances	154	95.0617 %
Incorrectly Classified Instances	8	4.9383 %
Mean absolute error	0.0502	
Root mean squared error	0.222	
Total Number of Instances	162	

จากตารางที่ 9.1 จากข้อมูลจำนวน 162 คน ทำนายข้อมูลถูกต้องจำนวน 154 คน คิดเป็น 95.0617% และทำนายข้อมูลไม่ถูกต้องจำนวน 8 คน คิดเป็น 4.9383% มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) คือ 0.0502 ซึ่งมีค่าน้อย แสดงว่าค่าที่ทำนายได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมาก และมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) คือ  $(0.222)^2 = 0.049$  ซึ่งมีค่าน้อย แสดงว่าตัวแบบมีความถูกต้องมาก

ตารางที่ 9.2 แสดงผลในส่วนของความถูกต้องของรายละเอียดในแต่ละคำตอบจากการทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษา ด้วยวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
0.987	0.545	0.961	0.987	0.974	yes
TN Rate	FN Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
0.455	0.013	0.714	0.455	0.556	no

จากตารางที่ 9.2 สำหรับคำตอบคงสภาพการเป็นนักศึกษา (Class = yes) มีค่าอัตราความถูกต้องเชิงบวก = 0.987 ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงบวก = 0.545 ค่าความแม่นยำ = 0.961 ค่าความระลึก = 0.987 และค่าความถ่วงดุล = 0.974 ส่วนคำตอบพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา (Class = no) มีค่าอัตราความถูกต้องเชิงลบ = 0.455 ค่าอัตราความผิดพลาดเชิง

ลบ = 0.013 ค่าความแม่นยำ = 0.714 ค่าความระลึก = 0.455 และค่าความถ่วงดุล = 0.556

ตารางที่ 9.3 แสดงผลในส่วนของเมตริกซ์ความสับสนจากการทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษา ด้วยวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด

		ผลการจำแนกสถานภาพการเป็นนักศึกษา	
		คงสภาพการเป็นนักศึกษา	พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา
ค่าที่แท้จริง	คงสภาพการเป็นนักศึกษา	149	2
	พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา	6	5

จากตารางที่ 9.3 มีข้อมูล 162 คน ตัวแบบสามารถทำนายข้อมูลได้ถูกต้อง 154 คน โดยมีจำนวนข้อมูลที่จำแนกถูกว่าคงสภาพการเป็นนักศึกษา 149 คน และจำนวนข้อมูลที่จำแนกถูกว่าพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา 5 คน ตัวแบบทำนายข้อมูลไม่ถูกต้อง 8 คน โดยมีจำนวนข้อมูลที่จำแนกผิดว่าคงสภาพการเป็นนักศึกษา ซึ่งค่าที่แท้จริงแล้วพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา 6 คน และจำนวนข้อมูลที่จำแนกผิดว่าพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา ซึ่งค่าที่แท้จริงคงสภาพการเป็นนักศึกษา 2 คน

#### 9.1.2 วิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ

ตารางที่ 9.4 แสดงผลในส่วนของการสรุปผลจากการทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษา ด้วยวิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ

Correctly Classified Instances	157	96.9136 %
Incorrectly Classified Instances	5	3.0864 %
Mean absolute error	0.0651	
Root mean squared error	0.1734	
Total Number of Instances	162	

จากตารางที่ 9.4 โดยจากข้อมูลจำนวน 162 คน ทำนายข้อมูลถูกต้องจำนวน 157 คน คิดเป็น 96.9136% และทำนายข้อมูลไม่ถูกต้องจำนวน 5 คน คิดเป็น 3.0864% มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) คือ 0.0651 ซึ่งมีค่าน้อย แสดงว่าค่าที่ทำนายได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมาก และมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) คือ  $(0.1734)^2 = 0.0301$  ซึ่งมีค่าน้อย แสดงว่าตัวแบบมีความถูกต้องมาก

ตารางที่ 9.5 แสดงผลในส่วนของความถูกต้องของรายละเอียดในแต่ละคำตอบจากการทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษา ด้วยวิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
1	0.455	0.968	1	0.984	yes
TN Rate	FN Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
0.545	0	1	0.545	0.706	no

จากตารางที่ 9.5 ค่าตอบคงสภาพการเป็นนักศึกษา (yes) มีค่าอัตราความถูกต้องเชิงบวก = 1 ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงบวก = 0.455 ค่าความแม่นยำ = 0.968 ค่าความระลึก = 1 และค่าความถ่วงดุล = 0.984 ส่วนคำตอบพื้นสภาพการเป็นนักศึกษา (no) มีค่าอัตราความถูกต้องเชิงลบ = 0.545 ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงลบ = 0 ค่าความแม่นยำ = 1 ค่าความระลึก = 0.545 และค่าความถ่วงดุล = 0.706

ตารางที่ 9.6 แสดงผลในส่วนของเมตริกซ์ความสับสนจากการทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษา ด้วยวิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ

		ผลการจำแนกสถานภาพการเป็นนักศึกษา	
		คงสภาพการเป็นนักศึกษา	พื้นสภาพการเป็นนักศึกษา
ค่าที่แท้จริง	คงสภาพการเป็นนักศึกษา	151	0
	พื้นสภาพการเป็นนักศึกษา	5	6

จากตารางที่ 9.6 มีข้อมูล 162 คน ตัวแบบสามารถทำนายข้อมูลได้ถูกต้อง 157 คน โดยมีจำนวนข้อมูลที่จำแนกถูกว่าคงสภาพการเป็นนักศึกษา 151 คน และจำนวนข้อมูลที่จำแนกถูกว่าพื้นสภาพการเป็นนักศึกษา 6 คน ตัวแบบทำนายข้อมูลไม่ถูกต้อง 5 คน โดยมีจำนวนข้อมูลที่จำแนกผิดว่าคงสภาพการเป็นนักศึกษา ซึ่งค่าที่แท้จริงแล้วพื้นสภาพการเป็นนักศึกษา 5 คน และจำนวนข้อมูลที่จำแนกผิดว่าพื้นสภาพการเป็นนักศึกษา ซึ่งค่าที่แท้จริงคงสภาพการเป็นนักศึกษา 0 คน

### 9.1.3 วิธีโครงข่ายประสาท

ตารางที่ 9.7 แสดงผลในส่วนของการสรุปผลจากการทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษา ด้วยวิธีโครงข่ายประสาท

Correctly Classified Instances	159	98.1481 %
Incorrectly Classified Instances	3	1.8519 %
Mean absolute error	0.0217	
Root mean squared error	0.137	
Total Number of Instances	162	

จากตารางที่ 9.7 จากข้อมูลจำนวน 162 คน ทำนายถูกต้อง 159 คน คิดเป็น 98.1481% และทำนายไม่ถูกต้อง 3 คน คิดเป็น 1.8519% มีค่า MAE คือ 0.0217 ซึ่งมีค่าค่อนข้างน้อย แสดงว่าค่าที่ทำนายได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงพอสมควร และมีค่า MSE คือ  $(0.137)^2 = 0.0188$  ซึ่งมีค่าน้อย แสดงว่าตัวแบบมีความถูกต้องมาก

ตารางที่ 9.8 แสดงผลในส่วนความถูกต้องของรายละเอียดในแต่ละคำตอบจากการทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษา ด้วยวิธีโครงข่ายประสาท

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
1	0.273	0.981	1	0.99	yes
TN Rate	FN Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
0.727	0	1	0.727	0.842	no

จากตารางที่ 9.8 สำหรับคำตอบคงสภาพการเป็นนักศึกษา (yes) มีค่าอัตราความถูกต้องเชิงบวก = 1 ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงบวก = 0.273 ค่าความแม่นยำ = 0.981 ค่าความระลึก = 1 และค่าความถ่วงดุล = 0.99 ส่วนคำตอบพื้นสภาพการเป็นนักศึกษา (no) มีค่าอัตราความถูกต้องเชิงลบ = 0.727 ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงลบ = 0 ค่าความแม่นยำ = 1 ค่าความระลึก = 0.727 และค่าความถ่วงดุล = 0.842

ตารางที่ 9.9 แสดงผลในส่วนของเมตริกซ์ความสับสนจากการทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษา ด้วยวิธีโครงข่ายประสาท

		ผลการจำแนกสถานภาพการเป็นนักศึกษา	
		คงสภาพการเป็นนักศึกษา	พื้นสภาพการเป็นนักศึกษา
ค่าที่แท้จริง	คงสภาพการเป็นนักศึกษา	151	0
	พื้นสภาพการเป็นนักศึกษา	3	8

จากตารางที่ 9.9 มีข้อมูล 162 คน ตัวแบบสามารถทำนายข้อมูลได้ถูกต้อง 159 คน โดยมีจำนวนข้อมูลที่จำแนกถูกว่าคงสภาพการเป็นนักศึกษา 151 คน และจำนวนข้อมูลที่จำแนกถูกว่าพื้นสภาพการเป็นนักศึกษา 8 คน ตัวแบบทำนายข้อมูลไม่ถูกต้อง 3 คน โดยมีจำนวนข้อมูลที่จำแนกผิดว่าคงสภาพการเป็นนักศึกษา ซึ่งค่าที่แท้จริงแล้วพื้นสภาพการเป็นนักศึกษา 3 คน และจำนวนข้อมูลที่จำแนกผิดว่าพื้นสภาพการเป็นนักศึกษา ซึ่งค่าที่แท้จริงคงสภาพการเป็นนักศึกษา 0 คน

### 9.1.4 วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ตารางที่ 9.10 แสดงผลในส่วนของการสรุปผลจากการทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษา ด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

Correctly Classified Instances	153	94.4444 %
Incorrectly Classified Instances	9	5.5556 %
Mean absolute error	0.0556	
Root mean squared error	0.2357	
Total Number of Instances	162	

จากตารางที่ 9.10 โดยจากข้อมูลจำนวน 162 คน ทำนายข้อมูลถูกต้องจำนวน 153 คน คิดเป็น 94.4444% และทำนายข้อมูลไม่ถูกต้องจำนวน 9 คน คิดเป็น 5.5556% มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) คือ 0.0556 ซึ่งมีค่าน้อย แสดงว่าค่าที่ทำนายได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมาก และมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) คือ  $(0.2357)^2 = 0.0556$  ซึ่งมีค่าน้อย แสดงว่าตัวแบบมีความถูกต้องมาก

ตารางที่ 9.11 แสดงผลในส่วนของการถูกต้องของรายละเอียดในแต่ละคำตอบจากการทำนายสถานภาพเป็นนักศึกษา ด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
1	0.818	0.944	1	0.971	yes
TN Rate	FN Rate	Precision	Recall	F-Measure	Class
0.182	0	1	0.182	0.308	no

จากตารางที่ 9.11 สำหรับคำตอบคงสภาพการเป็นนักศึกษา (Class = yes) มีค่าอัตราความถูกต้องเชิงบวก = 1 ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงบวก = 0.818 ค่าความแม่นยำ = 0.944 ค่าความระลึก = 1 และค่าความถ่วงดุล = 0.971 ส่วนคำตอบพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา (Class = no) มีค่าอัตราความถูกต้องเชิงลบ = 0.182 ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงลบ = 0 ค่าความแม่นยำ = 1 ค่าความระลึก = 0.182 และค่าความถ่วงดุล = 0.308

ตารางที่ 9.13 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการจำแนกกลุ่มในสถานภาพการเป็นนักศึกษาทั้ง 4 วิธี

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ	ค่าความถูกต้อง (Accuracy)	ค่าอัตราความถูกต้องเชิงบวก (TP Rate)	ค่าอัตราความถูกต้องเชิงลบ (TN Rate)	ค่าความแม่นยำ (Precision)
วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด	95.0617%	0.987	0.455	0.961
วิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ	96.9136%	1	0.545	0.968
วิธีโครงข่ายประสาท	<b>98.1481%</b>	1	<b>0.727</b>	<b>0.981</b>
วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	94.4444%	1	0.182	0.944

ตารางที่ 9.13 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการจำแนกกลุ่มในสถานภาพการเป็นนักศึกษาทั้ง 4 วิธี (ต่อ)

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ	ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงบวก (FP Rate)	ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงลบ (FN Rate)	ค่าความระลึก (Recall)	ค่าความถ่วงดุล (F-Measure)
วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด	0.545	0.013	0.987	0.974
วิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ	0.455	0	1	0.984
วิธีโครงข่ายประสาท	<b>0.273</b>	0	1	<b>0.99</b>
วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	0.818	0	1	0.971

จากตารางที่ 9.13 พบว่าวิธีโครงข่ายประสาทมีค่าความถูกต้อง ค่าอัตราความถูกต้องเชิงบวก ค่าอัตราความถูกต้องเชิงลบ ค่าความแม่นยำ ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงบวก ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงลบ ค่าความระลึก และค่าความถ่วงดุล ดีที่สุด คือ 98.1481%, 1, 0.727, 0.981, 0.273, 0,

และจากตารางที่ 9.12 มีข้อมูล 162 คน ตัวแบบสามารถทำนายข้อมูลได้ถูกต้อง 153 คน โดยมีจำนวนข้อมูลที่จำแนกถูกว่าคงสภาพการเป็นนักศึกษา 151 คน และข้อมูลที่จำแนกถูกว่าพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา 2 คน ตัวแบบทำนายข้อมูลไม่ถูกต้อง 9 คน โดยมีจำนวนข้อมูลที่จำแนกผิดว่าคงสภาพการเป็นนักศึกษา ซึ่งค่าที่แท้จริงแล้วพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา 9 คน และข้อมูลที่จำแนกผิดว่าพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา ซึ่งค่าที่แท้จริงแล้วคงสภาพการเป็นนักศึกษา 0 คน ตารางที่ 9.12 แสดงผลในส่วนของการวัดประสิทธิภาพของการทำนายสถานภาพการเป็นนักศึกษา ด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

		ผลการจำแนกสถานภาพการเป็นนักศึกษา	
		คงสภาพการเป็นนักศึกษา	พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา
ค่าที่แท้จริง	คงสภาพการเป็นนักศึกษา	151	0
	พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา	9	2

## 9.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการจำแนกกลุ่ม

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการจำแนกกลุ่มได้ถูกต้องในสถานภาพการเป็นนักศึกษา ระหว่างวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด วิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ วิธีโครงข่ายประสาท และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ได้ผลดังนี้

1 และ 0.99 ตามลำดับ ส่วนวิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจและวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมีค่าอัตราความถูกต้องเชิงบวก ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงลบ และค่าความระลึกดีสุดเช่นเดียวกับวิธีโครงข่ายประสาท คือ 1, 0 และ 1

ตามลำดับ ดังนั้นจากการพิจารณาโดยภาพรวมพบว่าวิธี  
โครงข่ายประสาทมีประสิทธิภาพดีที่สุด

### 9.3 ผลการเปรียบเทียบการทำนายผลของ วิธีการจำแนกกลุ่ม

จากการเปรียบเทียบความแม่นยำในการทำนายผลสถานภาพ  
การเป็นนักเรียนระหว่างวิธีต่าง ๆ ได้ผลดังตารางที่ 9.14

ตารางที่ 9.14 แสดงผลการเปรียบเทียบการทำนายผลของวิธีการจำแนก  
กลุ่มสถานภาพการเป็นนักศึกษาทั้ง 4 วิธี

การเปรียบเทียบ การทำนายผล	ค่าความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE)	ค่าความคลาดเคลื่อน กำลังสองเฉลี่ย (MSE)
วิธีความใกล้เคียง กันมากที่สุด	0.0502	0.0493
วิธีแผนภาพต้นไม้ เพื่อการตัดสินใจ	0.0651	0.0301
วิธีโครงข่าย ประสาท	0.0217	0.0188
วิธีซัพพอร์ต เวกเตอร์แมชชีน	0.0556	0.0556

จากตารางที่ 9.14 พบว่าวิธีโครงข่ายประสาทมีค่าความ  
คลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนกำลังสอง  
เฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.0217 และ 0.0188 ตามลำดับ แสดงว่า  
มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ดังนั้นวิธีโครงข่ายประสาทมีการ  
ทำนายผลดีที่สุด

## 10. สรุปผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการจำแนกกลุ่ม  
สถานภาพการเป็นนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่าวิธี  
โครงข่ายประสาทมีค่าความถูกต้อง ค่าอัตราความถูกต้องเชิง  
บวก ค่าอัตราความถูกต้องเชิงลบ ค่าความแม่นยำ ค่าอัตรา  
ความผิดพลาดเชิงบวก ค่าอัตราความผิดพลาดเชิงลบ  
ค่าความระลึกและค่าความถ่วงดุลที่ดีที่สุดคือ 98.1481%, 1,  
0.727, 0.981, 0.273, 0, 1 และ 0.99 ตามลำดับ  
ดังนั้นวิธีโครงข่ายประสาทมีประสิทธิภาพดีที่สุด

2. การเปรียบเทียบการทำนายผลของวิธีการจำแนกกลุ่ม  
สถานภาพการเป็นนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่าวิธี  
โครงข่ายประสาทมีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและ  
ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 0.0217 และ  
0.0188 ตามลำดับ ดังนั้นวิธีโครงข่ายประสาทมีการทำนาย  
ผลดีที่สุด

## 11. อภิปรายผล

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการจำแนกกลุ่มสถานภาพ  
การเป็นนักศึกษา พบว่าวิธีโครงข่ายประสาทมีประสิทธิภาพ  
ดีที่สุด ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของปรียารัตน์  
นาศุวรรณ และกิตติการ สายธนู [2] ที่ทำการทำนาย  
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนิสิตปริญญาตรี  
มหาวิทยาลัยบูรพา ด้วยการวิเคราะห์การจำแนกและข่ายงาน  
ระบบประสาท ซึ่งพบว่าตัวแบบข่ายงานระบบประสาท  
สามารถจำแนกประเภทของกลุ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนได้  
ดีกว่าการวิเคราะห์การจำแนกประเภท ซึ่งเห็นได้จากสัดส่วนความ  
ถูกต้องของตัวแบบในการจำแนกของเมทริกซ์ confusion  
ของข้อมูลทั้งหมดในการสร้างตัวแบบข่ายงานระบบประสาทมี  
ค่าเท่ากับ 76.9% และตัวแบบการวิเคราะห์การจำแนก  
ประเภทมีค่าเท่ากับ 67.1%

ส่วนการเปรียบเทียบการทำนายผลของวิธีการจำแนกกลุ่ม  
สถานภาพการเป็นนักศึกษา พบว่าวิธีโครงข่ายประสาทมีค่า  
ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนกำลัง  
สองเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 0.0217 และ 0.0188 ตามลำดับ  
ดังนั้นวิธีโครงข่ายประสาทมีการทำนายผลดีที่สุด ซึ่งให้ผล  
สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bill, et al. [9] ศึกษาและ  
เปรียบเทียบความสามารถของตัวแบบในการทำนายผลสำเร็จ  
ในการศึกษาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คณะ  
บริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัย Arkansas ที่ได้จากการ  
วิเคราะห์ข้อมูล 5 วิธี คือ การถดถอยแบบกำลังสองน้อยสุด  
การถดถอยแบบขั้นตอน การวิเคราะห์การจำแนก การ  
ถดถอยโลจิสติก และวิธีข่ายงานระบบประสาท พบว่าวิธี  
ข่ายงานระบบประสาทมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับวิธีการ  
วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติแบบดั้งเดิมในการจำแนกประเภท  
นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีความเสี่ยง  
(เกรดเฉลี่ยน้อยกว่า 3.00) กลุ่มที่พึงระวัง (เกรดเฉลี่ย 3.00-  
3.30) และกลุ่มที่ไม่มีความเสี่ยง (เกรดเฉลี่ยมากกว่า 3.30)

## 12. ข้อเสนอแนะ

1. ตัวแปรที่นำมาใช้ในการงานวิจัยนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของ  
การพิจารณาสถานภาพการเป็นนักศึกษาเท่านั้น ควรเพิ่ม  
ตัวแปรที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ อีก เช่น อายุ จังหวัดของโรงเรียน  
ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย คะแนนเฉลี่ยสะสมในระดับ  
มัธยมศึกษาตอนปลาย ประเภทของโรงเรียนที่นักศึกษาสำเร็จ  
การศึกษา คะแนน GAT/PAT จำนวนหน่วยกิตที่ลงทะเบียน  
เรียน จำนวนหน่วยกิตที่ผ่าน และคะแนนเฉลี่ยทุกรายวิชา

2. เพื่อให้ผลสรุปครอบคลุมกว้างขวางเพิ่มขึ้น ควรจะ  
ทำการศึกษาวีธีอื่น ๆ ที่เป็นเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในการ  
จำแนกกลุ่มเหมือนกัน เช่น วิธีนาอ์ฟเบย์

3. เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มีความสมบูรณ์มากขึ้น เราอาจจะใช้อัลกอริทึมประเภทอื่น ๆ โดยวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุดยังมีอัลกอริทึม KStar และ LWL วิธีแผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจมีอัลกอริทึม Decision Stump, LMT, Random Forest, Random Tree และ REP Tree วิธีโครงข่ายประสาทสามารถกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้และค่าโมเมนตัมที่ละเอียดมากขึ้นกว่าเดิม อาจกำหนดจำนวนชั้นซ่อนมากกว่า 1 ชั้นได้ และอาจเพิ่มจำนวนรอบการสอนให้มากขึ้น เช่น 100,000 รอบ และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมีอัลกอริทึม Normalized Poly Kernel, REF Kernel และ Puk

### เอกสารอ้างอิง

- [1] อนงค์ ผลสุขการ และสายชล สินสมบุญทอง. 2553. ปัจจัยที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. **วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง**, 19(2), น. 1-22.
- Pholsukkarn, A. and Sinsomboonthong, S. 2010. Factors Influencing Learning Achievement of Freshmen in the Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. **Ladkrabang Science Journal**, 19(2), p. 1-22
- [2] ปรียารัตน์ นาคสุวรรณ และกิตติการ สายธนู. 2555. การทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ด้วยการวิเคราะห์การจำแนกและข่ายงานระบบประสาท. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**, 17(1), น. 59-68.
- Naksuwan, P. and Saithanu. 2012. Prediction of Learning Achievement on Elementary Statistics Course of Burapha University Undergraduate Students by Discriminant Analysis and Neural Networks. **Burapha Science Journal**, 17(1), p. 59-68.
- [3] ดาระกา ศิริสันติสัมฤทธิ์ และคณะ. 2553. ปัจจัยการจัดการศึกษาที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**, 9(1), น. 144-150.
- Sirintuntumrit, D., et al. 2010. Factors of Education Management Correlating with Desirable Characteristics of Graduates. **Journal of Industrial Education**, 9(1),p. 144-150
- [4] สำนักทะเบียนและประมวลผล. 2556. **คู่มือนักศึกษา ระดับปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**. น. 74-76.
- Guide for Undergraduate Students. **Office of the Registration**. 2013. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. p. 74-76.
- [5] Kumar, V. and Wu, X. 2009. **Top Ten Algorithms in Data Mining**. Minnesota : CRC Press.
- [6] รุจิรา ธรรมสมบัติ. 2554. **ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกใช้แพคเกจอินเทอร์เน็ตมือถือโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยราชพฤกษ์. Thammasombut, R. 2011. **Decision Support System for Selection the Mobile Internet Package Using Decision Tree**. Thesis. Master's Degree in Business, Department of Business Computer, Graduate School, Rajapruk College.
- [7] Berson, A. and Stephen, J. S. 1997. **Data Warehousing, Data Mining, and OLAP**. New York : John Wiley and Sons.
- [8] วาทีณี น้อยเพียร สมชาย ปราการเจริญ และพวง มีสัง. 2553. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพและวิเคราะห์การจำแนกข้อมูลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน นาอ็พเบย์ และเคเนียร์เรสต์เนเบอร์**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Nuipian, V., Prackanchaoen, S. and Meesad, P. **A Comparative Efficiency and Analysis of Classification by Neural Network, Support Vector Machines, Naïve Bayes and K-Nearest Neighbor**. 2010. Thesis, Master's Degree in Information Technology, Department of Information Technology, College School, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.
- [9] Bill, C. H., Rick, L. W. and Kent, A. W. 1994. **Predicting Graduate Student Success : A Comparison of Neural Networks and Traditional Techniques**. **Computers Ops Res.**, 21(3), 249-263.