

การวิเคราะห์บันทึกการใช้งานของระบบอีเลิร์นนิงเพื่อให้คะแนนจิตพิสัย

E-learning Log Analysis for Behavioral Scoring

วิรัตน์ พงษ์ศิริ,¹ อูมาพร จันโสภา,² สมนึก พ่วงพรพิทักษ์^{3*}

Wirat Phongsiri,¹ Umaporn Jansopha,² Somnuk Puangpronpitag^{3*}

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนไม่ได้มีอยู่เฉพาะแต่ในห้องเรียนเท่านั้น ระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ได้ถูกนำมาใช้ในการสนับสนุนการเรียนการสอน ดังนั้นบันทึกการใช้งานของผู้เรียนจากระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ จึงถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในหลายอย่าง (เช่น แจ้งเตือนให้ทราบถึงผู้เรียนที่มีพฤติกรรม การเรียนที่เสี่ยง หรือการให้คะแนนจิตพิสัยโดยอัตโนมัติ) ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาโมดูลสำหรับโปรแกรมมูเดิ้ล (ซึ่งเป็นระบบการเรียนการสอนออนไลน์ที่มีชื่อเสียง) เพื่อนำบันทึกการใช้งานของผู้เรียนในระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์มูเดิ้ลมาวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียน สำหรับการให้คะแนนจิตพิสัยแก่ผู้เรียน ซึ่งคะแนนจิตพิสัยนี้สามารถใช้ร่วมกับคะแนนจิตพิสัยของการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติ โดยตัวแปรที่นำมาใช้ในการให้คะแนนจิตพิสัยแก่ผู้เรียน มี 6 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนครั้งของการล็อกอินเข้าสู่ระบบ การอ่านเว็บบอร์ด การเขียนเว็บบอร์ด การดาวน์โหลดเอกสารประกอบการสอน การส่งการบ้านทั้งหมด การส่งการบ้านทันเวลาที่กำหนด ซึ่งจะได้นำมาใช้ในโมดูลนี้ โดยงานวิจัยนี้ได้นำตัวแปรทั้ง 6 มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธีการของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณจากนั้นจึงนำมาจัดกลุ่มข้อมูลด้วยอัลกอริธึมเคมีน โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนเพื่อให้คะแนนจิตพิสัยเป็น n กลุ่ม ตามความต้องการของผู้สอน เช่น อาจแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามมาตราส่วนของลิเคิร์ต คือมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ซึ่งโมดูลที่พัฒนาเพิ่มเติมนี้ได้นำไปทดสอบความพึงพอใจกับผู้สอนที่มีระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ซึ่งผลจากการทดสอบโมดูลพบว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถจัดกลุ่มคะแนนจิตพิสัยของผู้เรียนได้สอดคล้องกับความเห็นของผู้สอน และผู้สอนมีความพึงพอใจ

คำสำคัญ: บันทึกการใช้งานของระบบอีเลิร์นนิง คะแนนจิตพิสัย มูเดิ้ล

¹ รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² อาจารย์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม

^{3*} อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

¹ AssisiateProfessor ,Department of Information Technology, Faculty of Informatics, Mahasarakham University

² Teacher, Department of Business Computer, Faculty of Management Science and Informatics, Nakhonphanom University

^{3*} Teacher ,Department of Computer Science, Faculty of Informatics, Mahasarakham University

Abstract

Currently, teaching and learning covers beyond the activities in the classroom. E-learning systems are generally deployed to support the class. So, the e-learning log analysis can be very useful in several aspects (such as signifying at-risk students, giving behavioral score). In this paper, we develop an extension module for MOODLE (one of the most popular open-source e-learning systems) to automatically generate students' behavioral score from e-learning log. This score would be able to use together with the behavioral score from the classroom. Six variables (namely, the number of logins, forum views, forum posts, material downloads, homework submission, and on-time homework submission) are used as key factors for our analysis module. Multiple regression analysis and K-mean algorithms are applied for the analysis process. The module can give the students' behavioral score into a scales according to the teacher's demand (such as 5 Likert's scales: very good, good, medium, poor, very poor). The extension module has been tested with real classes and the tested lecturers have shown their satisfaction.

Keywords: E-learning Log Analysis, Behavioral Score, MOODLE

บทนำ

ปัจจุบันระบบการศึกษาของประเทศไทยมีการขยายโอกาสทางการศึกษามากขึ้น รวมทั้งมีทุนการศึกษาต่างๆ จำนวนมาก เช่น ทุนกู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.) ทำให้จำนวนผู้เรียนในแต่ละวิชาที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น จึงมีการนำระบบการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์หรือระบบ E-learning เข้ามาช่วยในการเรียนการสอน ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากกับการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากผู้เรียนทุกคนมีความสามารถที่แตกต่างกัน ผู้เรียนบางคนอาจเรียนในห้องเรียนไม่ทัน ก็สามารถเรียนรู้ ทบทวนบทเรียนได้จากระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ได้ตามที่ต้องการ ดังนั้นการมีระบบการจัดการเรียนการสอน (Learning Management System; LMS) ที่ดีจึงมีส่วนสำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเกิดผลสัมฤทธิ์มากขึ้น (1)Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (MOODLE) (2)เป็น

ซอฟต์แวร์ LMS ที่ได้รับความนิยมสูงสุดในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ โดยมีผู้ใช้งานจาก 223 ประเทศทั่วโลก เนื่องจาก MOODLE เป็นโปรแกรมที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้เป็นระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ที่มีฟังก์ชันการใช้งานสำหรับนำมาสร้างเป็นระบบ LMS เช่น มีโมดูลสำหรับการสร้าง การบ้าน การส่งการบ้าน การให้คะแนนการบ้าน การสร้างคลังข้อสอบ การทำข้อสอบออนไลน์ หรือโมดูลอื่นๆ โดยโปรแกรม MOODLE มีการเก็บบันทึกการใช้งานกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้ใช้กระทำขณะใช้งานโปรแกรมไว้อย่างละเอียด เช่น การเข้าใช้งานระบบ การอ่านกระทู้ การตั้งกระทู้ การส่งการบ้าน ซึ่งบันทึกการใช้งานต่างๆ เหล่านี้จะมีประโยชน์อย่างมากถ้าโปรแกรมสามารถสรุปให้ผู้สอนทราบพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคนให้ผู้สอนทราบได้ แต่โปรแกรม MOODLE ยังไม่มีโมดูลที่นำบันทึกการใช้งานโปรแกรมของผู้เรียนมาประมวลผลต่อให้ผู้สอนทราบพฤติกรรมการเรียนผ่านระบบออนไลน์ของ

ผู้เรียน เช่น เข้ามาในระบบอย่างสม่ำเสมอหรือไม่ ผู้เรียนเข้าไปดูเอกสารการสอนทำสร้างไว้บ้างหรือไม่ หรือมีการส่งการบ้านบ้างหรือไม่และส่งทันเวลาที่กำหนดหรือไม่ เป็นต้น

จิตพิสัย หรือที่เรียกในภาษาอังกฤษว่า Behavioral Mark หรือ Attention Mark คือคะแนนที่เป็นวัตถุประสงค์หนึ่งของการวัดทางด้านการศึกษา ซึ่งเป็นคุณลักษณะด้านจิตใจที่มองไม่เห็นหรือเป็นนามธรรม เป็นการวัดทางอ้อมจากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของมนุษย์เกี่ยวข้องกับความรู้สึก อารมณ์ และจิตใจของมนุษย์ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดคะแนนได้ง่าย ซึ่งการให้คะแนนจิตพิสัยแก่ผู้เรียนในห้องเรียน หรือนอกระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์อาจเกิดจากการมาสายหรือการตรงต่อเวลา การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนและผู้สอน การแสดงความคิดเห็นและการตั้งคำถาม ความกระตือรือร้นในการเรียน การทำงานเสร็จทันเวลาที่กำหนด หรือการศึกษานอกเวลา เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาโมดูลสำหรับโปรแกรมมูเดิลในการนำบันทึกการใช้งานของผู้เรียนในระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์มูเดิลมาวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนสำหรับการให้คะแนนจิตพิสัยแก่ผู้เรียน

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

MOODLE

Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (MOODLE) (2) เป็นซอฟต์แวร์เสรี (Open source software) ที่ใช้สำหรับเป็นระบบจัดการเนื้อหา (Course Management System; CMS) หรือจะเรียกว่าระบบจัดการการเรียนรู้อัจฉริยะ (LMS) ซึ่งเป็นระบบที่ช่วยในการจัดการเรียน

การสอน จากข้อมูลในเว็บไซต์ MOODLE (2) กล่าวไว้ว่า ปัจจุบันมีผู้ใช้งานเฉพาะที่ลงทะเบียนไว้กว่า 49,654 เว็บไซต์ จาก 213 ประเทศทั่วโลก นอกจากนี้ยังมีเว็บไซต์ที่ไม่ได้ลงทะเบียนอีกเป็นจำนวนมาก เนื่องจาก MOODLE มีความสามารถต่างๆ มากมายที่จำเป็นในการสร้างระบบ LMS นอกจากนี้ยังมีขั้นตอนการติดตั้งและการใช้งานง่าย และไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการใช้งานอีกด้วย

MOODLE มีการกำหนดบทบาทของผู้ใช้งานไว้หลายระดับ ระดับที่สำคัญคือ

1. ผู้ดูแลระบบ (Administrator) ซึ่งมีสิทธิ์สูงสุดในระบบ สามารถกำหนดค่าต่างๆ ในระบบและสามารถเพิ่มผู้เรียน ผู้สอน และอื่นๆ ได้
2. ผู้สอน (Teacher) เป็นผู้ที่รับผิดชอบในวิชาของตนเอง เช่นการนำเอกสารประกอบการเรียนการสอนเข้าไปในระบบ การกำหนดการบ้าน การตรวจการบ้าน การให้คะแนน และสามารถกำหนดค่าอื่นๆ ในรายวิชาที่เป็นผู้สอนได้
3. ผู้เรียน (Student) สามารถเข้าไปศึกษาเนื้อหาที่อาจารย์นำเข้าไปไว้ในรายวิชา ทำแบบฝึกหัด และอื่นๆ ตามที่ผู้สอนกำหนด

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y) หรือตัวแปรเกณฑ์ (Criterion Variable) จำนวน 1 ตัว กับตัวแปรอิสระ (X) หรือตัวแปรพยากรณ์ หรือตัวแปรทำนาย (Predictor Variable) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป (3, 4) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ในกลุ่มตัวแปรอิสระหลายๆ ตัวนั้น ตัวใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ตัวใดมีความสัมพันธ์สูง ตัวใดมีความสัมพันธ์ต่ำ หรือไม่

มีความสัมพันธ์ เพื่อที่จะสามารถคาดการณ์ได้ว่าตัวแปรอิสระตัวใดมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามมากที่สุด เช่น ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักทารกแรกเกิด กับอายุ น้ำหนัก และส่วนสูงของมารดา เป็นต้น

โดยวิธีการของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเป็นเทคนิคทางสถิติที่อาศัยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรที่นำมาใช้ในการทำนาย ทำให้เมื่อทราบค่าตัวแปรหนึ่งก็สามารถทำนายอีกตัวแปรหนึ่งได้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปของสมการทำนาย ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณนั้นสิ่งที่ต้องการหาที่สำคัญ คือ สัมประสิทธิ์สัมพันธ์พหุคูณ สมการในรูปคะแนนดิบ หรือสมการในรูปคะแนนมาตรฐาน หรือทั้งคู่ และความคลาดเคลื่อนในมาตรฐานพยากรณ์ โดยมีสมการในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ดังนี้ (4)

สมการพยากรณ์ในรูปของคะแนนดิบ

ตั้งสมการที่ 1

$$Y' = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (1)$$

เมื่อ

Y' แทน คะแนนพยากรณ์ของตัวแปรตาม

a แทน ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบ

b_1, b_2, \dots, b_n แทน น้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรพยากรณ์ ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n ตามลำดับ

X_1, X_2, \dots, X_n แทน คะแนนของตัวแปรพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n

n แทน จำนวนตัวแปรพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ)

สมการพยากรณ์ในรูปของคะแนนมาตรฐาน

ตั้งสมการที่ 2

$$Z'y = B_1Z_1 + B_2Z_2 + \dots + B_nZ_n \quad (2)$$

เมื่อ

$Z'y$ แทน คะแนนพยากรณ์ในรูปของคะแนนมาตรฐานของตัวแปรตาม

B_1, B_2, B_n แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปของคะแนนมาตรฐานของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n ตามลำดับ

Z_1, Z_2, Z_n แทน คะแนนมาตรฐานของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n ตามลำดับ

n แทน จำนวนตัวพยากรณ์

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ เป็นการศึกษาค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระหลายๆ ตัวกับตัวแปรตาม ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองสมการพยากรณ์ จะพิจารณาจากการมีตัวแปรอยู่ในระบบสมการ ซึ่งเรียกว่า การนำตัวแปรเข้าระบบสมการ ที่นิยมมีด้วยกัน 4 วิธี คือ (5, 6)

All Enter ถือว่าตัวแปรอิสระทุกตัวมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม จึงนำตัวแปรอิสระทุกตัวเข้าระบบสมการพร้อมๆ กันในที่เดียว

Forward กำหนดให้เริ่มต้นสร้างสมการยังไม่มีตัวแปรใดอยู่ในระบบสมการ จากนั้นให้เริ่มทำการสร้างระบบสมการโดยนำตัวแปรอิสระที่มีขนาดของอิทธิพลสูงสุด (โดยพิจารณาจากค่า Partial F ไม่ได้ดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์) เข้าไปสร้างสมการกับตัวแปรตามก่อน จากนั้นจึงนำตัวแปรอิสระที่เหลือที่มีขนาดของอิทธิพลรองลงไปเข้าที่ละตัว และจะหยุดการนำตัวแปรอิสระเข้าระบบสมการหากพบว่าตัวแปรนั้นมีขนาดของอิทธิพลน้อย (ไม่มีนัยสำคัญ) หรือไม่มีอิทธิพลเลย

Backward กำหนดให้เมื่อเริ่มสร้างสมการมีตัวแปรอิสระทุกตัวอยู่ครบในระบบสมการ จากนั้นให้ทำการดึงตัวแปรอิสระที่มีขนาดของอิทธิพลน้อยที่สุด (ไม่มีนัยสำคัญ) ออกจากสมการที่ละตัว (โดยพิจารณาจากค่า Partial F) จนกระทั่งเหลือตัวแปรในระบบสมการเฉพาะที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

Stepwise เป็นวิธีการที่นำตัวแปรอิสระเข้าสมการที่ละตัวเช่นเดียวกับ Forward และเมื่อตัวแปรนั้นเข้าไปอยู่ในระบบสมการแล้ว จะทำการตรวจสอบ

ย้อนกลับโดยวิธี Backward อีกทีหนึ่ง ในทุกครั้งที่มีการนำตัวแปรอิสระเข้าสมการ

อัลกอริธึม K-means

K-means เป็นอัลกอริธึมวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลให้ได้ตามจำนวน K กลุ่ม มีขั้นตอนการทำงาน คือ

- (1) กำหนดจำนวนกลุ่มที่ต้องการ (K)
- (2) สุ่มข้อมูลตามจำนวน K เพื่อเป็นกึ่งกลาง (Centroids) ของแต่ละกลุ่ม เช่นจุดกึ่งกลางของกลุ่ม C คือ (C) ตามจำนวน (K)
- (3) หาค่าระยะห่างระหว่างข้อมูล (Euclidean distance) โดยค่าที่มีระยะห่างน้อยที่สุดจะใช้ในการแบ่งกลุ่มข้อมูล โดยให้ ESSZ (Error Sum Square) เท่ากับระยะห่างกำลังสองของแต่ละหน่วยไปยังจุดกลางกลุ่ม

$$ESS = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_{C_0}) (x_i - \bar{x}_{C_0}) \quad (3)$$

เมื่อ

$C(i)$ คือ กลุ่มของหน่วยที่ i

ESS = ผลบวกของระยะห่างจากแต่ละหน่วยในกลุ่มไปยังจุดกลางกลุ่มรวมทุกกลุ่ม กลุ่มใดที่มีค่า ESS ต่ำ แสดงว่าหน่วยที่อยู่ในกลุ่มนั้นมีความคล้ายคลึงกัน

- (4) คำนวณหาค่ากึ่งกลางใหม่ของแต่ละกลุ่ม โดยเฉลี่ยจากข้อมูลที่อยู่ในกลุ่ม
- (5) ทำการคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างข้อมูลจากค่ากึ่งกลางใหม่ เป็นการคำนวณเพื่อกำหนดกลุ่มให้กับข้อมูล โดยจะกลับไปทำขั้นตอนที่ (2)-(4) ซ้ำไปเรื่อยๆ จนได้ค่ากึ่งกลางของกลุ่มที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และข้อมูลไม่มีการเปลี่ยนกลุ่ม

ข้อดีของอัลกอริธึม คือ K-means มีประสิทธิภาพการประมวลผล เท่ากับ $O(nk)$ เมื่อ n คือจำนวนข้อมูล k คือกลุ่มข้อมูล และ n คือจำนวนรอบที่ต้องวนซ้ำ

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกอัลกอริธึม K-means ในการจัดกลุ่มพฤติกรรมของผู้เรียน เนื่องจากอัลกอริธึม

มีข้อดีคือมีความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 200 ขึ้นไปการจัดกลุ่มของอัลกอริธึม K-means มีความรวดเร็วสามารถแยกกลุ่มของข้อมูลที่มีลักษณะแตกต่างกันได้ชัดเจนสามารถกำหนดกลุ่มที่ต้องการ (K) หรือใช้วิธีการสุ่มได้

การประเมินด้านจิตพิสัย

จิตพิสัย (7) เป็นคุณลักษณะของแต่ละบุคคล ซึ่งเกี่ยวข้องกับอารมณ์ความรู้สึกและจิตใจ ได้แก่ ความสนใจ เจตคติ ค่านิยม จริยธรรม และบุคลิกภาพ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สังเกตได้ยาก ดังนั้น การวัดจิตพิสัยให้ใกล้เคียงกับคุณลักษณะภายในของบุคคลมากที่สุดจึงต้องอาศัยข้อมูลอ้างอิงหลายๆ ด้านมาประกอบกันร่วมกับเกณฑ์ที่ชัดเจนและเชื่อถือได้ ซึ่งการประเมินด้านจิตพิสัย สามารถทำได้หลายวิธี วิธีที่ได้รับความนิยม คือ การสัมภาษณ์ การสังเกต การประมาณค่า ต้องการวัดว่าผู้เรียนคนหนึ่งมีความสนใจต่อการเรียนวิชามากน้อยเพียงใด อาจสังเกตการณ์กระทำของผู้เรียนในเรื่องต่างๆ ดังนี้ (7)

- (1) การเข้าเรียน
- (2) การถาม-ตอบในห้องเรียน
- (3) การทำการบ้าน / ส่งงาน
- (4) อ่านหนังสือเกี่ยวกับรายวิชา
- (5) เข้าร่วมกิจกรรมของรายวิชา
- (6) ชอบสังเกตและทดลอง

ดังนั้นเกณฑ์การวัดจิตพิสัยจึงเป็นปัจจัยบ่งชี้ว่าผู้เรียนจะสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนแต่ละวิชาได้หรือไม่ หรือมีความเสี่ยงต่อการไม่ผ่านในรายวิชานั้นๆ หรือไม่

ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเกณฑ์การวัดค่าจิตพิสัยดังกล่าวข้างต้นมาใช้เป็นตัวแปรในการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนในงานวิจัยนี้ว่ามีผู้เรียนควรได้คะแนนจิตพิสัยเท่าใด โดยใช้เกณฑ์คือ การเข้าเรียน การส่งการบ้าน การถาม-ตอบในกระดานสนทนา การดาวน์โหลดเอกสารประกอบการสอน เพื่อจัดกลุ่ม

เรียนตามพฤติกรรมการใช้งานระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบการประเมินผล E-learning โดยใช้วิธีการทำเหมืองข้อมูล (8) ได้ทำการวิจัยพฤติกรรมของผู้เรียนจากบันทึกการใช้งานโปรแกรม Moodle โดยจัดกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่ม A ใช้ระบบ E-learning มากที่สุด กลุ่ม B คือใช้ระบบ E-learning มาก กลุ่ม C คือใช้ระบบ E-learning ปานกลางและกลุ่ม D คือใช้ระบบ E-learning น้อยที่สุด เพื่อใช้ในการปรับปรุงระบบ E-Learning และจัดบทเรียนในรายวิชาของระบบ E-learning ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นจากงานวิจัยดังกล่าวสามารถทราบได้ว่าสาขาวิชาใดเข้าใช้ระบบ E-learning มากน้อย แต่ไม่สามารถทราบได้ว่านิสิตคนใดอยู่ในกลุ่มใด ทำให้ไม่สามารถติดตามพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนในแต่ละคนได้

Wang และ Newlin (9) ได้เสนอว่าข้อมูลกิจกรรมของผู้เรียนในระบบ E-learning สามารถที่จะใช้ในการทำนายผลการเรียนของนิสิตได้ นอกจากนี้ต่อมา Monk (10) ได้ทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์บันทึกการใช้งานระบบ E-learning เพื่อหาโอกาสในการสำเร็จการศึกษาของผู้เรียน โดยใช้ Blackboard (11) เป็นระบบ E-learning ซึ่งโปรแกรม MOODLE ยังไม่มีโมดูลนี้

สมนึก พ่วงพรพิทักษ์ และคณะ (12) ได้พัฒนาโมดูลเพิ่มเติมใน MOODLE เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียน โดยนำบันทึกการใช้งานของโปรแกรม MOODLE มาวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียน แต่ตัวแปรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนนั้นไม่มีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร ทำให้การจัดกลุ่มของผู้เรียนอาจมีความลำเอียงและการจัดกลุ่มมีความผิดพลาดได้

จิรัฏฐา ภูบุญอบ และคณะ (13) ได้พัฒนาโมดูลเพิ่มเติมในการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนที่มีความเสี่ยง โดยนำตัวแปร จำนวน 5 ตัวแปรจากบันทึกการใช้งานของ Moodle มาใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรม โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มปกติ กลุ่มเฝ้าระวัง กลุ่มเสี่ยง เพื่อให้ผู้สอนสามารถทราบพฤติกรรมของผู้เรียนและช่วยเหลือผู้เรียนที่มีพฤติกรรมเสี่ยงได้ทันเวลา

Petropoulou และคณะ (14) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการเรียน (Learning Analytics) โดยเน้นที่ การประเมินศักยภาพจากกิจกรรมที่ร่วมกัน (Collaboration Activities) ทั้งในระบบ E-learning และนอกระบบ โดยมีการใช้ เกณฑ์การประเมินที่เรียกว่า scoring rubric ที่ซับซ้อน โดยในส่วนของ E-learning งานวิจัยนี้ได้ implement MOODLE module ชื่อว่า Learning Analytics Enriched Rubric เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้

เมื่อเทียบกับ Petropoulou และคณะ งานวิจัยนี้ ไม่ได้เน้น ที่การพัฒนาโมดูล เพื่อการประเมินผลการเรียนที่มีความซับซ้อน และอาจทำให้ end user ใช้งานได้ยาก แต่งานวิจัยนี้ เน้นเฉพาะการหาคะแนนจิตพิสัยที่อาศัยอ้างอิงเฉพาะจาก log ของ E-learning เป็นหลัก โดยการนำไปใช้ ผู้สอนอาจพิจารณาให้คะแนนจิตพิสัยในส่วนอื่นนอกระบบ E-learning ต่างหากร่วมกับระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ได้

การออกแบบโมดูล

การเลือกตัวแปรที่นำมาใช้ในการจัดกลุ่มผู้เรียน งานพัฒนางานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Moodle 1.9.9 ซึ่งมีการเก็บบันทึกการใช้งานดังรูปที่ 1 ที่แสดงบันทึกการใช้งานของผู้ใช้ โดยข้อมูลที่แสดงคือ Time, IP Address, Full name, Action และ Information

เวลา	หมายเลขผู้ใช้	ชื่อผู้	กิจกรรม	ข้อมูล
พ.ศ. 2555-02-27 02:55 PM	10.35.9.28	(TA) TA of A. Somruk	course report log	Computer & Network Security
พ.ศ. 2555-02-27 02:55 PM	10.35.9.28	(TA) TA of A. Somruk	course view	Computer & Network Security
พ.ศ. 2555-02-27 02:46 PM	10.34.40.40	Dr. Somruk Puangprongtag	course view	Computer & Network Security
พ.ศ. 2555-02-27 02:46 PM	10.34.40.40	Dr. Somruk Puangprongtag	resource add	IBM Sequoia - The Fastest Computer since 10 June 2012
พ.ศ. 2555-02-27 02:46 PM	10.34.40.40	Dr. Somruk Puangprongtag	course add mod	resource 028
พ.ศ. 2555-02-27 02:43 PM	10.34.1.10	นางสาวกสิกร ตรีรัตน์	resource view	โปรแกรมรับ OTP
พ.ศ. 2555-02-27 02:43 PM	10.34.1.10	นางสาวกสิกร ตรีรัตน์	course view	Computer & Network Security
พ.ศ. 2555-02-27 02:43 PM	10.34.1.10	นางสาวกสิกร ตรีรัตน์	forum view forums	
พ.ศ. 2555-02-27 02:43 PM	10.34.1.10	นางสาวกสิกร ตรีรัตน์	forum view forum	Subject Webboard
พ.ศ. 2555-02-27 02:43 PM	10.34.1.10	นางสาวกสิกร ตรีรัตน์	course view	Computer & Network Security
พ.ศ. 2555-02-27 02:42 PM	10.34.40.40	Dr. Somruk Puangprongtag	course view	Computer & Network Security
พ.ศ. 2555-02-27 02:42 PM	10.34.40.40	Dr. Somruk Puangprongtag	resource add	โปรแกรมรับ OTP
พ.ศ. 2555-02-27 02:42 PM	10.34.40.40	Dr. Somruk Puangprongtag	course add mod	resource 027
พ.ศ. 2555-02-27 02:41 PM	10.34.40.40	Dr. Somruk Puangprongtag	course view	Computer & Network Security
พ.ศ. 2555-02-27 02:41 PM	10.34.40.40	Dr. Somruk Puangprongtag	course editsection	6
พ.ศ. 2555-02-27 02:40 PM	10.34.40.40	Dr. Somruk Puangprongtag	course view	Computer & Network Security

Figure1 MOODLE Usage Log

งานวิจัยนี้พัฒนาโมดูลสำหรับดูแลด้วยภาษา PHP พบว่าข้อมูลบันทึกการใช้งานที่แสดงในระบบของ MOODLE สามารถบอกถึงพฤติกรรมการใช้งานของผู้เรียนได้ดีและละเอียดกว่าการดูพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนในห้องเรียนทั่วไป เนื่องจากการเรียนการสอนในห้องเรียนทั่วไปผู้สอนอาจจะดูแลผู้เรียนได้ไม่ทั่วถึง ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาด้านการเรียนที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ทันเวลา

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกตัวแปรเพื่อนำมาใช้วิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียน ทั้งหมด 6 ตัวแปรจากทฤษฎีการประเมินด้านจิตพิสัย (7) คือ

(1) จำนวนครั้งการล็อกอินเข้าใช้งานระบบ

สามารถบอกพฤติกรรมของผู้เรียนว่ามีความสม่ำเสมอในการเข้า รายวิชาอย่างน้อยเพียงใด โดยนับสัปดาห์ละ 1 ครั้งเท่านั้น (หากมีการ login มากกว่า 1 ครั้ง ใน 1 สัปดาห์ไม่นับ เนื่องจากต้องการดูพฤติกรรมการเข้าเรียนที่สม่ำเสมอ ไม่ได้ต้องการดูการเข้าใช้บ่อยแค่ไหน)

(2) จำนวนครั้งการอ่านกระทู้ สามารถบอกพฤติกรรมของผู้เรียนว่ามีความใส่ใจในข่าวสารประกาศต่างๆ ในการเรียนอย่างน้อยเพียงใด

(3) จำนวนครั้งการตอบและเขียนกระทู้ สามารถบอกพฤติกรรมของผู้เรียนว่ามีความกระตือรือร้นและการมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างน้อยเพียงใด

(4) จำนวนครั้งการดาวน์โหลดเอกสาร สามารถบอกพฤติกรรมของผู้เรียนว่ามีความแสวงหาข้อมูลอย่างน้อยเพียงใด โดยนับการดาวน์โหลดเอกสารละ 1 ครั้ง เท่านั้น (ไม่นับครั้งการดาวน์โหลดเอกสารเดิมซ้ำ)

(5) จำนวนครั้งการส่งการบ้านทั้งหมด สามารถบอกพฤติกรรมของผู้เรียนได้ว่า เป็นผู้ที่มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย เพียงใด

(6) จำนวนครั้งการส่งการบ้านทันเวลาที่กำหนด สามารถบอกพฤติกรรมของผู้เรียนว่า มีความรับผิดชอบ ความตรงต่อเวลา และมีวินัยอย่างน้อยเพียงใด

การวิเคราะห์การถดถอยของตัวแปร

การจัดกลุ่มพฤติกรรมของผู้เรียนในงานวิจัยนี้ได้มีการวิเคราะห์การถดถอย ของตัวแปรด้วยโปรแกรม Weka โดยเลือกการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรแบบ Multiple Regression Analysis เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มากกว่า 2 ตัวแปร ซึ่งผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรพบว่า ตัวแปรจำนวนครั้งการส่งการบ้านทันเวลาที่กำหนดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรจำนวนครั้งการส่งการบ้านทั้งหมดในรายวิชา ในระดับ 0.9212 หรือประมาณ 92% ซึ่งตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันดังสมการ

$$\text{Submit Ontime} = 0.0091 * \text{Resource} + 0.9179 * \text{Submitted} + (-0.2505)$$

เมื่อ

Submit Ontime คือจำนวนครั้งการส่งการบ้านทันเวลาในรายวิชา

Submitted คือจำนวนครั้งการส่งการบ้านทั้งหมดในรายวิชา

Resource คือจำนวนครั้งการดาวน์โหลดเอกสาร ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ตัดตัวแปรจำนวนครั้งการส่งการบ้านทันเวลาในรายวิชาออก เพื่อไม่ให้ตัว

แปรดังกล่าวไปทำให้การจัดกลุ่มพฤติกรรมของผู้เรียนเกิดความลำเอียง และไม่มีความจำเป็นในการนำไปใช้อัลกอริทึมในการจัดกลุ่มได้ เนื่องจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของทั้งสองตัวแปรพบว่ามีค่าเกือบจะเป็นตัวแปรเดียวกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงมีตัวแปรที่จะใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนเพียง 5 ตัวแปร คือ จำนวนครั้งการล็อกอินเข้าใช้งานระบบ จำนวนครั้งการอ่านกระดานถาม-ตอบในรายวิชา จำนวนครั้งเขียนข้อความกระดานถาม-ตอบในรายวิชา จำนวนครั้งการดาวน์โหลดเอกสาร จำนวนครั้งการส่งการบ้านทั้งหมดในรายวิชา

การจัดกลุ่มโดยใช้ K-means Algorithm

งานวิจัยนี้ใช้อัลกอริทึม K-means เพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 5 กลุ่ม (K=5) คือ กลุ่มที่ควรได้คะแนนมากที่สุด (5 คะแนน) มาก (4 คะแนน) ปานกลาง (3 คะแนน) น้อย (2 คะแนน) และน้อยที่สุด (1 คะแนน) โดยพิจารณาข้อมูลพฤติกรรมของผู้เรียน จาก 5 ตัวแปรที่ดึงมาจาก Log ของ MOODLE และผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์การถดถอยของตัวแปรดังที่ได้กล่าวไปแล้ว โดยการจัดกลุ่ม มีวิธีการทำดังนี้

1. สุ่มข้อมูลบันทึกการใช้งานของผู้ใช้ 5 แถว เพื่อเป็นจุดกึ่งกลางเริ่มต้น (Initial Centroids) ของกลุ่มจำนวน 5 กลุ่ม

2. ผ่านขั้นตอนการจัดกลุ่มด้วย K-means Algorithm จนข้อมูลไม่มีการเปลี่ยนกลุ่ม

3. คำนวณหาค่า Sum Squared Errors (SSE) ของผลการจัดกลุ่มที่ และเก็บผลการจัดกลุ่ม และค่า SSE ที่ได้ไว้

4. สุ่มข้อมูล 5 Records ใหม่ เพื่อเป็น Initial Centroids ใหม่ และดำเนินการตาม ข้อ (2) และ (3) อีกครั้ง

5. ทำการเปรียบเทียบค่า SSE ของรอบแรก และรอบหลัง หากค่า SSE ได้มีค่าน้อยกว่า ให้เก็บผลการจัดกลุ่ม และ ค่า SSE นั้นไว้ (กรณี SSE ของสอง

รอบเท่ากัน จะเลือกใช้ ผลการจัดกลุ่มและ SSE ของรอบแรก)

6. กลับไปทำซ้ำข้อ (4) จนกว่าจะสุ่ม Initial Centroids ครบ 30 ครั้ง

7. จากนั้นจะได้ ผลการจัดกลุ่มที่ดีที่สุด (มีค่า SSE ต่ำที่สุด) จากการสุ่ม Initial Centroids 30 ครั้ง ซึ่งจะใช้เป็นผลลัพธ์เพื่อสรุปการแบ่งกลุ่มพฤติกรรมของผู้เรียน

การใช้เทคนิค Clustering เพื่อแบ่งกลุ่ม ตามจำนวนกลุ่มที่ผู้สอนต้องการ แล้วให้อาจารย์กำหนดคะแนนจิตพิสัยให้แก่ละกลุ่มนั้น ส่งผลดีกว่าการให้คะแนนตามจำนวนกิจกรรม ต่างๆ เช่น การส่งการบ้าน การเข้าร่วมกิจกรรมในกระดานสนทนา การดาวน์โหลดเอกสารประกอบการสอน เป็นต้น เพราะอาจมีบางกิจกรรมที่มีบางผู้เรียนเข้ามาทำมากกว่าปกติ เมื่อเทียบกับผู้เรียนอื่นๆ ก็จะทำให้คะแนนถูกพิจารณาต่างกันจนเกินไป การจัดกลุ่มโดย K-means ช่วยให้เห็นภาพรวมจากตัวแปรหลายๆ ตัวและตัดความแตกต่างของค่าตัวแปรที่มีค่ามากเกินไปในบางตัวแปรได้

การพัฒนาและทดสอบโมดูล

ทีมผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาและทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เป็นระบบ E-learning ของหลักสูตรระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยโมดูลที่พัฒนาขึ้น ใช้งานผู้เรียนในปีการศึกษา 2/2555 จำนวน 5 รายวิชา แต่ละวิชามีนิสิตประมาณ 40-100 คน

จาก Figure 2 โมดูลที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงคะแนนจิตพิสัย และรายละเอียดของแต่ละค่าตัวแปรของผู้เรียนได้ การทดสอบจากการสัมภาษณ์และตอบแบบสอบถามของผู้สอนในรายวิชา พบว่าคะแนนจิตพิสัยที่ได้จากโปรแกรมมีความสอดคล้องกับความเห็นของผู้สอนที่พิจารณาจากคะแนนจิตพิสัยนอกระบบ

E-Learning และผู้ที่มีความพึงพอใจในระบบที่พัฒนาขึ้นในระดับ 4.7 จาก 5 ระดับ

ข้อสังเกตในการใช้งานโมดูลที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ คือในรายวิชาที่มีการจัดการเรียนการสอนทั้งในระบบห้องเรียนปกติ และการใช้ระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์นั้น ควรมีการให้คะแนนจิตพิสัยแก่ผู้เรียนทั้งจาก 2 ระบบ และในการจัดกลุ่มพฤติกรรมของผู้เรียนออกเป็น 5 กลุ่มนี้ ผู้สอนสามารถกำหนดคะแนนจิตพิสัยให้แก่ผู้เรียนได้ตามความเหมาะสม

User ID	การเข้าระบบ	การโพสกระทู้	การอ่านกระทู้	การดาวน์โหลดเอกสาร	การส่งการบ้านทันเวลา	การส่งการบ้านทั้งหมด	คะแนน
184	72	4	93	16	2	3	
185	188	2	165	33	4	4	
187	73	4	117	31	2	3	
190	112	10	131	37	4	4	
191	99	9	110	4	2	3	
194	53	0	92	12	3	3	
196	63	0	70	12	3	3	
203	74	3	87	19	3	3	
215	118	6	134	22	3	3	
220	83	5	99	38	2	2	
223	57	6	92	46	2	2	
225	78	4	74	25	3	3	
231	132	3	130	34	3	3	
236	77	7	134	42	3	3	
237	97	0	34	67	2	3	
97	1	0	0	4	0	0	
179	31	2	14	18	3	3	
180	26	0	38	8	2	3	
181	19	0	12	36	3	3	
182	31	1	28	3	4	4	
183	30	3	39	7	3	3	
186	31	0	2	41	2	2	
189	46	2	28	44	3	3	
193	27	0	57	3	2	3	
199	23	0	22	14	2	3	
204	30	0	7	26	2	2	
207	42	0	32	9	2	3	
213	42	2	21	7	1	1	
214	28	1	26	16	0	0	
218	52	2	37	38	1	1	
232	43	2	56	43	3	3	
234	35	0	1	39	5	5	
247	28	0	34	8	0	2	
250	25	0	48	56	0	0	
198	15	0	2	7	1	1	
221	38	1	9	3	0	0	
224	22	0	20	3	3	3	
226	12	0	0	11	5	5	
227	6	0	0	3	3	3	
233	26	0	13	8	4	4	
235	10	0	0	7	2	3	
239	11	0	0	5	2	3	
240	12	0	0	12	3	3	
241	17	0	0	2	3	4	
242	19	1	14	16	2	3	
243	11	0	0	10	2	3	
245	14	0	0	13	3	3	
248	7	0	0	24	0	0	
219	3	0	0	2	0	0	
228	13	0	1	5	3	3	
229	1	0	0	0	1	1	
238	0	0	0	0	0	0	
249	2	0	0	0	0	0	
70	0	0	0	0	0	0	

Figure 2 Details of the learners in each cluster

บทสรุป

การเรียนการสอนในปัจจุบันไม่ได้จัดการเรียนในห้องเรียนเพียงแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ได้มีการนำระบบการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เพื่อสนับสนุนผู้เรียนและผู้สอนให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้สะดวกขึ้น

การวัดผลการศึกษาในเรียนการสอนในแต่ละรายวิชาจะมีการกำหนดคะแนนส่วนหนึ่งให้แก่ผู้เรียนคือคะแนนจิตพิสัย ซึ่งเป็นคะแนนที่เป็นการวัดทางอ้อมจากพฤติกรรมของผู้เรียน ซึ่งการให้คะแนนจิตพิสัยแก่ผู้เรียนในรายวิชาที่มีการนำระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์เข้ามาช่วยด้วยนั้น ผู้สอนโดยส่วนมากจะพิจารณาจากพฤติกรรมในห้องเรียนของผู้เรียนเพียงอย่างเดียวเท่านั้น โดยไม่มีการพิจารณาคะแนนจิตพิสัยจากการใช้งานระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เนื่องจากไม่สามารถทราบพฤติกรรมของผู้เรียนจากระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ได้

งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบและพัฒนาโมดูลเสริมเข้าไปในโปรแกรม MOODLE ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการระบบ E-learning เพื่อนำบันทึกการใช้งานของผู้เรียนที่มีอยู่ในโปรแกรม MOODLE มาวิเคราะห์หาตัวแปรที่มีความสำคัญในการบอกพฤติกรรมของผู้เรียนในระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถเลือกมาได้ 6 ตัวแปร จากนั้นจึงวิเคราะห์การถดถอยของทั้ง 6 ตัวแปร ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย Multiple Regression Analysis พบว่าตัวแปรที่เลือกมาคือ จำนวนครั้งการส่งการบ้านทั้งหมด และ จำนวนครั้งการส่งการบ้านทันเวลาที่กำหนด มีความสัมพันธ์กัน จึงตัดตัวแปรตาม คือ จำนวนครั้งการส่งการบ้านทันเวลาที่กำหนดนอกจากนั้นจึงนำมาเข้าสู่ขั้นตอน

การจัดกลุ่มเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ด้วย อัลกอริทึม K-means

จากโมดูลที่พัฒนาขึ้นผลของการจัดกลุ่ม พฤติกรรมของผู้เรียน ช่วยให้ผู้สอนสามารถพิจารณา คะแนนจิตพิสัยแก่ผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้นอย่างเหมาะสมและ ผู้สอนสามารถติดตามพฤติกรรมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลของการจัดกลุ่มโดยโมดูลที่ พัฒนาขึ้น และการพิจารณาพฤติกรรมของผู้เรียนใน ห้องเรียนของผู้สอนเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก งบประมาณคณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัย มหาสารคาม ประจำปีงบประมาณ 2557

เอกสารอ้างอิง

1. สมนึก พ่วงพรพิทักษ์, เดชสิทธิ์ พรธธา. การ ปรับปรุงซอฟต์แวร์ LMS เสรี ให้ดีขึ้นสำหรับการ เรียนการสอนศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัย มหาสารคาม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัย มหาสารคาม, 2553.
2. Moodle Support Team. Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Moodle) December 2010. Available from: <http://moodle.org>.
3. ฉัตรศิริปิยะพิมลสิทธิ์. การวิเคราะห์การถดถอย พหุคูณ มีนาคม 2556. Available from: http://www.bs.ac.th/2548/e_bs/watpon/multiple_regression.pdf.
4. สมประสงค์ เสนารัตน์. การวิเคราะห์การถดถอย พหุคูณ มกราคม 2555. Available from: http://cdn.learners.in.th/assets/media/files/000/231/963/original_MRA_by_R.pdf?1285433856

5. บุญชม ศรีสะอาด. วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม1. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.; 2547.
6. สมบัติ ท้ายเรือคำ. ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับ มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์; 2553.
7. ขวลิต ชูกำแพง. การประเมินด้านจิตพิสัย มิถุนายน 2556. Available from: <http://www.elearning.msu.ac.th/opencourse/0506704/page.html>.
8. สุภัทรา วณู, งามนิจ อัจฉินทร์, นิตยา เกิด ประสพ. ระบบการประเมินผล E=Learning โดยใช้วิธีการทำเหมืองข้อมูลการใช้เว็บ. of The Joint Conference on Computer Science and Software Engineering; Chonburi, Thailand. 17-18 November 2005.
9. Wang Y, Newlin H. Predictors of Performance in the Virtual Classroom: Identifying and Helping At-risk Cyber-Students. The Journal of Higher Education. 2002;29(10):21-5.
10. Monk D. Using Data Mining for e-Learning Decision Making. The Journal of E-learning. 2005;5(1):41-5.
11. Blackboard Teams. Blackboard May 2013 [cited May 2013]. Available from: <http://www.blackboard.com>.
12. สมนึก พ่วงพรพิทักษ์, อุมาพร จันโสภา, จิตลัดดา เนิ่งนิตย์. โมดูลเพิ่มเติมในมูเดิ้ล เพื่อวิเคราะห์ พฤติกรรมการเรียนและตรวจหานักเรียนที่มี พฤติกรรมเสี่ยง. ECTI Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD); Bangkok, Thailand 5-6 May 2011. p. 65-70.

13. จิรัฏฐา ภูบุญอบ, อุมพร จันโสภา, สมนึก พ่วงพรพิทักษ์. การวิเคราะห์บันทึกการใช้งานของระบบอีเลิร์นนิ่งเพื่อค้นหาผู้เรียนที่มีพฤติกรรมเสี่ยง. การประชุมวิชาการทางคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ; สกลนคร ประเทศไทย 24 มกราคม 2556. p. 83-8.
14. O. Petropoulou, M. Vassilikopoulou, S. Retalis "Enriched Assessment Rubrics: a new medium for enabling teachers to easily assess student's performance when participating in complex interactive learning scenarios", *Operational Research*, Volume 11, Issue 2, pp. 171-186. August 2011. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12351-009-0047-5>