

การพัฒนาตัวแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบอัตโนมัติออนไลน์สำหรับการเลือก
สาขาวิชาเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา

**The Development of Model for Online Autonomous Decision
Support Systems for Managing the Study Plan of Students in
Higher Education**

ชุตินา อุดมะมุณี¹ และ ประสงค์ ปรานิตพลกรัง²

Chutima Uttamamunee¹, Prasong Praneetpolgrang²

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

61 ถ.พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Email: ¹chutima.ut@hotmail.com, ²prasong.pr@spu.ac.th

บทคัดย่อ – การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างตัวแบบสำหรับหาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาเรียนของนักศึกษา และพัฒนาตัวแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจอย่างอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับแนะแนวทางการเลือกสาขาวิชาเรียนของนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา ตัวแบบเชิงความน่าจะเป็นได้สร้างขึ้นภายใต้เทคนิคการจัดทำเหมืองข้อมูล ซึ่งในการทดสอบแบบจำลองที่ได้จะทำการทดสอบผลบนพื้นฐานของวิธี K - fold cross validation โดยใช้โปรแกรม WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) ในการสร้างแบบจำลอง หลังจากนั้นได้นำผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากเทคนิคข่างานเบย์ มาสร้างตัวแบบในขั้นสุดท้ายและได้เปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบกับผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลด้านการเรียนของกลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา จากมหาวิทยาลัยทั้งภาครัฐบาลและภาคเอกชนจำนวน 9 มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยที่ได้แสดงให้เห็นว่า ตัวแบบความน่าจะเป็น โดยใช้เทคนิคการจัดทำเหมืองข้อมูลตามวิธีของข่างานเบย์ สามารถบ่งบอกตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาเรียนของนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาได้ และให้ค่าความแม่นยำในการทำนายสูงถึง ร้อยละ 91.35 จากตัวแบบดังกล่าวทำให้ทราบว่าตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาเรียนของนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา ได้แก่ เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ก่อนศึกษา เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ขณะกำลังศึกษา เกรดเฉลี่ยวิชาเขียนโปรแกรม ความรู้ในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ ความรู้ด้านวิชาเรียน 1 ความรู้ด้านวิชาเรียน 2 และ ความถนัด นอกจากนี้ ตัวแปรรายวิชาที่ค้นพบที่มีผลต่อการเลือกสาขาวิชานั้น มีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณ จึงน่าเชื่อว่าตัวแปรที่ได้จากการพัฒนาตัวแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ด้วยข่างานเบย์ดังกล่าวมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับที่ยอมรับได้

คำสำคัญ – เหมืองข้อมูล, ข่างานเบย์, ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ABSTRACT – This research aims to create a model for determining factor that influences student on choosing majors in higher education. It also develops a model for online autonomous decision support system for guiding the study plan for student in higher education. The research has created a probabilistic model by employing WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) software based on data mining technique. The result from the model was validated according to K-fold cross validation method. The best result from Bayesian belief network technique was used as an input in creating the final model. The model accuracy was then compared with the deteriorate manner multiple regression analysis. In doing this, the researcher has used educational data from sample group consisting of undergraduates from 9 public and private universities.

Result from the research has shown that probability model using data mining technique in accordance with Bayesian belief network can indicate the factors that significantly influence student on choosing major in higher education and give accuracy in prediction as high as 91.35 in percentage. According to the model, the important factors that affect the student decision on choosing major in higher education are the grade point of average in Mathematics prior to and during the study, grade point of average in Programming subject, knowledge to develop software and computer system, knowledge in subject 1 and subject 2, and student aptitude. In addition, the subject factor derived from the model is also consistent with the result from the Multiple Regression Analysis. It is therefore believed that the factors resulted from the model of decision support system based on Bayesian belief network theory as mentioned in this research is reliable in an acceptable level.

KEY WORDS – Data Mining, Bayes Net, Decision Support Systems

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สถาบันการศึกษาหลายแห่งได้มีการเปิดสอนในประเทศไทย ซึ่งเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์มีความสำคัญและเป็นที่ต้องการของบริษัทต่างๆค่อนข้างสูง โดยปกติแล้วมหาวิทยาลัยทั้งรัฐบาลและเอกชนจะมีนักศึกษาจำนวนไม่น้อยที่ไม่สามารถเลือกสาขาวิชาที่เหมาะสมกับตนเองและเรียนได้อย่างประสบความสำเร็จ จนทำให้นักศึกษาต้องขอย้ายสาขา ขอพักการศึกษา ลาออกจากการศึกษา และพ้นสภาพจากการเป็นนักศึกษาเป็นจำนวนมาก ซึ่งสาเหตุของปัญหาอาจเกิดจากนักศึกษาสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดในแต่ละรายวิชาและทำระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมอยู่ในระดับต่ำ จนทำให้มีนักศึกษาปริมาณไม่น้อยที่ไม่ได้สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรที่มหาวิทยาลัยวางไว้ และในการเลือกสาขาวิชาเรียนนั้นบางครั้งนักศึกษายังขาดข้อมูลและประสบการณ์อันอาจไม่รู้จักรับแต่ละสาขาดีพอ ประมาทในการเรียนและอาจไม่ทราบถึงสาขาวิชาที่เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของตนเอง นักศึกษาส่วนใหญ่จึงใช้ความรู้สึก สภาพแวดล้อม รวมทั้งเพื่อน หรือผู้ปกครองเป็นผู้ชี้แนะหลักจึงทำให้เมื่อเข้าไปเรียนจริงๆแล้ว ถึงได้ค้นพบตัวเองในภายหลังว่าไม่เหมาะสมกับสาขาวิชา

เหล่านั้น ซึ่งโดยสภาพทั่วไปนั้นบางครั้งตัวนักศึกษาก็ไม่มั่นใจว่าจะวางแผนเตรียมตัวสำหรับความพร้อมในการตัดสินใจเลือกเรียนในสาขาวิชาใดถึงจะประสบผลสำเร็จ ดังนั้นสถาบันการศึกษาถือเป็นองค์กรหนึ่งที่มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษาเป็นจำนวนมาก โดยข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากแต่ไม่ได้ถูกนำมาใช้อย่างจริงจัง การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้สร้างแบบจำลอง (Model) โดยใช้วิธีการจำแนกประเภท (Classification) ของนักศึกษาที่จะสามารถสำเร็จการศึกษาในสาขาที่เลือกเรียนและไม่สำเร็จการศึกษาในสาขาที่เลือกเรียน พร้อมทั้งค้นหาคุณสมบัติ (Attribute) ของข้อมูลที่มีผลกับการสำเร็จการศึกษาในสาขาที่เรียน เมื่อเราสามารถหาแบบจำลองที่มีความน่าเชื่อถือได้สูงเราก็สามารถที่จะนำข้อมูลของนักศึกษาที่เพิ่งเข้ามาใหม่มาทำการทดสอบโดยผ่านแบบจำลองนี้ ก็จะสามารถทำนายได้ว่านักศึกษามีโอกาสสำเร็จการศึกษาในสาขาที่ตนเองได้เลือกเรียนหรือไม่ และถ้านักศึกษาค้นดังกล่าวอยู่ในกลุ่มผู้ที่มีโอกาสไม่สำเร็จการศึกษาทางหลักสูตรจะได้ให้คำแนะนำหรือเข้าไปแก้ปัญหาให้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ในการวิจัยครั้งนี้จะพัฒนาตัวแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบอัตโนมัติออนไลน์สำหรับการเลือกสาขาวิชาเรียน

ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ซึ่งจะใช้ข้อมูลของนักศึกษาและผลการเรียนของนักศึกษามาวิเคราะห์ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ เพื่อค้นหาความสัมพันธ์และรูปแบบ หรือกฎที่ซ่อนอยู่ และนำความสัมพันธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความรู้อื่นๆ ที่มีประโยชน์ อีกทั้ง ความรู้ที่ได้รับจากการทำวิจัยสามารถนำไปพัฒนาตัวแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบอัตโนมัติออนไลน์สำหรับการเลือกสาขาวิชาเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาให้นักศึกษามีโอกาสสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรของแต่ละสาขาวิชาที่มหาวิทยาลัยกำหนดมากยิ่งขึ้น หรือนักศึกษาอาจจะเปลี่ยนสาขาวิชาที่เรียนอยู่ไปศึกษาสาขาที่เหมาะสมมากกว่า เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของตัวนักศึกษาเอง และยังสามารถนำไปเป็นแบบแผนของการพัฒนาหลักสูตร ในการดำเนินการของมหาวิทยาลัยและให้อาจารย์ที่ปรึกษาสามารถให้คำปรึกษา แนะนำนักศึกษาด้านการเรียน การจัดสอนเสริม และกิจกรรมการเรียนให้กับนักศึกษา ในการพัฒนาคุณภาพของนักศึกษาและเพื่อผลักดันให้นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้นำอัลกอริทึม (Algorithm) ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree C4.5) และข่ายงานเบย์ (Bayesian Networks) มาทำการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพของอัลกอริทึมทั้ง 2 แบบดังกล่าว ซึ่งทฤษฎีและกระบวนการในการทำเหมืองข้อมูลของแต่ละอัลกอริทึมแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 กระบวนการในการทำเหมืองข้อมูล [4,9,10]

ในการทำเหมืองข้อมูลนั้น มีมากมายหลายเทคนิคที่ใช้ในการแก้ปัญหา [9] ซึ่งจะไม่มีการเลือกเทคนิคที่สามารถแก้ปัญหาได้ทุกปัญหา ดังนั้นความหลากหลายของเทคนิคเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนในการทำเหมืองข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

1. การกลั่นกรองข้อมูล (Data Cleaning) เป็นการนำข้อมูลที่ไม่มีค่า ข้อมูลที่ขาดหาย และข้อมูลที่ไม่แน่นอนออกไป
2. การรวบรวมข้อมูล (Data Integration) เป็นการรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งเก็บข้อมูล
3. การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) เป็นการเลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ในการทำเหมืองข้อมูล

4. การแปลงรูปแบบข้อมูล (Data Transformation) เป็นการแปลงข้อมูลที่เลือกมาให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้วิเคราะห์ตามอัลกอริทึมที่ใช้ในการทำเหมืองข้อมูลต่อไป

5. การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นการ ใช้เทคนิคภายในการทำเหมืองข้อมูล โดยทั่วไปประเภทของงานตามลักษณะของแบบจำลองที่ใช้ในการทำเหมืองข้อมูล คือ แบบจำลองเชิงทำนาย (Predictive Data Mining) และแบบจำลองเชิงพรรณนา (Descriptive Data Mining) [4]

6. การประเมินรูปแบบ (Pattern Evaluation) เป็นขั้นตอนการเลือกรูปแบบที่ยืนยัน สมมติฐานที่มีเหตุผลว่ามีความเหมาะสมหรือตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ การแปลความหมายและการประเมินผลลัพธ์ที่ได้ โดยทั่วไปควรมีการแสดงผลในรูปแบบที่สามารถเข้าใจได้โดยง่าย

2.2 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree C4.5) [4]

ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) คือ กราฟต้นไม้ที่ประกอบด้วยจุดยอดและด้าน โดยจุดยอดภายในจะแทนลักษณะประจำที่นำมาใช้แยกกลุ่มข้อมูล ด้านจะแทนค่าหรือผลของการทดสอบ ใบจะแทนค่าของคลาสหรือการกระจายของคลาส การสร้างต้นไม้การตัดสินใจมีขั้นตอนในการสร้างประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนการสร้างต้นไม้เริ่มจากรากที่ประกอบด้วยจุดยอดที่มี Training Data ทั้งหมด และแยกกลุ่มตัวอย่างตามลักษณะประจำที่เลือกแล้วเรียกซ้ำ
2. ขั้นตอนการรวมและตัดแต่งกิ่ง จะรวมและกำจัดกิ่งที่มีผลกระทบต่อความถูกต้องน้อยออก

ID3 เป็นวิธีแรกที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มเพื่อให้สามารถสร้างแผนภูมิต้นไม้ที่ดีที่สุดแนวคิดของ ID3 พยายามหาตัวแบ่งจำแนกประเภทข้อมูล (Classifier) ที่ดีที่สุด โดยใช้หลักการทฤษฎีทางสารสนเทศ และการพยายามลดจำนวนครั้งในการตัดสินใจให้น้อยที่สุด ดังนั้นในการเลือก คุณลักษณะ (Attribute) เพื่อใช้ในการตัดสินใจของแต่ละโหนดจะพยายามเลือกคุณลักษณะที่จะให้สารสนเทศเพิ่มเติมสูงสุด (Highest Information Gain) โดยเราใช้เอนโทรปี (Entropy) เป็นตัววัดปริมาณสารสนเทศก่อนและหลังการจำแนก การที่เอนโทรปีมีค่าต่ำลงแสดงว่าข้อมูลชุดนั้นมีการกระจายน้อยลง หรือ

ข้อมูลถูกจำแนกจนเป็นระเบียบมากขึ้น ทำให้ได้สารสนเทศ จากข้อมูลชุดนั้นมากขึ้นด้วย

C4.5 เป็นอัลกอริทึมการจำแนกซึ่งให้ผลลัพธ์เป็นต้นไม้ การตัดสินใจที่เป็นวิธีการสร้างต้นไม้เช่นเดียวกับ ID3 แต่เพิ่ม กระบวนการปรับปรุงต้นไม้เพื่อให้มีลักษณะที่ดียิ่งขึ้น

2.3 ข่ายงานเบย์ (Bayesian Belief Networks) [1, 6]

ข่ายงานเบย์ (Bayesian Networks) หรือเรียกโดยย่อว่า (Bayes Net) เป็นวิธีที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและแสดงออกมาในรูปแบบของโมเดลโดยอาศัย ความรู้ก่อนหน้า (Prior Knowledge) ในการที่จะอธิบาย และสร้างข่ายงานเบย์ และสามารถอธิบายความไม่ขึ้นต่อกัน อย่างมีเงื่อนไข (Condition Independent) ระหว่างตัวแปร บริบทของข่ายงานความเชื่อเบย์นิยมใช้คำว่า “ตัวแปร” (Variable) แทนคำว่า “คุณสมบัติ” เพื่อให้กระบวนการ เรียนรู้มีประสิทธิภาพโดยเราสามารถใส่ความรู้ก่อนในข่ายงาน ความเชื่อเบย์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างข่ายงานและตาราง ความน่าจะเป็นมีเงื่อนไข โดยนิยามความไม่ขึ้นต่อกันอย่างมี เงื่อนไขได้ ดังสมการที่ 1

$$(\forall x_i, y_j, z_k) P(X=x_i | Y=y_j, Z=z_k) = P(X=x_i | Z=z_k) \quad (1)$$

หรือแสดงในรูปอย่างง่ายได้ดังสมการที่ 2

$$P(X|Y,Z) = P(X|Z) \quad (2)$$

จากสมการหมายความว่าสำหรับ x_i, y_j, z_k ใด ๆ ความน่าจะเป็นที่ X จะมีค่าเป็น x_i (X เป็นตัวแปร ส่วน x_i คือค่าของตัวแปร) เมื่อรู้ว่า Y มีค่าเป็น y_j และ Z มีค่าเป็น z_k จะมีค่าเท่ากับ ความน่าจะเป็นของ X จะมีค่าเป็น x_i เมื่อรู้ว่า Z มีค่าเป็น z_k ในกรณีที่มีความน่าจะเป็นทั้งสองเท่ากันเช่นนี้ เราเรียกว่าค่าของ X ไม่ขึ้นกับ Y อย่างมีเงื่อนไขเมื่อรู้ค่าของ Z เราจึงสามารถตัด Y ทิ้งไปได้

เทคนิคนี้เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ลดข้อจำกัดของการเรียนรู้เบย์ อย่างง่ายในสมมติฐานของความไม่ขึ้นต่อกันระหว่างคุณสมบัติ ในความเป็นจริงเราพบว่าคุณสมบัติบางตัวจะขึ้นต่อกันบ้างและ ควรที่จะนำความขึ้นต่อกันนี้เข้ามาใส่ไว้ในโมเดลด้วย

2.4 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Systems) [12]

เทอร์บัน (Turban) ปี ค.ศ. 1900 ได้ให้คำนิยามของระบบ สนับสนุนการตัดสินใจไว้ดังนี้ “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นระบบสารสนเทศคอมพิวเตอร์เชิงโต้ตอบที่ยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ ทำงานโดยการใช้กฎเกณฑ์ของการตัดสินใจที่อยู่ในลักษณะของแบบจำลองร่วมกับข้อมูลที่มีการจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล พร้อมกับทักษะของผู้ตัดสินใจในการที่จะหาแนวทาง การตัดสินใจที่สามารถนำไปปฏิบัติเมื่อต้องการแก้ปัญหาที่ไม่อาจใช้วิธีการต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าช่วยได้โดยตรง ดังนั้นระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่มีแบบจำลองซับซ้อนมากกว่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิผลให้การตัดสินใจได้ดียิ่งขึ้น” ลักษณะการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จัดเป็น เครื่องมือสำหรับจัดการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลที่ เกี่ยวข้อง โดยอาศัยเทคนิควิธีการทางคณิตศาสตร์หรือสถิติ เพื่อ สร้างโมเดลสำหรับแก้ไขปัญหา ซึ่งถือเป็นระบบที่ช่วย ตอบสนองความต้องการของข้อมูลสารสนเทศที่สามารถ นำไปใช้ประกอบ หรือ สนับสนุนการแก้ไขปัญหาได้

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยด้านการทำเหมืองข้อมูลที่เกี่ยวข้องใน ด้าน การศึกษาได้มีผู้วิจัยไว้หลายแนวทาง ที่ผ่านมามีงานวิจัยของ จิราพร และคณะ [1] ใช้เทคนิคของการทำเหมือง ข้อมูลมาใช้ สำหรับทำนายผลสำเร็จการศึกษาของนักศึกษา โดยใช้เทคนิค การเรียนรู้แบบข่ายงานเบย์ เพื่อหาตัวแปรที่สำคัญที่มีผลต่อการ สำเร็จการศึกษา จากผลการทดลองพบว่าตัวแปรที่มีผลกับการ สำเร็จการศึกษาของนักศึกษามี 3 ตัวแปร ได้แก่ เกรดเฉลี่ยใน ชั้นปีแรก อาชีพของมารดา และรายได้ของครอบครัว

งานวิจัยของ กฤษณะ ไวยมัย และคณะ [2] ได้ใช้เทคนิคของ การทำเหมืองข้อมูลเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาของคณะ วิศวกรรมศาสตร์ มาใช้ในการช่วยนักศึกษาเลือกสาขาวิชาที่ เหมาะสมโดยใช้เทคนิคของ ดัชนีการตัดสินใจเสนอแนว ทางการทำเทคนิคจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification) และเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูล (Data Prediction) มาสร้าง โมเดล ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องค่อนข้างสูง

งานวิจัยของ ปฐมพงษ์ ขาวจันทร์ [3] ใช้เทคนิคของการทำ เหมืองข้อมูล วิเคราะห์คะแนนและแนวทางการศึกษาให้กับ นักศึกษา โดยหาความสัมพันธ์ของรายวิชาคอมพิวเตอร์

ผลการวิจัยสามารถนำรูปแบบความสัมพันธ์ของรายวิชามาใช้
ในการสนับสนุนการตัดสินใจของนักศึกษาได้เป็นอย่างดี

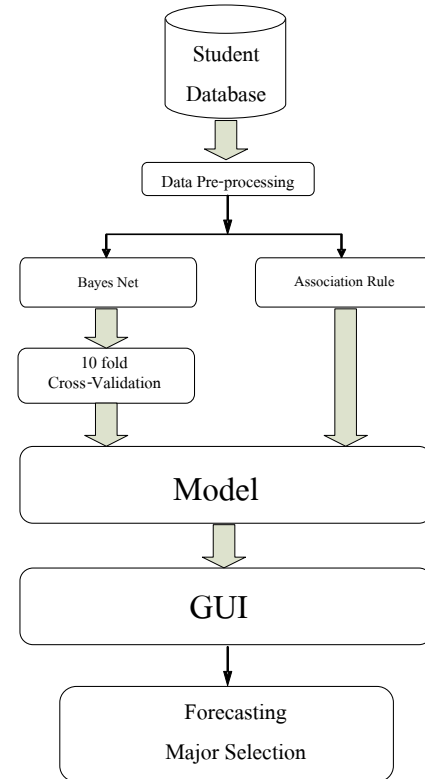
4. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลของนักศึกษาจึงจะต้องเตรียมข้อมูลให้
เหมาะสมและให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้กับ โปรแกรม
WEKA [6] หลังจากนั้นทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลเพื่อทดสอบ
(Cross-Validation) ประกอบด้วยข้อมูลส่วน Training Set และ
Testing Set โดยใช้วิธี 10-fold Cross-Validation คือแบ่งข้อมูล
เป็น 10 ส่วนเท่าๆกันแล้วทำการทดสอบ โดยเปลี่ยนข้อมูลชุด
ทดสอบตั้งแต่ส่วนที่ 2 เป็นชุดทดสอบและส่วนที่ 1-9 เป็นชุด
เทรนนิ่งไปเรื่อยๆจน กระทั่งถึงชุดทดสอบที่ส่วนที่ 10 เป็นชุด
ทดสอบ และส่วนที่ 1-9 เป็นชุดเทรนนิ่ง โดยจะนำเอาค่าความ
แม่นยำของการพยากรณ์ที่ได้นั้นมาหาค่าเฉลี่ย

จากนั้นนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์และสรุปผลและ
พัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อแนะแนวให้กับ
นักศึกษาแต่ละคนได้ทราบข้อมูลในด้านการเรียนของตนเอง
โดยสามารถแสดงกระบวนการหาอัลกอริทึมที่เหมาะสมในการ
ที่จะนำมาพัฒนาเป็นระบบต้นแบบสำหรับพัฒนาระบบ
สนับสนุนการตัดสินใจแบบอัตโนมัติออนไลน์สำหรับแนะ
แนวทางการเลือก สาขาวิชาเรียนของนักศึกษาใน
ระดับอุดมศึกษา แสดงกรอบแนวคิดได้ดังรูปที่ 1

ตัวอย่างข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์นั้นประกอบด้วยข้อมูล
เกรดเฉลี่ยของกลุ่มวิชา เกรดสำหรับแต่ละรายวิชาที่นักศึกษาลง
ทะเบียนเรียน และข้อมูลประวัติของนักศึกษา แสดงดัง
ตารางที่ 1

หลังจากได้ข้อมูลตามต้องการ จะพบว่าข้อมูลทั้งหมดที่ได้
มีบางส่วนที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่นรหัสนักศึกษา นอกจากนั้นยังมี
ข้อมูลของนักศึกษาและข้อมูลของรายวิชาจำนวนมากที่มีข้อมูล
ที่ไม่สมบูรณ์มีค่าที่หายไปจึงคัดเลือกข้อมูลเพื่อความเหมาะสม
ในการสร้างแบบจำลอง (Model)

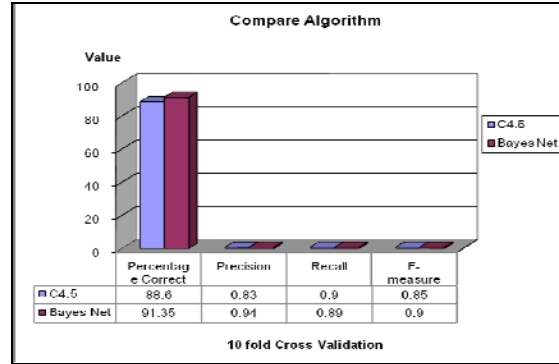


รูปที่ 1. กรอบแนวคิด

เมื่อได้ข้อมูลตามความต้องการแล้วจึงนำข้อมูลมาทำการ
ทดลองด้วยโปรแกรม WEKA โดยใช้อัลกอริทึม ต้นไม้
ตัดสินใจ และข่ายงานเบย์ เพื่อหาประสิทธิภาพของแต่ละ
เทคนิคและทำการวัดผลด้วย ค่าเปอร์เซ็นต์ของการทำนายถูกต้อง
(Percentage Correct) ค่าที่สามารถสืบค้นคำตอบสูงสุด
(Precision) ค่าที่ได้จากการตรวจพบข้อมูล (Recall) และค่าที่
แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่สามารถสืบค้นคำตอบสูงสุด
กับค่าที่ได้จากการตรวจพบข้อมูล (F-measure) โดยจะนำผล
จากการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแต่ละ
อัลกอริทึม และสร้างแบบจำลองในการเลือกสาขาวิชาว่ามีตัว
แปรใดบ้างที่มีความน่าจะเป็นต่อการเลือกสาขาวิชาในอันที่จะ
ทำให้นักศึกษาเรียนจบได้เกรดเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แล้วนำตัว
แปรที่ได้มาเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณ
ว่าผลที่ได้มีความสอดคล้องกันหรือไม่

ตารางที่ 1. แสดงตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
1. Edu_Old	วุฒิกการศึกษาเดิม
2. GPA_Math_Pre	เกรดเฉลี่ยวิชาคํานคณิตศาสตร์
3. GPA_Science	เกรดเฉลี่ยวิชาคํานวิทยาศาสตร์
4. GPA_Old	เกรดเฉลี่ยการศึกษาเดิมที่สำเร็จการศึกษา
5. GPA_Y1	เกรดเฉลี่ย(GPA)ชั้นปีที่ 1
6. GPA_Now	เกรดเฉลี่ย(GPA)ปัจจุบัน/จบการศึกษา
7. GPA_Main	เกรดเฉลี่ยในวิชาเอก (วิชาแกน)
8. GPA_Math_Now	เกรดเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์
9. GPA_Program	เกรดเฉลี่ยในรายวิชาการเขียนโปรแกรม
10. Know	ความรู้ด้านการพัฒนาระบบหรือซอฟต์แวร์
11. Field_1	ความรู้ด้านวิชาเรียน1
12. Field_2	ความรู้ด้านวิชาเรียน2
13. Skill	ความถนัด
14. Type	ประเภทสถาบัน
15. Major	สาขาที่เรียนปัจจุบัน

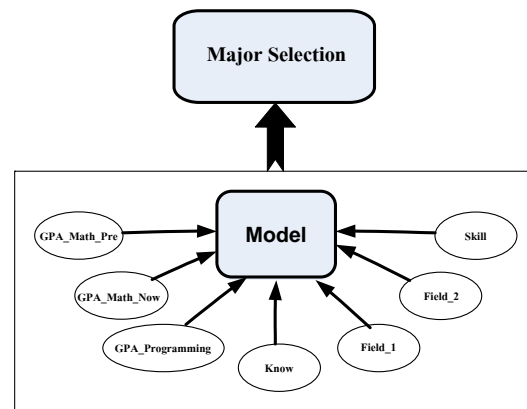


รูปที่ 2. แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลการทดลองของแต่ละอัลกอริทึม

ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมข่ายงานเบย์ (Bayesian Networks) มีประสิทธิภาพสูงกว่าอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree C4.5) ค่าเปอร์เซ็นต์ของการทำนายถูกต้อง (Percentage Correct) 91.35 % ค่าที่สามารถสืบค้นคำตอบสูงสุด (Precision) 0.94 ค่าที่ได้จากการตรวจพบข้อมูล (Recall) 0.89 และค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่สามารถสืบค้นคำตอบสูงสุดกับค่าที่ได้จากการตรวจพบข้อมูล (F-measure) 0.90 ด้วยเหตุนี้จึงนำเทคนิคข่ายงานเบย์มาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ สามารถแสดงออกมาในรูปแบบของแบบจำลองสำหรับทำนายการเลือกสาขาวิชาเรียนของนักศึกษา ด้วยอัลกอริทึมข่ายงานเบย์ ดังรูปที่ 3

5. ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์อัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการเลือกสาขาวิชาเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักศึกษาในการใช้ประกอบการตัดสินใจ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ ศึกษาข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษา โดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างของนักศึกษา จากมหาวิทยาลัยรัฐบาลและเอกชน จำนวน 9 แห่ง และในการทดลองจะทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลและวัดผลโดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึมด้วย Percentage Correct Precision Recall และ F-measure แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 3. แบบจำลองสำหรับทำนายการเลือกสาขาวิชาเรียนของนักศึกษา

จากรูปที่ 3 พบว่าเซตของตัวแปรที่ให้ผลการทำนายการเลือกสาขาวิชาเรียนในอันที่จะสำเร็จการศึกษาในการเลือก

สาขาวิชาเรียนของนักศึกษา คือ เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ก่อน
ศึกษา เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ขณะกำลังศึกษา เกรดเฉลี่ย
วิชาเขียนโปรแกรม ความรู้ในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์
และซอฟต์แวร์ ความรู้ด้านวิชาเรียน1 ความรู้ด้านวิชาเรียน2
และความถนัด โดยมีค่าความแม่นยำในการทำนายผล 91.35 %
ดังรูปที่ 2

นอกจากนี้เราได้ทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่
ได้โดยการวิเคราะห์ทางสถิติดังต่อไปนี้ การวิเคราะห์ความ
ถดถอยเชิงพหุคูณ เป็นการใช้อยู่ตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว ใน
การพยากรณ์ตัวแปรตาม ซึ่งส่วนใหญ่มักจะพบว่าตัวแปร
หลายๆ ตัวมักจะมีความสัมพันธ์กัน ได้นำตัวแปรสามตัวมา
วิเคราะห์เพื่อพยากรณ์ว่ามีผลในการอธิบายค่าตัวแปรตาม ดัง
แสดงในตารางที่ 2 ป็นตารางที่อธิบายถึงการเลือกตัวแปรอิสระ
เข้ามาในสมการโดยวิธี Enter โดยตัวแปรสาขาเป็นตัวแปรตาม
และเกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ก่อนศึกษา เกรดเฉลี่ยวิชา
คณิตศาสตร์ขณะกำลังศึกษา เกรดเฉลี่ยวิชาเขียนโปรแกรม
ความรู้ในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ ความรู้
ด้านวิชาเรียน1 ความรู้ด้านวิชาเรียน2 และความถนัด เป็นตัว
แปรอิสระ ซึ่งเป็นตัวแปรที่ได้จากแบบจำลองในการทำ
สาขาวิชาเรียน เพื่อทดสอบว่าตัวแปรที่ได้จากแบบจำลอง มีผล
ต่อตัวแปรตามก็คือ สาขาวิชาเรียน จริงหรือไม่

ตารางที่ 2. นำเข้าตัวแปรเพื่อวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณ

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	SKILL, FIELD_2, FIELD_1, KNOW, GPAMATHP, GPA_PROG, a GPAMATHN	.	Enter

- a. All requested variables entered.
b. Dependent Variable: MAJOR

จากตารางที่ 2 นำเข้าตัวแปรในสมการ คือ เกรดเฉลี่ยวิชา
คณิตศาสตร์ก่อนศึกษา เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ขณะกำลัง
ศึกษา เกรดเฉลี่ยวิชาเขียนโปรแกรม ความรู้ในการพัฒนา
ระบบคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ ความรู้ด้านวิชาเรียน1
ความรู้ด้านวิชาเรียน2 และความถนัด เพื่อหาความสัมพันธ์ของ

ตัวแปร เพื่อดูผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณ ดังตาราง
ที่ 3

ตารางที่ 3. ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณ

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.895 ^a	.802	.801	.635

- a. Predictors: (Constant), SKILL, FIELD_2, FIELD_1, KNOW, GPAMATHP, GPA_PROG, GPAMATHN

จากตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R Square) คือ
89.5% นั่นคือ เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ก่อนศึกษา เกรดเฉลี่ย
วิชาคณิตศาสตร์ขณะกำลังศึกษา เกรดเฉลี่ยวิชาเขียนโปรแกรม
ความรู้ในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ ความรู้
ด้านวิชาเรียน1 และความรู้ด้านวิชาเรียน2 และความถนัด
อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ 89.5% ถือว่าอยู่ใน
เกณฑ์ที่ดี และพิจารณาต่อด้วยการทดสอบความแปรปรวน
แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2825.804	7	403.686	999.764	.000 ^a
	Residual	698.139	1729	.404		
	Total	3523.942	1736			

- a. Predictors: (Constant), SKILL, FIELD_2, FIELD_1, KNOW, GPAMATHP, GPA_PROG, GPAMATHN
b. Dependent Variable: MAJOR

จากตารางที่ 4 พบว่าค่า นัยสำคัญทางสถิติ (Sig.) เป็นศูนย์
อธิบายได้ว่าตัวแปรอิสระทุกตัวที่นำมาทดสอบสมมติฐาน
ในสมการมีผลต่อตัวแปรตามนั่นคือ ตัวแปรที่นำมาเข้าในสมการ
คือ เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ก่อนศึกษา เกรดเฉลี่ยวิชา
คณิตศาสตร์ขณะกำลังศึกษา เกรดเฉลี่ยวิชาเขียนโปรแกรม
ความรู้ในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ ความรู้
ด้านวิชาเรียน1 ความรู้ด้านวิชาเรียน2 และความถนัด มีผลต่อ
การอธิบายค่าของตัวแปรการเลือกสาขาวิชาทุกตัวแปร และ

สามารถดูผลทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่ละตัวได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่ละตัว

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2.120	.129		16.420	.000
	GPAMATHP	-.114	.025	-.111	-4.503	.000
	GPAMATHN	-3.07E-02	.032	-.030	-.964	.000
	GPA_PROG	-.121	.022	-.120	-5.421	.000
	KNOW	.531	.017	.522	30.672	.000
	FIELD_1	2.130E-02	.014	.021	1.528	.000
	FIELD_2	-.354	.026	-.341	-13.647	.000
	SKILL	.365	.021	.362	17.561	.000

a. Dependent Variable: MAJOR

จากตารางที่ 5 พบว่าในส่วนของค่านัยสำคัญทางสถิติ (Sig.) เป็นศูนย์ทุกตัวแปร อธิบายได้ว่าตัวแปรที่นำเข้ามาในสมการคือ เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ก่อนศึกษา เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ขณะกำลังศึกษา เกรดเฉลี่ยวิชาเขียนโปรแกรม ความรู้ในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ ความรู้ด้านวิชาเรียน1 และความรู้ด้านวิชาเรียน2 และความถนัด มีความสัมพันธ์กับตัวแปรการเลือกสาขาวิชาซึ่งเป็นตัวแปรตามทุกตัว จึงนำเชื่อตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิคข้างบนนี้มีความน่าเชื่อถือเพียงพอเนื่องจากผลจากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณ มีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการใช้ช่างานเบย์ ในการสร้างแบบจำลองในการทำนายการเลือกสาขาวิชา

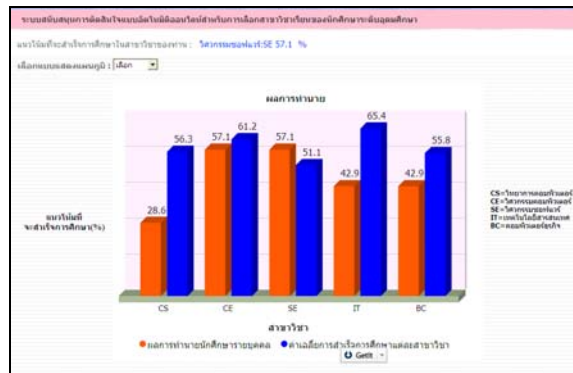
เมื่อนำแบบจำลองที่ได้ค่าความแม่นยำแล้วนำมาเปรียบเทียบ พบว่าค่าความแม่นยำมีความใกล้เคียงและให้ผลการทดสอบความแม่นยำที่สูง จึงนำเชื่อว่าตัวแปรที่ได้จากแบบจำลองมีความแม่นยำเพียงพอสำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายผลสำเร็จการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ผลจากการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้จึงนำแบบจำลองที่สร้างได้มาทำการพัฒนาเป็นระบบต้นแบบสำหรับพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจในด้านการเรียน ด้วยโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ แสดงต้นแบบหน้าหลักของระบบดังรูปที่ 4



รูปที่ 4. หน้าจอหลักของโปรแกรม

ขั้นตอนต่อไปเพื่อเริ่มการทำนาย นักศึกษาจะต้องระบุข้อมูลต่างๆให้ครบถ้วน เมื่อเลือกผลการทำนาย ระบบจะรายงานผลสาขาที่เหมาะสมในรูปแบบกราฟ โดยหน้าจอแสดงผลการทำนายจะแสดงออกมามีดังรูปที่ 5



รูปที่ 5. หน้าจอแสดงผลการทำนาย

4. บทสรุป

ผลจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม WEKA พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกสาขาวิชาเรียนทั้งหมด 7 ตัวแปรหลักประกอบด้วย 1. เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ก่อนศึกษา 2. เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ขณะกำลังศึกษา 3. เกรดเฉลี่ยวิชาเขียนโปรแกรม 4. ความรู้ในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ 5. ความรู้ด้านวิชาเรียน1 6. ความรู้ด้านวิชาเรียน2 และ 7. ความถนัด โดยมีค่าความแม่นยำในการทำนายผลร้อยละ 91.35 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์สูง นอกจากนี้ได้ทำการนำตัวแปรดังกล่าวทั้ง 7 ตัวแปร มาทดสอบด้วย ความถดถอยเชิงพหุคูณ เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปร ซึ่งจะเป็นการทดสอบว่าตัวแปรทั้งหมดน่าเชื่อถือที่สามารถนำมาสร้างแบบจำลอง โดยพิจารณาจากการหาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ร้อยละ 89.5 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และพิจารณาต่อด้วยการทดสอบความ

แปรปรวนพบว่าค่า นัยสำคัญทางสถิติ (Sig.) เป็นศูนย์อธิบาย
ได้ว่าตัวแปรอิสระทุกตัวที่นำเข้ามาทดสอบสมมติฐานใน
สมการมีผลต่อตัวแปรตาม และมีการทดสอบความสัมพันธ์
ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระทีละตัวพบว่าในส่วนของ
ค่า นัยสำคัญทางสถิติ (Sig.) เป็นศูนย์ทุกตัวแปรเช่นกันอธิบาย
ได้ว่าตัวแปรที่นำเข้ามาในสมการมีความสัมพันธ์กับตัวแปรการ
เลือกสาขาวิชาซึ่งเป็นตัวแปรตามทุกตัว ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า
รายวิชาพื้นฐานเป็นปัจจัยหลักที่มีผลโดยตรงต่อการตัดสินใจ
ในการเลือกสาขาวิชาเรียนของนักศึกษาอยู่ในระดับมาก จึงนำ
เชื่อว่าตัวแปรที่ได้จากแบบจำลองมีความแม่นยำเพียงพอ
สำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายผลสำเร็จการศึกษาจากกลุ่ม
ตัวอย่างที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ตัวแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชา
เรียนของนักศึกษามีความถูกต้องอยู่ในระดับมากเนื่องจากมี
ความแม่นยำในการทำนายผลถึงร้อยละ 91.35 และมีค่า
สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ
ตัวแปรตามได้ร้อยละ 89.5 ดังนั้นจึงถือได้ว่าตัวแบบระบบ
สนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาเรียนของนักศึกษา
มีความถูกต้องอยู่ในระดับมากและจากการวิเคราะห์ระดับความ
พึงพอใจการใช้งานระบบ จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษา มี
ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

เอกสารอ้างอิง

- [1] จิราพร อิงกว่าชาติ, “การประยุกต์ใช้การเรียนรู้แบบเบย์กับ
การสร้างแบบจำลองสำหรับทำนายผลสำเร็จการศึกษา
ของ นักศึกษา,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยศรีปทุม,
2549.
- [2] กฤษณะ ไวยมัย ชิดชนก สังศิริ และธนาวินท์ รักษรรมา
นนท์ “การใช้เทคนิคดาต้าไมนิ่งเพื่อพัฒนาคุณภาพ
การศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์”,
NECTEC Technical Journal Vol. III, No. 11 หน้า
134-142. 2001.
- [3] ปฐมพงษ์ ขาวจันทร์, “การใช้ดาต้าไมนิ่งเพื่อวิเคราะห์
คะแนนและแนวการศึกษา,” โครงการพิเศษในเทคโนโลยี
สารสนเทศ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี
สารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2547.
- [4] J. Han and M. Kamber, “Data Mining Concepts and
Techniques”, The Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- [5] G. J. Hendricks, “An Analysis of Student Graduation
Trends in Texas State Technical Colleges Utilizing Data
Mining and Other Statistical Techniques”, *Doctoral
Thesis of Educational Administration*, Baylor University,
Texas, U.S.A., 2000.
- [6] R. R. Bouckaert, “Bayesian Network Classifiers in Weka”,
Department of Computing Science, University of
Waikato, New Zealand, 2005.
- [7] R. Kirkby and E. Frank, “Weka Explorer User Guide”,
University of Waikato, New Zealand, 2005.
- [8] J. R. Roiger and W. M. Geatz, “Data Mining : A Tutorial –
Based Primer”, Addison Wesley Publishing Company,
2003.
- [9] I. H. Witten and E. Frank, “Data Mining: Practical
Machine Learning Tools and Techniques”, Second
Edition, Morgan Kaufmann, San Francisco, 2005.
- [10] U. M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, and R.
Uthurusamy, “Advances in Knowledge Discovery and
Data Mining”, AAAI/MIT Press, 1996.
- [11] R. Groth., “Data Mining : Building Competitive
Advantage”, Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.
- [12] M. H. S. Svetlana Vinnik, “Decision Support System for
Managing Education Capacity”, 2003.
- [13] จามร เหล่าเกียรติกุล และ จิรารัตน์ สิทธิวรชาติ, “ระบบ
อัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการให้คำปรึกษาทางวิชาการระดับ
อุดมศึกษา ในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเทคนิค
แบบผสมผสาน (An Intelligent Academic Consultant
System for Higher Education using a Multi -
Approach)”, *the National Conference of Information
Technology*, 2006.
- [14] ประเวศน์ วงษ์คำชัย, “ใช้งาน AJAX และ PHP แบบมือ
อาชีพ”, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ: ไทย เจริญการพิมพ์,
2550.
- [15] D. Olson and Y. Shi, “Introduction to Business Data
Mining”, McGraw Hill International Edition, 2007.

- [16] S. Mitra and T. Acharya, "Data Mining Multimedia, Soft Computing, and Bioinformatics", John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2003.
- [17] WEKA, <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka>, 17 September 2007.
- [18] M. Xenos, "Prediction and assessment of Student Behaviour in Open and Distance Education in Computers Using Bayesian Networks", Computer & Education, Volume 43, Issue 4, 2004, pp. 345-359.

Copyright © 2010 by the Journal of Information Science and Technology.