

การวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนในการใช้ e-learning ด้วยเทคนิคการทำเหมืองกระบวนการ

Analysis of Students' Behavior in Using E-Learning by Process Mining Techniques

เอนก นามจันทร์¹ ภูริเดช อาภาสัจด์² วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์³ อมรชัย ตันติเมธ⁴ และ นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์⁵

คณะบริหารธุรกิจ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยธนบุรี¹

บัณฑิตวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสยาม^{2,3}

บัณฑิตวิทยาลัย สาขาบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยสยาม⁴

วิทยาลัยนวัตกรรมการเรียนการสอนและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต⁵

E-mail: anake_cc@thonburi-u.ac.th¹

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการใช้ e-learning ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในวงการศึกษา เนื่องจากเกิดความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยี ตลอดจนอุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้าถึงมีราคาถูกลง ทำให้เกิดความเป็นไปได้ในการใช้ e-learning เพื่อสนับสนุนการเรียนในชั้นเรียน หรือเป็นการเรียนรู้เองอย่างเต็มรูปแบบ แต่อย่างไรก็ตามการที่จะใช้ e-learning ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อตัวผู้เรียน ระบบจะต้องได้รับการออกแบบเพื่อสนับสนุนพฤติกรรมของผู้เรียนที่ใช้จริง การเข้าใจถึงพฤติกรรมการใช้งาน e-learning ของผู้เรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น

ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนในการใช้ e-learning ด้วยเทคนิคการทำเหมืองกระบวนการ โดยใช้เทคนิค Fuzzy Miner จากโปรแกรม Disco และ ProM เพื่อสร้างแบบจำลองเส้นทางกระบวนการ และ ความถี่ของเหตุการณ์ ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนของผู้เรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งรูปแบบในการใช้งานระบบ e-learning ของผู้เรียนอย่างแท้จริง การศึกษาได้แบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วยผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาดี (A และ B+)

และผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำ (D และ F) พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่จะเข้าใช้ระบบ e-learning ต่อเมื่ออาจารย์ผู้สอนบังคับเท่านั้น เช่น การทำการทดสอบเก็บคะแนนผ่านระบบ เป็นต้น ส่วนข้อมูลอื่น ๆ ที่มีไว้ให้ในรายวิชาเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน เช่น เอกสารประกอบการสอน และวิดีโอการสอน ผู้เรียนเข้าไปดูน้อยมาก ในประเด็นความสามารถการเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้ระบบ e-learning พบว่าผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ เพียงแต่มีการใช้น้อยรวมทั้งสถานที่ที่ผู้เรียนเข้าเรียนรู้ผ่านระบบ e-learning ส่วนใหญ่ เข้าเรียนรู้จากภายนอกมหาวิทยาลัยสูงถึง 54.13% จากผู้เรียนทั้งหมด 121 คน รวมทั้งช่วงเวลาที่เข้าเรียนรู้ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเวลา 18:00-21:00 น.

Abstract

At present, the use of e-learning becomes an important role in academic area. using e-learning is increasing in academic area. Because of the advanced of technology and

equipment, it made the cost of these equipment cheaper. Therefore, it is possible in using e-learning to support the classroom or event in self-study. However, in order to use e-learning affectively for students, the system must be designed to support the student's behavior in real situations. Thus, the understanding of student's behavior in using e-learning is important and necessary one.

The paper presents the student's behavior analysis in using e-learning by using process mining, Disco and ProM. The objective is to find the pattern of using e-learning from the event log which recorded the real behaviors of students. The study uses the event log generated from Moodle (Learning Management System). The analysis is performed by using process mining tools such as Fuzzy Mining. In this study, students are divided into 2 groups named; high performance students (A and B+) and low performance students (D and F) for comparing behavior of the 2 groups. The results show that most of students used e-learning because of the force of the instructor to do a test on the system. While the number of access to the course document and video is very low. The number of access to the system of 121 students from outside the university is greater than that of inside university (54.13%). Most of the access time occurs between 18:00 to 21:00 PM.

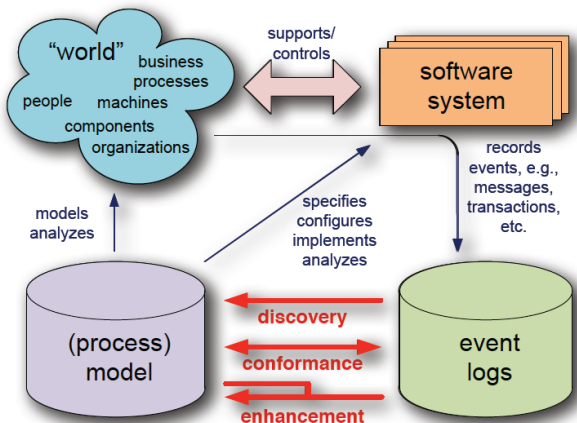
1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศ และระบบอินเทอร์เน็ตได้มีบทบาทอย่างมากมายทั้งในเรื่องของการทำงาน ชีวิตส่วนตัว และการเรียนการศึกษา มีการแข่งขันเพิ่มขึ้นอย่างมากมายทั้งภายในประเทศและระดับนานาชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเศรษฐกิจดิจิทัล ทำให้เทคโนโลยีสารสนเทศมีผลกระทบต่อสังคมและธุรกิจ [1] ในแวดวงการศึกษาที่เช่นเดียวกัน e-learning ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมาก อันเนื่องมาจากเกิดความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยี ตลอดจนอุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้าถึงก็มีราคาถูกลง ทำให้เกิดความเป็นไปได้ในการใช้ e-learning เพื่อสนับสนุนการเรียนในชั้นเรียน หรือเป็นการเรียนรู้อย่างเต็มรูปแบบ แต่อย่างไรก็ตามการที่จะใช้ e-learning ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อตัวผู้เรียน ระบบจะต้องได้รับการออกแบบเพื่อสนับสนุนพฤติกรรมของผู้เรียนที่ใช้จริง ดังนั้นการเข้าใจถึงพฤติกรรมการใช้งาน e-learning ของผู้เรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น

ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนในการใช้ e-learning ด้วยเทคนิคการทำเหมืองกระบวนการ เพื่อให้ได้มาซึ่งรูปแบบในการใช้งานระบบ e-learning โดยการค้นหาคุณค่าจากข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในบันทึกเหตุการณ์ ที่ถูกบันทึกไว้ในระบบการจัดการการเรียน (LMS-Moodle) วิเคราะห์พฤติกรรมด้วยวิธีการต่าง ๆ ในการทำเหมืองกระบวนการ เช่น Fuzzy Mining เป็นต้น

2. เหมืองกระบวนการ

เหมืองกระบวนการ (Process mining) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่เน้นไปที่พฤติกรรมที่อยู่ในข้อมูลของบันทึกเหตุการณ์ (Event log) [2] วัตถุประสงค์หลักของการทำเหมืองกระบวนการประกอบด้วย 3 ประการคือ การค้นพบกระบวนการ (process discovery), การตรวจสอบความสอดคล้อง (conformance checking), และการปรับปรุงให้ดีขึ้น (enhancement) ภาพรวมการทำงานของการทำเหมืองกระบวนการได้แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมของการทำเหมืองกระบวนการ [3]

ผลลัพธ์ของการทำเหมืองกระบวนการทำให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ ของข้อมูลเหตุการณ์อย่างลึกซึ้งและครอบคลุมตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการจนจบหรือสิ้นสุดกระบวนการ ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้การทำเหมืองกระบวนการจึงทำให้ได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จากทั้งในวงการของภาคอุตสาหกรรม นักวิจัย นักพัฒนา และยังได้รับการสนับสนุนจาก IEEE Task Force on Process mining [4] ในปี ค.ศ.2009

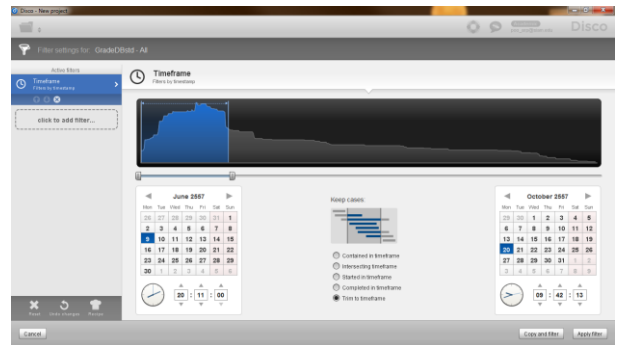
อีกด้วย จึงเป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจและน่าจับตามองอย่างมากในปัจจุบัน

3. เครื่องมือ

ปัจจุบันมีเครื่องมือจำนวนมากที่สนับสนุนการทำเหมืองกระบวนการทั้งในรูปแบบของ open source และเชิงพาณิชย์ ในบทความนี้ใช้เครื่องมือ ProM [7] และ Disco [8]

4. การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยนี้ใช้บันทึกเหตุการณ์จริงของระบบ e-learning วิชาระบบจัดการฐานข้อมูล ที่มีบันทึกเหตุการณ์ทั้งสิ้น 50,287 ครั้ง จากผู้ใช้ทั้งหมด 121 คน และมีการกระทำในกิจกรรมต่าง ๆ 36 กิจกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างวันที่ 9 เดือน มิถุนายน 2557 ถึง วันที่ 14 มิถุนายน 2557 ดังรูปที่ 2 และมีจำนวน IP Address เข้ามาใช้งานทั้งหมด 553 เลขหมาย



รูปที่ 2 คัดกรองช่วงเวลาที่มีการจัดการเรียนการสอนในภาคการศึกษาที่ 1/2557

ข้อมูลที่น่ามาศึกษาในครั้งนี้มีรูปแบบดังที่แสดงในตารางที่ 1

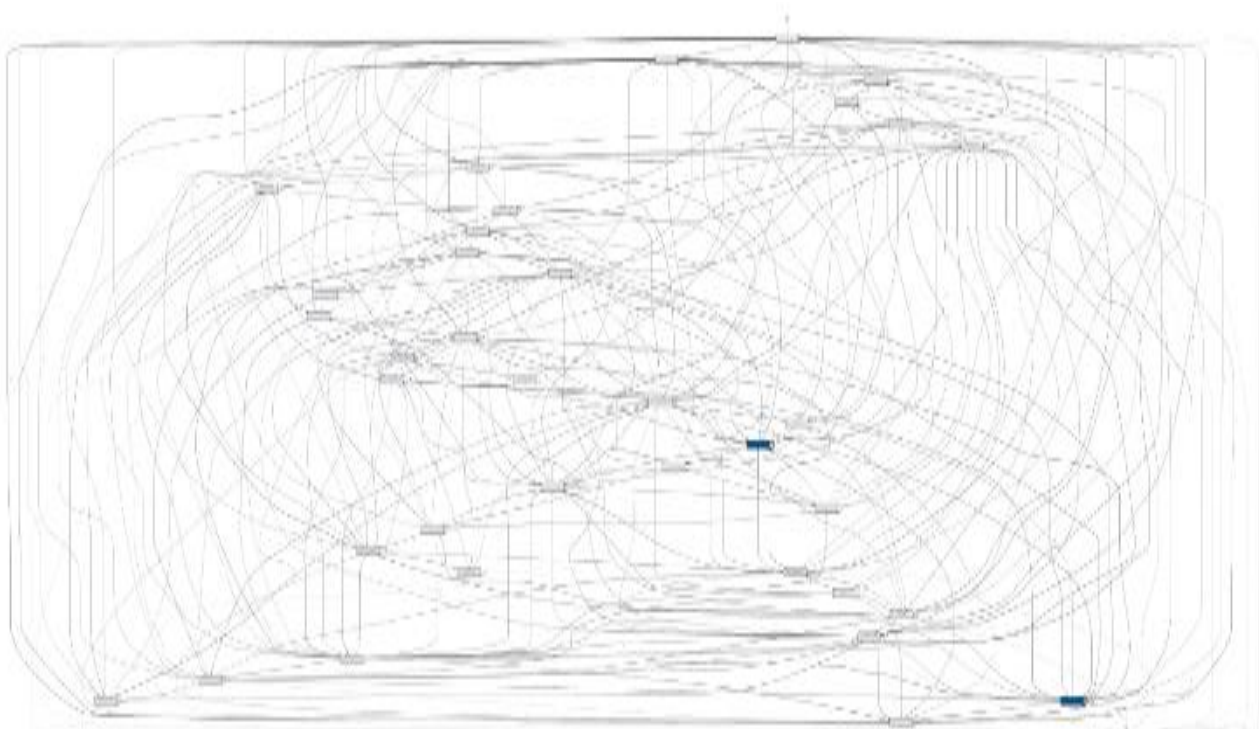
ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ประเภท
Userid	รหัสผู้เรียนที่ใช้ระบบ	<u>Case ID</u>
TimeStamp	วันและเวลาที่มาใช้งานระบบ	<u>Timestamp</u>
Strname	เมนูที่ใช้งาน	<u>Activity</u>
Ip	ไอพีเครื่องที่ผู้เรียนใช้งาน	<u>Other</u>
Timehour	เวลาแบ่งออกเป็นชั่วโมง	<u>Other</u>
Group	กลุ่มของผู้เรียน	<u>Other</u>
Grade	เกรดของผู้เรียน	<u>Other</u>

โดยที่ Case ID คือ การระบุกรณีที่ต้องการศึกษา
 Activity คือ กิจกรรมที่ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรม เช่น ผู้เรียนได้เข้าสู่การเรียนโดยคลิกที่เมนูใดบ้าง
 Other คือ ปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องการกำหนดเป็นเงื่อนไขในการวิเคราะห์ผล

หลังจากจัดเตรียมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลผ่านโปรแกรม Disco และ ProM โดยเริ่มจากกระบวนการกำหนดช่วงเวลาที่ต้องการวิเคราะห์ผลคือ วันที่ 9 เดือน มิถุนายน 2557 ถึง วันที่ 14 มิถุนายน 2557 เพื่อกรองเฉพาะข้อมูลที่ต้องการ ดังรูปที่ 2 และสร้างภาพรวมของกระบวนการที่เกิดขึ้นทั้งหมดในรูปแบบ Spaghetti Model ดังรูปที่

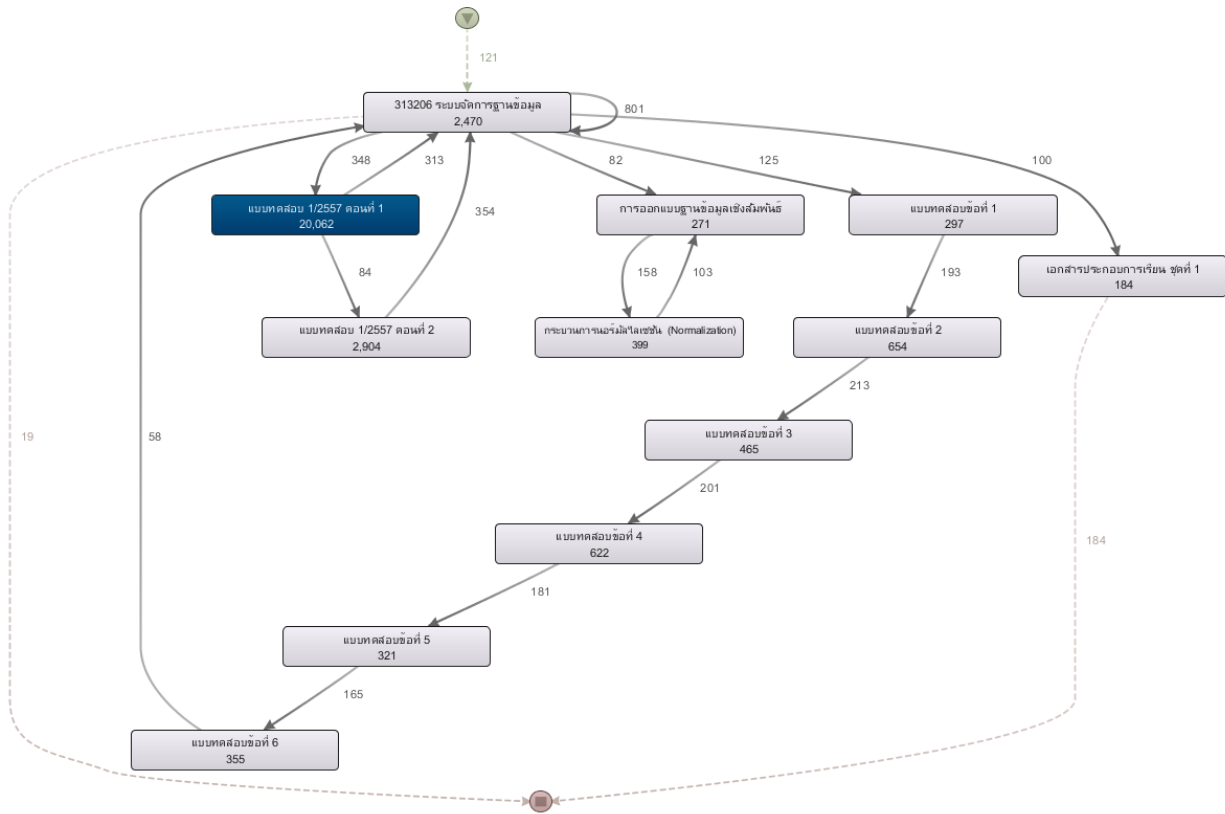
3



รูปที่ 3 ภาพรวมของกระบวนการทั้งหมดในรูปแบบ Spaghetti Model

จากรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่ากระบวนการโดยรวมมีความละเอียด และซับซ้อนจนไม่สามารถวิเคราะห์ผลได้ ดังนั้นจึงใช้เทคนิคของ Fuzzy Miner ลดเส้นทางของ

กระบวนการ โดยให้แสดงเฉพาะกิจกรรมและเส้นทางที่มีนัยสำคัญ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ภาพรวมของกระบวนการทั้งหมดหลังจากใช้ Fuzzy Miner ลดเส้นทางของกระบวนการ

จากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่า จำนวนกิจกรรมที่สำคัญ ที่มีการเข้าถึงบ่อยครั้งลดลงเหลือเพียง 12 กิจกรรม จากที่มีทั้งหมด 36 กิจกรรม ทำให้สามารถเข้าใจถึงพฤติกรรม การเข้าถึงบทเรียนของผู้เรียนได้เด่นชัดมากขึ้น

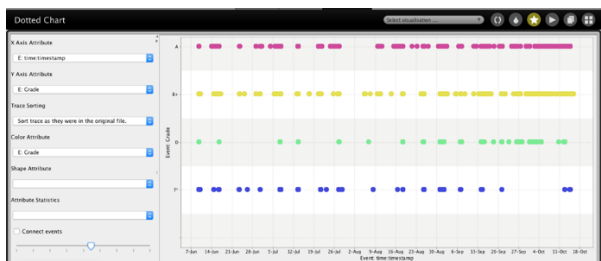
5. การวิเคราะห์ผล

เพื่อให้สามารถวิเคราะห์พฤติกรรม ของผู้เรียนได้เด่นชัดมากขึ้นจึงได้แบ่งผู้เรียนเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาดี (A และ B+) และผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำ (D และ F) เพื่อทำการเปรียบเทียบพฤติกรรม การเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม ดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6

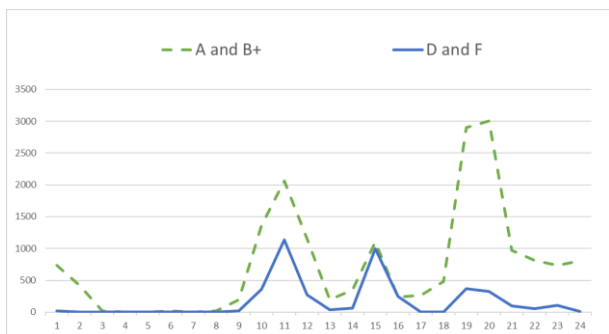
แบบทดสอบ ส่วนกิจกรรมอื่น ๆ อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถเข้าเรียนได้ตามอัธยาศัย

5.2 วิเคราะห์พฤติกรรมการเข้าเรียนโดยภาพรวมของกลุ่มผู้เรียน ตามช่วงเวลาที่ใช้ใช้ด้วย Dotted Chart

พฤติกรรมของผู้เรียน ที่เรียนรู้ผ่านระบบ e-learning โดยศึกษาจากความแตกต่างของการเข้าใช้งานระบบตามช่วงเวลาที่ใช้ใช้งานระบบ ดังแสดงในรูปที่ 7 และรูปที่ 8



รูปที่ 7 ช่วงเวลาที่ผู้เรียนใช้งานระบบแบ่งตามเกรดเกรด



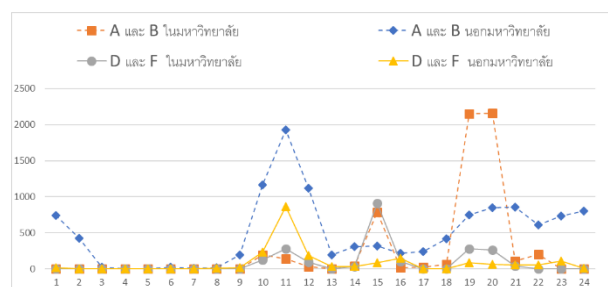
รูปที่ 8 กราฟแสดงช่วงเวลาการใช้ของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาดี และผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำ โดยภาพรวม

รูปที่ 7 และรูปที่ 8 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในเชิงจำนวนความถี่ และเวลาการใช้ระบบของผู้เรียน ที่ได้เกรด A, B+, D และ F โดยใช้ Dotted Chart จากโปรแกรม ProM และกราฟแสดงเปรียบเทียบช่วงเวลาการใช้ระบบของผู้เรียนที่มี

ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาดี (A และ B+) และผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำ (D และ F) จะเห็นได้ว่าผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาดีจะมีจำนวนความถี่การเข้าใช้ระบบสูงกว่า ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำอย่างมีนัยสำคัญ

5.3 การเปรียบเทียบช่วงเวลาการใช้ระบบ โดยแยกการใช้ระบบจากภายใน และภายนอกมหาวิทยาลัย

พฤติกรรมของผู้เรียน ที่เรียนรู้ผ่านระบบทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย จำแนกตามกลุ่มผู้เรียน ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 กราฟแสดงช่วงเวลา และสถานที่การใช้ระบบของผู้เรียนทั้งภายใน และภายนอกมหาวิทยาลัย รวมถึงแบ่งตามผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาดี และมีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำ

จากรูปที่ 9 แสดงให้เห็นถึงภาพรวมของการเข้าใช้งานระบบ ของกลุ่มผู้เรียน ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาดี มีความถี่ในการเข้าใช้ระบบทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย สูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำอย่างเห็นได้ชัด

5.4 จำแนกการเข้าใช้ระบบตามกิจกรรม

เพื่อศึกษาความแตกต่างของพฤติกรรมผู้เรียน เพื่อวิเคราะห์หาเหตุผลของการเข้าเรียนรู้ผ่าน

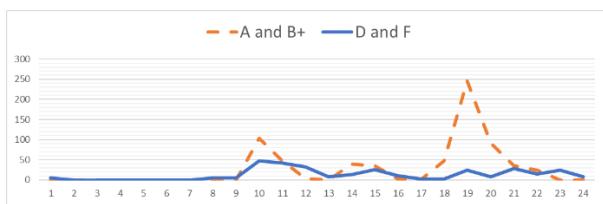
ระบบ จากพฤติกรรมการใช้งานระบบ โดยจำแนกได้ ดังนี้

5.4.1 การเข้าเรียนรู้เนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน และวิดีโอประกอบการสอน จากภายในมหาวิทยาลัย ดังรูปที่ 10

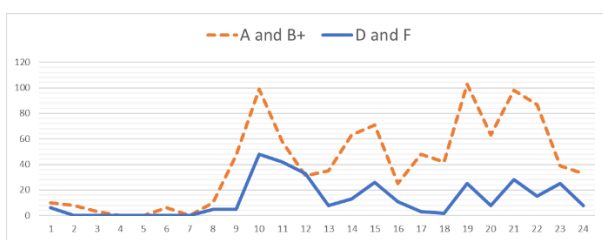
5.4.2 การเข้าเรียนรู้เนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน และวิดีโอประกอบการสอน จากภายนอกมหาวิทยาลัย ดังรูปที่ 11

5.4.3 การเข้าทำแบบฝึกหัด จากภายในมหาวิทยาลัย ดังรูปที่ 12

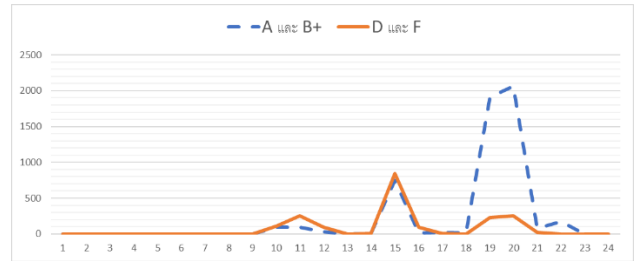
5.4.4 การเข้าทำแบบฝึกหัด จากภายนอกมหาวิทยาลัย ดังรูปที่ 13



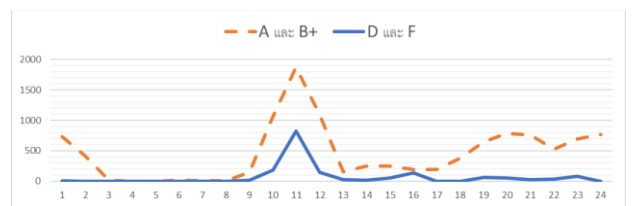
รูปที่ 10 กราฟแสดงช่วงเวลากาการใช้งานภายในมหาวิทยาลัย ในส่วนการเรียนรู้อจากเอกสารประกอบการสอน และวิดีโอการสอน



รูปที่ 11 กราฟแสดงช่วงเวลากาใช้งานจากภายนอกมหาวิทยาลัย ในส่วนการเรียนรู้อจากเอกสารประกอบการสอน และวิดีโอการสอน



รูปที่ 12 การใช้งานภายในมหาวิทยาลัย ในส่วนการทำแบบฝึกหัด



รูปที่ 13 กราฟแสดงช่วงเวลากาการใช้งานภายนอกมหาวิทยาลัย ในส่วนการทำแบบฝึกหัด

จากรูปที่ 10 และรูปที่ 11 การเข้าเรียนรู้เนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน และวิดีโอประกอบการสอน จากภายใน และภายนอกมหาวิทยาลัย ของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาดี และผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำ มีความถี่ในการเข้าใช้ระบบแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเฉพาะช่วงก่อนสอบจะเห็นว่าผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาดี มีความถี่ในการเข้าทบทวนบทเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำอย่างชัดเจน

และจากรูปที่ 12 และรูปที่ 13 การเข้าทำแบบฝึกหัด จากภายใน และภายนอกมหาวิทยาลัย เห็นได้ว่าผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาดี มีความถี่ในการเข้าทำแบบฝึกหัดสูงกว่า ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำ

นอกจากนี้พบว่าผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีความถี่ในการเข้าทำแบบฝึกหัดสูงกว่า การเข้าเรียนรู้เนื้อหา

จากเอกสารประกอบการสอน และวิดีโอประกอบการสอน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนส่วนใหญ่จะเข้าใช้ระบบ e-learning ต่อเมื่ออาจารย์ผู้สอนบังคับเท่านั้น ทำให้ทราบถึงเหตุผลหลักของการเข้าเรียนผ่านระบบของผู้เรียนอย่างชัดเจน

6. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาดี และผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำ มีความถี่ในการเข้าทำแบบฝึกหัดสูงกว่า การเข้าเรียนรู้เนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน และวิดีโอประกอบการสอนเป็นอย่างมาก ซึ่งการเข้าทำแบบฝึกหัด เป็นเหตุผลหลักของผู้เรียนที่เลือกเข้าเรียนผ่านระบบ e-learning นอกจากนี้ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม ยังสามารถเข้าเรียนรู้สื่อการเรียนการสอนผ่านระบบได้ทุกที่ทุกเวลา แต่พฤติกรรมของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาดี มีความถี่ในการเข้าใช้ระบบทั้งภายใน และภายนอกมหาวิทยาลัย สูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำอย่างเห็นได้ชัด

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ e-learning ให้ความสำคัญเพียงด้านเทคโนโลยี ด้านสื่อการสอน ด้านวิธีการสอน ด้านการวัดผล หรือด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอนเป็นสำคัญไม่ได้ ผู้จัดการเรียนการสอนแบบ e-learning ควรคำนึงถึงปัจจัยความสำเร็จของการจัดการเรียนการสอนผ่าน e-learning [12] ซึ่งประกอบด้วย การสนับสนุนด้านเทคนิค เป็นปัจจัยที่ผู้เรียนให้ความสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ เนื่องจากกรณีที่เกิดปัญหาในการใช้งานระบบ ผู้เรียนต้องการให้มีการสนับสนุนด้านเทคนิคแบบ

ทันทีทันใด การรับรู้ประโยชน์ ยังส่งผลให้ผู้เรียนมีความสนใจและยอมรับในการใช้งานระบบมากขึ้น ประสิทธิภาพและความสามารถของผู้เรียน เป็นสิ่งที่เสริมให้ผู้เรียนนั้นสามารถเรียนรู้ได้เร็วขึ้น การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ผู้เรียนให้ความสำคัญ หากออกแบบระบบให้สามารถเรียนรู้และใช้งานได้ง่ายจะทำให้เกิดการยอมรับในการใช้งานระบบมากขึ้น และสิ่งที่มีผลทำให้ลดน้อยลง เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีนัยสำคัญทำให้ผู้เรียนตัดสินใจใช้ระบบการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ ควรพิจารณาให้ความสำคัญต่อปัจจัยความสำเร็จของการจัดการเรียนการสอนแบบ e-learning รวมทั้งมุ่งศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนในการใช้ระบบ e-learning ด้วยเทคนิคการทำเหมืองกระบวนการ เพื่อปรับปรุงแบบ และกระบวนการการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับวัฒนธรรม เอกลักษณ์ หรือลักษณะเฉพาะของผู้เรียนในแต่ละสถาบัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] N. Premchaiswadi. The Impact of Information Technology on Society and Business, Engineering Journal of Siam University, Vol.13, Issue 1, No.24, 2012, pp.50-67.
- [2] W. Premchaiswadi. Process Mining, Engineering Journal of Siam University, Vol.16, Issue 1, No.30, 2015, pp.1-10.
- [3] W. van der Aalst. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement

- of Business Processes. Springer-Verlag, Berlin, 2011.
- [4] IEEE Task Force on Process Mining, Process Mining Manifesto. In BPM Workshops, volume 99 of Lecture Notes in Business Information Processing, Springer-Verlag, Berlin, 2011, 169–194.
- [5] K. Jensen, L. Kristensen, Coloured Petri Nets: Modelling and Validation of Concurrent Systems, Springer, 2009.
- [6] W. van der Aalst. Process Mining in the Large: A Tutorial, E. Zimanyi (Ed.): eBISS 2013, LNBIP 172, pp. 33–76, 2014. DOI: 10.1007/978-3-319-05461-2_2, Springer International Publishing Switzerland 2014
- [7] TU/e Workgroup (<http://www.processmining.org>)
- [8] Fluxicon Disco (<https://fluxicon.com/disco/>)
- [9] Buijs, J.C.A.M., van Dongen, B.F., van der Aalst, W.M.P.: On the role of fitness, precision, generalization and simplicity in process discovery. In: Meersman, R., et al. (eds.) OTM 2012, Part I. LNCS, vol. 7565, pp. 305–322. Springer, Heidelberg (2012).
- [10] Alves de Medeiros, A.K., Weijters, A.J.M.M., van der Aalst, W.M.P.: Genetic process mining: an experimental evaluation. *Data Min. Knowl. Disc.* 14(2), 245–304 (2007).
- [11] van der Aalst, W.M.P., Weijters, A.J.M.M., Maruster, L.: Workflow mining: discovering process models from event logs. *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.* 16(9), 1128–1142 (2004).
- [12] A. Nammakhunt. An Empirical Study of the Key Success Factors to Adopt Web-Based Learning, Conformance Association of Private Higher Education Institutions of Thailand, 2013
- [13] <https://moodle.org/>