

การทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา
ด้วยการวิเคราะห์การจำแนกและข่ายงานระบบประสาท

Prediction of Learning Achievement on Elementary Statistics Course of
Burapha University Undergraduate Students by Discriminant Analysis and Neural Networks

ปรียารัตน์ นาคสุวรรณ* และกิดาการ สายธนู

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Preeyarat Naksuwan* and Kidakan Saithanu

Department of Mathematics, Faculty of Science, Burapha University.

บทคัดย่อ

การทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของวิชาที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี เช่น วิชาสถิติเบื้องต้น ของมหาวิทยาลัยบูรพา เป็นงานที่ยากและท้าทายความสามารถ งานวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น ด้วยการทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนพิจารณาจากการลงทะเบียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ในปีการศึกษา 2553 พบว่าตัวแปรอิสระที่มีความสำคัญในการกำหนดความสำเร็จของนิสิตในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เพศ คณะที่นิสิตศึกษา ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัส การลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นในภาคเรียนที่ทำการศึกษาเป็นครั้งแรก เกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตก่อนเข้ามหาวิทยาลัย และเกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิต ส่วนตัวแปรตามที่ใช้ทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนซึ่งกำหนดโดยการแบ่งกลุ่มนิสิตเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเป็นนิสิตที่ได้เกรด W และ F 2) กลุ่มเสี่ยงเป็นนิสิตที่ได้เกรด D และ 3) กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเป็นนิสิตที่ได้เกรด A, B+, B, C+, C และ D+ สำหรับการสร้างตัวแบบจะประยุกต์ใช้ทั้งการวิเคราะห์การจำแนกและข่ายงานระบบประสาท โดยการวิเคราะห์การจำแนกเป็นวิธีการที่มีพื้นฐานอยู่บนข้อสมมติเชิงสถิติ ในขณะที่ข่ายงานระบบประสาทเป็นวิธีการที่ไม่ต้องการข้อสมมติเชิงสถิติใดๆ ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบข่ายงานระบบประสาทสามารถจำแนกประเภทของกลุ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนได้ดีกว่าการวิเคราะห์การจำแนก ซึ่งเห็นได้จากสัดส่วนความถูกต้องของตัวแบบในการจำแนกของเมทริกซ์ confusion ของข้อมูลทั้งหมดในการสร้างตัวแบบข่ายงานระบบประสาทมีค่าเท่ากับ 76.9% และตัวแบบการวิเคราะห์การจำแนกมีค่าเท่ากับ 67.1%

คำสำคัญ : ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน การวิเคราะห์การจำแนก ข่ายงานระบบประสาท ข่ายงานระบบประสาทแบบ MLP

*Corresponding author. E-mail: preeyarat@buu.ac.th

Prediction of learning achievement on any undergraduate educational course is a challenging task as well as the Elementary Statistics course of Burapha University. This study is purposed to predict the learning achievement of Elementary Statistics course. Model to predict learning achievement is considered from Burapha University undergraduate students enrolling of Elementary Statistics course of an academic year 2553. It found that important independent variables in determination of student success in this study are sex, faculty, learning achievement of Calculus course, this enrollment of Elementary Statistics course is whether the first time, high school grade and GPA. For dependent variable in prediction of learning achievement is determined by grouping students into three categories: 1) failure group, students who got grade W and F 2) risk group, students who got grade D and 3) success group, students who got grade A, B+, B, C+, C and D+. Modeling is applied both Discriminant Analysis, based on statistical assumptions, and Neural Networks, does not need any statistical assumption. The result of this research shows Neural Networks model is able to classify the group of learning achievement better than Discriminant Analysis model as seeing from Neural Networks model correction proportion of confusion matrix from test data set is 76.9% versus 67.1% for Discriminant Analysis model.

Keywords : Learning Achievement, Discriminant Analysis, Neural Networks, Multi-Layer Perceptron Neural Network (MLP)

วิชาสถิติเบื้องต้นเป็นรายวิชาพื้นฐานที่มีความจำเป็นในการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพในอนาคตในระดับปริญญาตรีเกือบทุกคณะจึงต้องมีการจัดการเรียนการสอนในวิชานี้ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าวิชาสถิติเบื้องต้นเป็นวิชาพื้นฐานวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นลำดับต้นๆ ของการศึกษาในระดับอุดมศึกษา

สำหรับการจัดการเรียนการสอนของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา นั้น คณะที่มีวิชาสถิติเบื้องต้น เป็นวิชาพื้นฐาน ได้แก่ คณะวิทยาศาสตร์ (สาขาวิชาคณิตศาสตร์ เคมี จุลชีววิทยา ชีวเคมี ชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีอาหาร ฟิสิกส์ วาริชศาสตร์ และสถิติ) คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์) คณะศึกษาศาสตร์ (สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ การสอนชีววิทยา การสอนเคมี การสอนฟิสิกส์ และการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป) คณะแพทยศาสตร์ คณะโลจิสติกส์ (สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ และวิทยาการเดินเรือ) คณะวิทยาการสารสนเทศ และคณะสหเวชศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า นิสิตที่เรียนวิชาสถิติเบื้องต้นเป็นวิชาพื้นฐานมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากทั้งในด้านความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ เนื่องจาก นิสิตมาจากโรงเรียนที่มีแผนการเรียนที่แตกต่างกัน และนิสิตส่วนใหญ่มีความรู้สึกที่ว่าวิชาสถิติเบื้องต้นเป็นวิชาที่ยากแก่การเข้าใจ เพราะต้องใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มาก อีกทั้งยังเป็นวิชาที่น่าเบื่ออีกด้วย จึงทำให้เกิดปัญหาและเป็นอุปสรรคต่อการเรียนวิชานี้ ซึ่งเห็นได้จากมีนิสิตที่ทำการเพิกถอนเมื่อสอบกลางภาคไปแล้ว นิสิตที่ได้เกรดเฉลี่ย F และนิสิตที่มีความเสี่ยงคือได้เกรดเฉลี่ย D อยู่เป็นจำนวนมาก จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ

ด้วยสาเหตุข้างต้นนี้ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนิสิต ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งซึ่งช่วยพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนในวิชาสถิติเบื้องต้น ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วว่าผลสัมฤทธิ์ (W, F, D, D+, C, C+, B, B+ และ A) ของนิสิตที่เรียนวิชาสถิติเบื้องต้นอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำและมีความแตกต่างกันอย่างมาก ทั้งนี้ผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน อาทิเช่น เพศ คณะที่นิสิตศึกษา ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัส การลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นในภาคเรียนที่ทำการศึกษา เป็นครั้งแรก เกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตก่อนเข้ามามหาวิทยาลัย และเกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิต เป็นต้น จากปัญหาดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้ผู้วิจัยสนใจจะศึกษาว่าปัจจัยใดที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนิสิตที่เรียนวิชาสถิติเบื้องต้นโดยทำการจัดกลุ่มนิสิต

และสร้างตัวแบบในการทำนายผลสัมฤทธิ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การจำแนกและวิธีช่ายงานระบบประสาท ทั้งนี้จะนำผลสรุปดังกล่าวไปพัฒนาแผนการเรียนการสอนวิชาสถิติเบื้องต้นให้เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 ดังที่ได้ประกาศไว้ในราชกิจจานุเบกษา

นภาพร อุทยานวุฒิกุล (2552) พบว่าปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลทางสังคมศาสตร์ของนักศึกษา ระหว่างนักศึกษาภาคปกติและภาคค่ำ คณะนิเทศศาสตร์ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) คือ คะแนนสอบเข้าวิชาคณิตศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ การวัดทักษะภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร วิชาวัดการคิดเชิงวิเคราะห์ และเพศ

จรรุวรรณ แก้วแสนขาว และพิชญ์ เจียวคุณ (2552) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) และการวิเคราะห์การจำแนกพหุ (Multiple Classification Analysis: MCA) โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานของนักศึกษา ได้แก่ เพศ เกรดเฉลี่ยสะสม วิชาเอก สถานภาพทางครอบครัว และระดับการศึกษาของบิดามารดา และพฤติกรรมของนักศึกษา เช่น การใช้เวลาศึกษาหาความรู้ การเข้าห้องสมุด การทำสมาธิ เป็นต้น พบว่าข้อมูลพื้นฐานของนักศึกษามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษามากที่สุด รองลงมาคือลักษณะทางด้านพฤติกรรมของนักศึกษา และลักษณะทางด้านครอบครัวของนักศึกษา ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระด้านข้อมูลพื้นฐานของนักศึกษา พบว่าประเภทของการสอบเข้ามหาวิทยาลัยมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษามากที่สุด รองลงมาคือสาขาวิชาเอกที่นักศึกษาอยู่ และคะแนนเฉลี่ยสะสมก่อนเข้ามาวิทยาลัย ตามลำดับ

โยมม เพียรกล้าเลิศ (2553) ทำวิจัยเชิงสำรวจเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน และปัจจัย 8 ปัจจัย คือ เพศ ที่ตั้งของสถานศึกษา สังกัดของสถานศึกษา แผนการเรียนของนักศึกษา ก่อนเข้ามาวิทยาลัย เกรดเฉลี่ยสะสมก่อนเข้ามาวิทยาลัย ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

พฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เกรดเฉลี่ยสะสมก่อน
เข้ามหาวิทยาลัย และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

กิตติการ สายธนู และจตุภัทร เมฆพายัพ (2554) ประยุกต์
ใช้ข้อมูลในทางปฏิบัติจริง เพื่อหาตัวแปรที่มีความสำคัญหรือมี
อิทธิพลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาโทของนิสิตชั้นปีที่
4 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ด้วยการวิเคราะห์ปัจจัย
(Factor Analysis) จากนั้นจึงนำตัวแปรที่ได้ไปสร้างตัวแบบทำนาย
การตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาโท ด้วยการวิเคราะห์การจำแนก
(Discriminant Analysis) ผลการวิจัยพบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญ
หรือมีอิทธิพลต่อการสร้างตัวแบบ 8 ตัวแปร คือ เกรดเฉลี่ยสะสม
การมีบุคคลที่จบการศึกษาระดับปริญญาโทในครอบครัว สถานภาพ
ทางครอบครัว ความก้าวหน้าในการทำงาน ค่าใช้จ่ายในการศึกษาต่อ
ระดับปริญญาโท ความต้องการเป็นที่ยอมรับของสังคม ความรู้
และความชำนาญของคณาจารย์ และการเพิ่มพูนความรู้และ
ความสามารถในการทำงาน สำหรับตัวแบบที่สร้างขึ้นโดยใช้ข้อมูล
ที่มีการแบ่งนินิตไว้บางส่วน (Cross Validation) พบว่าเมทริกซ์
confusion ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของตัวแบบได้ถึง 71.9%

อย่างไรก็ตามการศึกษาที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนี้ เป็นการ
วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการถดถอยพหุคูณและการวิเคราะห์การจำแนก
ซึ่งจำเป็นต้องมีข้อสมมุติเชิงสถิติ ผู้วิจัยจึงขอกกล่าวถึงงานวิจัย
ที่มีการสำรวจและใช้ข้อมูลจริง ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีช่ายงาน
ระบบประสาท ที่ไม่จำเป็นต้องมีข้อสมมุติเชิงสถิติใดๆ ซึ่งมีอยู่
ไม่มากนักดังนี้

Bill และคณะ (1994) ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถ
ของตัวแบบในการทำนายผลสำเร็จในการศึกษาของนิสิตศึกษา
ระดับบัณฑิตศึกษา คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัย Arkansas
ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล 5 วิธี คือ การถดถอยแบบกำลังสอง
น้อยสุด (Least-Square Regression) การถดถอยแบบขั้นตอน
(Stepwise Regression) การวิเคราะห์การจำแนก การถดถอย
โลจิสติก (Logistic Regression) และวิธีช่ายงานระบบประสาท
พบว่าวิธีช่ายงานระบบประสาทมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับวิธีการ
วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติแบบดั้งเดิม (Traditional Methods)
ในการจำแนกประเภทของนิสิตศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาเป็น
3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความเสี่ยง (เกรดเฉลี่ยน้อยกว่า 3.00)
กลุ่มที่พึงระวัง (เกรดเฉลี่ย 3.00-3.30) และกลุ่มที่ไม่มีความเสี่ยง
(เกรดเฉลี่ยมากกว่า 3.30)

Edward และคณะ (1996) ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย
การวิเคราะห์การถดถอย และการวิเคราะห์การจำแนก เพื่อทำนาย
ผลการเรียนของนักศึกษาในวิชา Introductory Electromagnetism

ของมหาวิทยาลัย Georgia Institute of Technology พบว่า
การวิเคราะห์การจำแนกสามารถจำแนกประเภทของนักศึกษา
เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความเสี่ยง และกลุ่มที่ไม่มีความเสี่ยง
ได้ดีกว่าการวิเคราะห์การถดถอย

Guoqiang (2000) ทบทวนวรรณกรรม แนะนำ และ
เสนอแนะการประยุกต์ใช้วิธีช่ายงานระบบประสาทในปัญหา
การจำแนก (Classification Problem) ในด้านต่างๆ อาทิเช่น
ด้านอุตสาหกรรม ธุรกิจการเงินการธนาคาร การวินิจฉัยโรคทาง
การแพทย์ เป็นต้น

การทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของ
นิสิต ระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยบูรพานั้นมีปัจจัยหรือตัวแปร
ที่ต้องพิจารณาหลายตัวแปร จึงทำการวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์
การจำแนกแทนการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก เนื่องจากต้อง
การหลีกเลี่ยงปัญหาการมีพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Multicollin-
earity Problem) ซึ่งเป็นข้อสมมุติเชิงสถิติของตัวแบบการถดถอย

วิธีการวิจัย

ขั้นตอนของวิธีดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างแบบสอบถาม

แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดและ
เก็บรวบรวมข้อมูลขั้นพื้นฐานที่ใช้ในงานวิจัยเชิงสำรวจจากข้อมูลจริง
ผู้วิจัยได้ออกแบบสอบถามและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพ
ทั่วไปของนิสิต ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรที่คิดมีความสำคัญต่อการ
ทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นจากการทบทวน
วรรณกรรม พบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการทำนายผลสัมฤทธิ์
ได้แก่ เพศ คณะที่นินิตศึกษา ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัส
การลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นในภาคเรียนที่ทำการศึกษา
เป็นครั้งแรก เกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตก่อนเข้ามหาวิทยาลัย และ
เกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิต โดยแบ่งมาตรวัดของตัวแปรทั้ง
6 ตัวแปร ดังนี้

1. ข้อมูลตัวแปรที่มีมาตรวัดแบบมาตรานามบัญญัติ (Nominal Scale) ได้แก่ เพศ แผนการเรียนของนิสิตก่อนเข้า
มหาวิทยาลัย คณะที่นินิตศึกษา สาขาวิชาที่นินิตศึกษา
2. ข้อมูลตัวแปรที่มีมาตรวัดแบบมาตราอันดับ (Ordinal Scale) ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัส การลงทะเบียน
เรียนวิชาสถิติเบื้องต้นในภาคเรียนนี้เป็นครั้งแรก
3. ข้อมูลตัวแปรที่มีมาตรวัดแบบมาตราอัตราส่วน (Ratio Scale) ได้แก่ เกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตก่อนเข้ามหาวิทยาลัย
เกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิต

2. การหาตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น

การทำนายผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพานั้นมีตัวแปรตามที่เป็นผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ได้แก่ นิสิตที่ได้เกรดวิชาสถิติเบื้องต้นเป็นเกรด W และ F
2. กลุ่มเสี่ยง ได้แก่ นิสิตที่ได้เกรดวิชาสถิติเบื้องต้นเป็นเกรด D
3. กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ได้แก่ นิสิตที่ได้เกรดวิชาสถิติเบื้องต้นเป็นเกรด A, B+, B, C+, C และ D+

สำหรับวิธีการหาตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น เป็นดังนี้

2.1 หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระที่มีมาตรวัดแบบมาตรนามบัญญัติและแบบมาตราอันดับนั้นทดสอบได้จากการทดสอบไคกำลังสอง (Chi-Square Test)

2.2 หาความสัมพันธ์ระหว่างเกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตก่อนเข้ามหาวิทยาลัยและเกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิตจะพิจารณาจากค่า P-Value ของสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation)

2.3 ในกรณีที่เกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตก่อนเข้ามหาวิทยาลัยและเกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิตมีความสัมพันธ์กันจะนำตัวแปรอิสระทั้งสองไปสร้างกราฟเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้งสองและตัวแปรตาม

3. การวิเคราะห์การจำแนก

เป็นการนำตัวแปรอิสระที่มีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น โดยตัวแปรอิสระที่มีมาตรวัดแบบมาตรนามบัญญัติและมาตราอันดับที่เลือกได้จากขั้นตอนที่ 2 ส่วนตัวแปรอิสระที่มีมาตรวัดแบบมาตราอันดับที่เลือกได้จากขั้นตอนที่ 1,3 จากนั้นนำตัวแปรอิสระดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์การจำแนกเพื่อจำแนกนิสิตเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน กลุ่มเสี่ยง และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน จากนั้นทำการตรวจสอบข้อสมมุติเชิงสถิติของการวิเคราะห์การจำแนก นั่นคือ ตัวแปรอิสระ (X_i) มีการแจกแจงปกติ p ตัวแปร ($X_i \sim N_p(\mu_x, \Sigma_x)$) แล้วจึงทำการสร้างตัวแบบการทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนิสิต ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา หลังจากทำการตรวจสอบข้อสมมุติเชิงสถิติของการวิเคราะห์การจำแนกเรียบร้อยแล้วจึงทำการตรวจสอบสัดส่วนความถูกต้องของตัวแบบในการจำแนกของเมทริกซ์ confusion ของข้อมูลทั้งหมด

4. การวิเคราะห์ด้วยวิธีข่ายงานระบบประสาท

ใช้ข้อมูลเดียวกันกับข้อมูลในขั้นตอนที่ 3 มาสร้างตัวแบบการทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพาด้วยวิธีข่ายงานระบบประสาท

กิตติการ สายธนู และปริยารัตน์ นาคสุวรรณ (2551) จตุภัทร เมฆพ่ายัพ และกิตติการ สายธนู (2552) และ จตุภัทร เมฆพ่ายัพ (2552) แสดงให้เห็นว่าในทางปฏิบัติโครงสร้างหรือสถาปัตยกรรมของข่ายงานระบบประสาทแบบ Multi-Layer Perceptron (MLP) เป็นโครงสร้างที่ง่ายสำหรับผู้ใช้งานและมีความแกร่ง (robust) เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีข้อสมมุติเชิงสถิติใดๆ

ในงานวิจัยนี้จึงใช้โครงสร้างหรือสถาปัตยกรรมของข่ายงานระบบประสาทแบบ MLP ที่มีส่วนประกอบ คือ

1. ชั้นอินพุท (input layer)

มีจำนวนโหนดของชั้นอินพุทเท่ากับตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น

2. ชั้นซ่อน 1 ชั้น

มีจำนวนโหนดของชั้นซ่อน 3 โหนด

3. ชั้นเอาต์พุท (output layer)

มีจำนวนโหนดของชั้นเอาต์พุทเท่ากับจำนวนกลุ่มของตัวแปรตาม (ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น) ลบด้วยหนึ่ง จากนั้นทำการตรวจสอบสัดส่วนความถูกต้องของตัวแบบในการจำแนกของเมทริกซ์ confusion ของข้อมูลทั้งหมด

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ข้อมูลและสถานภาพทั่วไปของนิสิต ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา พบว่ามีนิสิตลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นจำนวน 1,291 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ศึกษาอยู่ในคณะวิทยาการสารสนเทศ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัส ลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นในครั้งนี้เป็นครั้งแรก และมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น

2. ผลการพิจารณาหาตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น มีดังนี้

2.1 พบว่าตัวแปรอิสระที่มีมาตรวัดแบบมาตรนามบัญญัติและแบบมาตราอันดับที่มีความสำคัญต่อตัวแปรตามคือผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น (Achievement) ได้แก่ เพศ (Sex) จากนภาพร อุทยานวุฒิกุล (2552) จารุวรรณ แก้วแสนขาว และพิชญ์ เจียวคุณ (2552) และไพยม เพียรล้ำเลิศ (2553) คณะที่นิตศึกษา (Faculty) ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัส (CalGrade) และการลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น

ในครั้งนี้ (NumStat) ซึ่งพิจารณาได้จากค่า P-Value ของการทดสอบไคกำลังสองที่มีค่าน้อยแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตัวแปรเพศพบว่าเพศหญิงมีเปอร์เซ็นต์อยู่ในกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมากกว่าเพศชาย ตัวแปรคณะที่นิสิตศึกษาพบว่านิสิตที่ศึกษาคณะแพทยศาสตร์มีเปอร์เซ็นต์อยู่ในกลุ่มที่

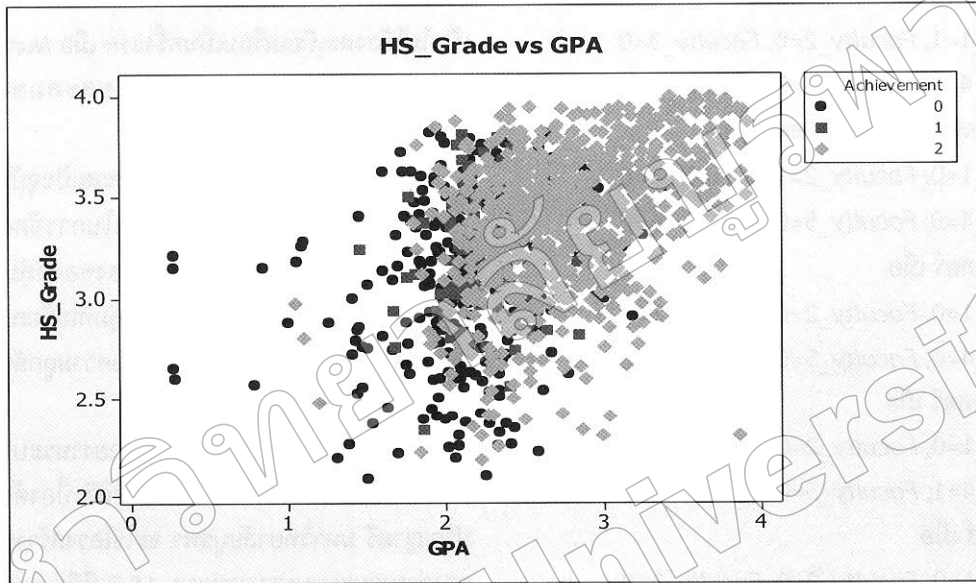
มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน 100 เปอร์เซ็นต์ส่วนนิสิตที่ศึกษาคณะวิทยาการสารสนเทศมีเปอร์เซ็นต์ต่ำที่สุด ส่วนตัวแปรผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัสพบว่าการเรียนวิชาแคลคูลัสไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นและตัวแปรที่มีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น

ตัวแปร		ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น			รวม	ค่า χ^2	ค่า P-Value
		กลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	กลุ่มเสี่ยง	กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน			
เพศ	ชาย	108 (94)	42 (34.4)	233 (254.5)	383	7.915	0.019
	หญิง	209 (223)	74 (81.6)	625 (603.5)	908		
รวม		317	116	858	1,291		
คณะที่นิสิตศึกษา	วิทยาศาสตร์	120 (132.59)	50 (48.52)	370 (358.88)	540	170.58	≈ 0.000
	มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	49 (27.01)	15 (9.88)	46 (73.11)	110		
	ศึกษาศาสตร์	30 (46.65)	12 (17.07)	148 (126.27)	190		
	แพทยศาสตร์	0 (11.30)	0 (4.13)	46 (30.57)	46		
	โลจิสติกส์	13 (38.06)	10 (139.93)	132 (103.01)	155		
	วิทยาการสารสนเทศ	103 (54.02)	28 (19.77)	89 (146.21)	220		
	สหเวชศาสตร์	2 (7.37)	1 (2.70)	27 (19.94)	30		
	รวม	317	116	858	1,291		
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัส	กลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	181 (119.1)	50 (43.6)	254 (322.3)	485	76.269	≈ 0.000
	กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	136 (197.9)	66 (72.4)	46 (30.57)	806		
รวม		317	116	858	1,291		
การลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นภาคเรียนที่ทำการศึกษา	ลงทะเบียนเรียนเป็นครั้งแรก	41 (25.8)	22 (9.4)	42 (69.8)	105	40.035	≈ 0.000
	ไม่ได้ลงทะเบียนเรียนเป็นครั้งแรก	276 (291.2)	94 (106.6)	816 (788.2)	1,186		
รวม		317	116	858	1,291		

2.2 พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตก่อนเข้ามหาวิทยาลัย (HS_Grade) และเกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิต (GPA) ให้ค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สันเป็น 0.085 และ P-Value เป็น 0.002 แสดงว่าเกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตก่อนเข้ามหาวิทยาลัยและเกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิตมีความสัมพันธ์กัน จึงนำตัวแปรอิสระทั้งสองไปสร้างกราฟเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้งสองและตัวแปรตามดังภาพที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านิสิตที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมก่อนเข้ามหาวิทยาลัยและเกรดเฉลี่ยสะสม

ปัจจุบันน้อย จะมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ในขณะที่นิสิตที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมก่อนเข้ามหาวิทยาลัยและเกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันมาก จะมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นอยู่ในกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นมีความสัมพันธ์กับเกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตก่อนเข้ามหาวิทยาลัยและเกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิต



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง HS_Grade และ GPA ที่มีการแบ่งกลุ่มตาม Achievement โดยที่ 0 เป็นกลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น
1 เป็นกลุ่มเสี่ยง
2 เป็นกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น

3. ในการวิเคราะห์การจำแนกเมื่อทำการตรวจสอบข้อสมมุติเชิงสถิติแล้วพบว่าเป็นไปตามข้อสมมุติเชิงสถิติ จากนั้นทำการทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนิสิต ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ด้วยการจำแนกเชิงเส้น (Linear Discrimination) มีนิสิต 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน กลุ่มเสี่ยง และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน จะได้ฟังก์ชันเชิงเส้นของการจำแนก (Linear Discriminant Function) นิสิต ดังนี้

$$\hat{Y}_0 = -85.396 + 0.009Sex + 57.431Faculty_1 + 64.565Faculty_2 + 51.126Faculty_3 + 36.272Faculty_4 + 52.309Faculty_5 + 62.552Faculty_6 + 4.372CalGrade + 6.172NumStat + 27.902HS_Grade + 8.48GPA$$

กลุ่มเสี่ยง

$$\hat{Y}_1 = -91.012 - 0.378Sex + 58.21Faculty_1 + 65.952Faculty_2 + 51.395Faculty_3 + 36.633Faculty_4 + 53.586Faculty_5 + 62.752Faculty_6 + 5.519CalGrade + 4.773NumStat + 29.3HS_Grade + 9.089GPA$$

กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น

$$\hat{Y}_2 = -96.91 - 0.012Sex + 57.642Faculty_1 + 64.267Faculty_2 + 50.69Faculty_3 + 36.444Faculty_4 + 53.007Faculty_5 + 61.58Faculty_6 + 6.442CalGrade + 6.65NumStat + 28.34HS_Grade + 12.013GPA$$

เมื่อ \hat{Y}_0	แทนคะแนนการจำแนกของกลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น	เป็นคณะสหเวชศาสตร์ เมื่อ $Faculty_1=0, Faculty_2=0, Faculty_3=0$
\hat{Y}_1	แทนคะแนนการจำแนกของกลุ่มเสี่ยง	$Faculty_4=0, Faculty_5=0, Faculty_6=0$
\hat{Y}_2	แทนคะแนนการจำแนกของกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น	$CalGrade$ แทนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัสโดยที่เป็นกลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เมื่อ $CalGrade=0$
Sex	แทนเพศ มีค่าเป็น 0 ถ้าเป็นเพศชาย (Sex=0) มีค่าเป็น 1 ถ้าเป็นเพศหญิง (Sex=1)	เป็นกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เมื่อ $CalGrade=1$
Faculty	แทนคณะที่นิสิตศึกษา โดยที่เป็นคณะวิทยาศาสตร์ เมื่อ $Faculty_1=1, Faculty_2=0, Faculty_3=0$ $Faculty_4=0, Faculty_5=0, Faculty_6=0$	$NumStat$ แทนการลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นในภาคเรียนที่ทำการศึกษาเป็นครั้งแรก โดยที่เป็นลงทะเบียนเรียนเป็นครั้งแรก เมื่อ $NumStat=1$ เป็นไม่ได้ลงทะเบียนเรียนเป็นครั้งแรก เมื่อ $NumStat=0$
	เป็นคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ เมื่อ $Faculty_1=0, Faculty_2=1, Faculty_3=0$ $Faculty_4=0, Faculty_5=0, Faculty_6=0$	HS_Grade แทนเกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตก่อนเข้ามหาวิทยาลัย
	เป็นคณะศึกษาศาสตร์ เมื่อ $Faculty_1=0, Faculty_2=0, Faculty_3=1$ $Faculty_4=0, Faculty_5=0, Faculty_6=0$	GPA แทนเกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิต
	เป็นคณะแพทยศาสตร์ เมื่อ $Faculty_1=0, Faculty_2=0, Faculty_3=0$ $Faculty_4=1, Faculty_5=0, Faculty_6=0$	การตรวจสอบความถูกต้องในการจัดกลุ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนพบว่าสัดส่วนความถูกต้องของกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน และกลุ่มเสี่ยง ตามลำดับ และสัดส่วนความถูกต้องของตัวแบบมีค่าเป็น 67.1% แสดงดังตารางที่ 2
	เป็นคณะโลจิสติกส์ เมื่อ $Faculty_1=0, Faculty_2=0, Faculty_3=0$ $Faculty_4=0, Faculty_5=1, Faculty_6=0$	4. ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีข่ายงานระบบประสาทเพื่อการทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนิสิต ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา จะใช้โครงสร้างหรือสถาปัตยกรรมของข่ายงานระบบประสาทแบบ MLP ที่มีส่วนประกอบ คือ
	เป็นคณะวิทยาการสารสนเทศ เมื่อ $Faculty_1=0, Faculty_2=0, Faculty_3=0$ $Faculty_4=0, Faculty_5=0, Faculty_6=1$	1) ชั้นอินพุท มีจำนวนโหนดของชั้นอินพุทเป็น 6 โหนด ซึ่งเท่ากับตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น คือ เพศ (x_1) คณะที่นิสิตศึกษา (x_2) ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัส (x_3) การลงทะเบียนเรียนวิชา

ตารางที่ 2 เมทริกซ์ confusion ของข้อมูลที่มีการแบ่งนิสิตไว้บางส่วน เมื่อวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์การจำแนก

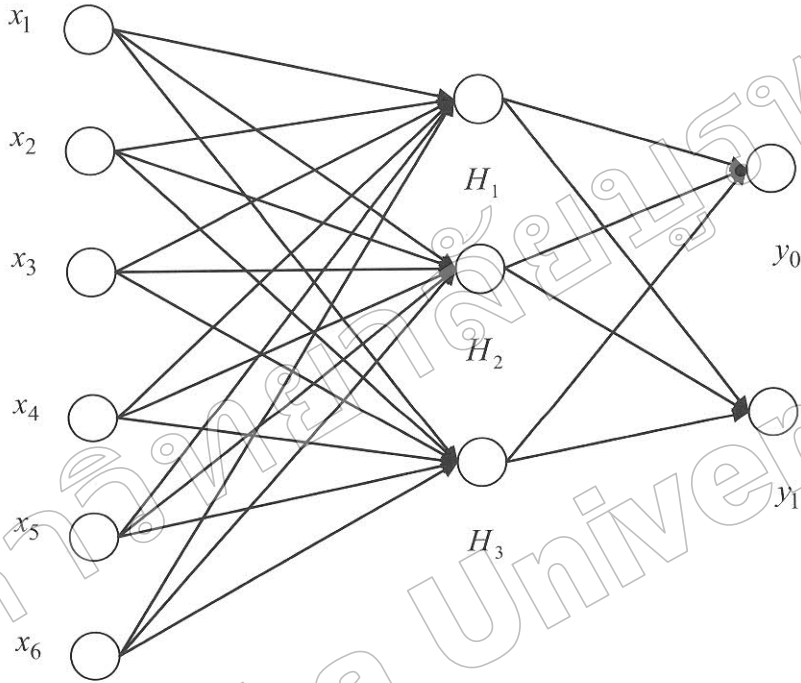
นิสิตถูกจัดให้อยู่ในกลุ่ม	นิสิตอยู่ในกลุ่ม			สัดส่วนความถูกต้องของตัวแบบ
	กลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	กลุ่มเสี่ยง	กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	
กลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	163	39	69	0.671
กลุ่มเสี่ยง	105	53	139	
กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	49	24	650	
จำนวนนิสิตทั้งหมด	317	116	858	
จำนวนนิสิตที่ถูกจัดกลุ่มถูกต้อง	163	53	650	
สัดส่วน	0.514	0.457	0.758	

สถิติเบื้องต้นในครั้งนี (x_4) เกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตก่อนเข้ามหาวิทยาลัย (x_5) และเกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิต (x_6)

2) ชั้นช่อน 1 ชั้น มีจำนวนโหนดของชั้นช่อนเป็น 3 โหนด คือ H_1, H_2 และ H_3

3) ชั้นเอาท์พุท มีจำนวนโหนดของชั้นเอาท์พุทเป็น 2 โหนด คือ y_0 และ y_1 เนื่องจากมีจำนวนกลุ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นเป็น 3 กลุ่ม แสดงได้ดังภาพที่ 2

การตรวจสอบความถูกต้องในการจัดกลุ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนพบว่าสัดส่วนความถูกต้องของกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน และกลุ่มเสี่ยง ตามลำดับ และสัดส่วนความถูกต้องของตัวแบบมีค่าเป็น 76.9% แสดงดังตารางที่ 3



ภาพที่ 2 ข่ายงานระบบประสาทแบบ MLP สำหรับตัวแบบการทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้น

ตารางที่ 3 เมทริกซ์ confusion ของข้อมูลที่มีการแบ่งนิสิตไว้บางส่วน เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีข่ายงานระบบประสาท

นิสิตถูกจัดให้อยู่ในกลุ่ม	นิสิตอยู่ในกลุ่ม			สัดส่วนความถูกต้องของตัวแบบ
	กลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	กลุ่มเสี่ยง	กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	
กลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	202	49	70	0.769
กลุ่มเสี่ยง	2	3	0	
กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	113	64	788	
จำนวนนิสิตทั้งหมด	317	116	858	
จำนวนนิสิตที่ถูกจัดกลุ่มถูกต้อง	202	3	788	
สัดส่วน	0.637	0.026	0.918	

สรุปผลการวิจัย

ในการทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนิสิต ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา พบว่าตัวแปรอิสระที่มีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นที่นำมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์การจำแนก และการวิเคราะห์ด้วยวิธีช่วยงานระบบประสาท ได้แก่ เพศ คณะที่นิสิตศึกษา ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัส การลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นในภาคเรียนที่ทำการศึกษาเป็นครั้งแรก เกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตก่อนเข้ามหาวิทยาลัย และเกรดเฉลี่ยสะสมปัจจุบันของนิสิตซึ่งสอดคล้องกับวรรณกรรมที่ได้พบทวนมาแล้วข้างต้น

จากการตรวจสอบความถูกต้องในการจัดกลุ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนด้วยวิธีการวิเคราะห์การจำแนกและวิธีช่วยงานระบบประสาทพบให้ผลการวิเคราะห์เหมือนกัน คือสัดส่วนความถูกต้องของกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ไม่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและกลุ่มเสี่ยง ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนความถูกต้องของตัวแบบพบว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีช่วยงานระบบประสาทให้สัดส่วนความถูกต้องมากกว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การจำแนก

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยเป็นประโยชน์ในการพัฒนาและปรับปรุงแผนการเรียนการสอนของนิสิต มหาวิทยาลัยบูรพาสำหรับการแบ่งกลุ่มการเรียนในวิชาสถิติเบื้องต้น อาทิเช่น ควรจัดกลุ่มเรียนเฉพาะสำหรับนิสิตคณะแพทยศาสตร์ นิสิตคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ส่วนนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ นิสิตคณะสหเวชศาสตร์ นิสิตคณะโลจิสติกส์ สามารถจัดกลุ่มเรียนให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันได้ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถช่วยพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรในระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา ให้เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี ที่ได้จัดสรรเงินงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2554 เพื่อสนับสนุนการวิจัยพัฒนาสื่อการสอนครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กิตติการ สายธนู และปรียาร์ตน์ นาคสุวรรณ. (2551). การหาค่าประมาณของขีดจำกัดควบคุมของวิธีช่วยงานระบบประสาท

สำหรับการควบคุมคุณภาพแบบหลายตัวแปร. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 13(2), 57-65.

กิตติการ สายธนู และจตุภัทร เมฆพ่ายพ. (2554). การสร้างตัวแบบทำนายการตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาโท. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 16(1), 5-16.

จตุภัทร เมฆพ่ายพ. (2552). แผนภูมิควบคุมคุณภาพหลายตัวแปรด้วยช่วยงานระบบประสาทสำหรับการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.*, 37(4), 386-397.

จตุภัทร เมฆพ่ายพ และกิตติการ สายธนู. (2552). การประยุกต์ใช้ช่วยงานระบบประสาทสำหรับแผนภูมิควบคุมคุณภาพแบบหลายตัวแปร. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 14(2), 99-110.

จารุวรรณ แก้วแสนขาว และพิษณุ เจียวคุณ. (2552). สถิติวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, *การประชุมวิชาการสถิติประยุกต์ระดับชาติ ประจำปี 2552*, พัทยา, ชลบุรี, 167-175.

นภาพร อุทยานวุฒิกุล. (2552). ปัจจัยที่มีผลต่อการจำแนกกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลทางสังคมศาสตร์ของนักศึกษาคณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. *กองส่งเสริมวิจัยมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย*.

ไพยม เพ็ชรล้ำเลิศ. (2553). การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักศึกษามหาวิทยาลัยกรุงเทพ. *รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยกรุงเทพ*.

Bill C. H., Rick L. W. & Kent A. W. (1994). Predicting graduate student success: A comparison of neural networks and traditional techniques. *Computers Ops Res.*, 21(3), 249-263.

Edward W. T., Marr. J. M., Adrian T., Robert M. H. & Neff W. (1996). Using discriminant analysis to identify students at risk. *26th Annual Frontiers in Education*, 1, (FIE'96).

Guoqiang P. Z. (2000). Neural Networks for Classification: A Survey. *IEEE Transaction*, 30(4), 451-462.

Johnson, R. A. & Wichern D. W. (1999). Applied multivariate statistical analysis. 5th ed., Prentice-Hall Press, New Jersey.