การวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาผ่านระบบอีเลิร์นนิงโดยใช้เหมืองกระบวนการ

Analysis of Student Learning Behavior for an e-Learning System using Process Mining

นาย เอนก นามขันธ์

Mr. Anake Nammakhunt

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

ปีการศึกษา 2566

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยสยาม
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาผ่านระบบอีเลิร์นนิงโดยใช้เหมืองกระบวนการ
Analysis of Student Learning Behavior for an e-Learning System using Process Mining

ชื่อนักศึกษา นายเอนก นามขันธ์
รหัสประจำตัว 6119100002
ปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
รองศาสตราจารย์ ดร.วรพจน์ กรีสุระเดช	.....
รองศาสตราจารย์ ดร.อาริต ธรรมโน	.....
รองศาสตราจารย์ ดร.วรา วราวิทย์	.....
รองศาสตราจารย์ ดร.รวิศวร์ บานชื่น	.....
ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์	.....

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2566

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วันที่ ..... เดือน..... พ.ศ. .....

บทคัดย่อ

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาผ่านระบบอีเลิร์นนิงโดยใช้เหมืองกระบวนการ

ชื่อนักศึกษา : นายเอนก นามขันธ์

ชื่อปริญญา : ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษา : .....

(ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์)

วิกฤตการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบการศึกษา การจัดการศึกษาเปลี่ยนแปลงเป็นแบบออนไลน์ การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพผู้สอนต้องมีเครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสมในการตระหนักรู้ถึงรูปแบบพฤติกรรมของผู้เรียนจากแนวทางการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Data-Driven) และกระบวนการ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นนำเสนอวิธีการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านระบบอีเลิร์นนิงโดยใช้เทคนิคเหมืองกระบวนการ งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 247 คน คัดเลือกโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง แบ่งเป็น 5 ส่วน ส่วนแรก ศึกษากระบวนการใช้งานผ่านระบบอีเลิร์นนิง จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ ส่วนที่สอง ศึกษาแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งาน การทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบผ่านระบบอีเลิร์นนิง ส่วนที่สาม พัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) จัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เข้าเรียนผ่านสื่อวิดีโอ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ และการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ ส่วนที่สี่ วิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ด้วยอัลกอริทึม Fuzzy Miner เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ และความเชื่อมโยงของกิจกรรมทั้งหมดในกระบวนการเรียนรู้ และส่วนที่ห้า เปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป และสอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 ด้วยอัลกอริทึม Dotted Chart วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเข้าเรียน ผลการวิจัยพบว่าข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ แสดงให้เห็นพฤติกรรมเชิงลึกที่เกิดขึ้นจริงได้อย่างชัดเจน พบความแตกต่างระหว่างการเข้าเรียนกับผลการเรียนของกลุ่มตัวอย่างอย่างมีความสัมพันธ์ทางบวก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และความถี่ในการเข้าเรียนมีผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบอีเลิร์นนิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้นผู้สอน ผู้บริหารระบบ และผู้บริหารด้านการจัดการศึกษา สามารถนำผลการวิจัยไปใช้เพื่อปรับปรุง หรือส่งเสริมรูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพโดยใช้ระบบเป็นตัวขับเคลื่อน ส่งเสริมให้เกิดความตระหนักรู้ให้ผู้เรียนทราบเกี่ยวกับจุดแข็ง จุดอ่อนของตนเอง และเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ:— การทำเหมืองกระบวนการ, การค้นพบกระบวนการ, ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์, การวิเคราะห์ข้อมูล, พฤติกรรมการเรียนรู้, ระบบอีเลิร์นนิง

Abstract

Title : Analysis of Student Learning Behavior for an e-Learning System using Process Mining

By : Mr. Anake Nammakhunt

Degree : Doctor of Philosophy

Major Field : Information Technology

Advisor : .....

(Prof. Dr. Wichian Premchaiswadi)

The COVID-19 pandemic has significantly impacted the education system, prompting a shift towards online education. Effective teaching and learning management require educators to possess suitable tools and techniques for understanding student behavior driven by data-driven approaches and processes. This research presents a method for analyzing learning behavior through e-learning systems using process mining techniques. The study, conducted practically with a sample group of 247 individuals, involved a targeted selection process. The research comprised five parts: First, investigating the usage process through e-learning system event logs. Secondly, studying data sources for behavior during system access, completing exercises, and taking tests via e-learning systems. Thirdly, developing a plug-in program to store event logs during video, Microsoft PowerPoint, and data integration. The fourth part is analyzing event log data using the Fuzzy Miner algorithm to study learning behavior and the interconnections of all activities in the learning process. Lastly, comparing learning behavior between students scoring above and below 70%, using the Dotted Chart algorithm to analyze the frequency of attendance. The research findings reveal distinct deep-seated behavior patterns during actual events. A statistically significant positive correlation was identified between the sample group's attendance frequency and learning outcomes, with a significance level of 0.01. The frequency of attendance significantly influenced the effectiveness of e-learning management, with a statistical significance level of 0.01. Therefore, educators, system administrators, and education management personnel can utilize these research findings to enhance and promote efficient teaching and learning models using e-learning systems as drivers. This approach fosters awareness, informs learners about their strengths and weaknesses, and facilitates continuous learning.

Keywords— Process Mining, Process Discovery, Event Logs, Data Analytics, Learning Behavior, e-Learning System.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์ เป็นอย่างสูง ที่ท่านได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ช่วยควบคุมการวิจัย ช่วยวางแนวทางให้คำแนะนำ ตลอดจนตรวจและแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณ Dr. Parham Porouhan ผู้ให้คำแนะนำการจัดทำวิจัยในครั้งนี้จนประสบความสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในบัณฑิตวิทยาลัยสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่าน ที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ซึ่งมีประโยชน์ในการวิจัยเป็นอย่างยิ่ง

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความเรียบร้อยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบคุณทุก ๆ ท่านที่มิได้กล่าวนามมาในที่นี้ ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการเขียนวิทยานิพนธ์นี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจจะศึกษาในด้านเทคโนโลยีที่นำไปใช้ในธุรกิจการศึกษา ต่อไป

นายเอนก นามขันธ์

ธันวาคม 2566

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... (ก)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ. ..... (ข)

กิตติกรรมประกาศ..... (ค)

บทที่

1. บทนำ

    1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

    1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย..... 3

    1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 4

    1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ 5

    1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 8

    1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย 9

    1.7 การวางแผนโครงการ 14

2. ทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

    2.1 การเรียนอิเล็กทรอนิกส์ หรือ อีเลิร์นนิง (e-Learning)..... 16

    2.2 ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System - LMS) 17

    2.3 ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) 21

    2.4 เหมืองกระบวนการ (Process Mining)..... 21

    2.5 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event Logs)..... 25

    2.6 อัลกอริทึม ฟัซซี ไมเนอร์ (Fuzzy Miner)..... 27

    2.7 แผนภูมิจุด (Dotted Chart) 28

    2.8 เครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco)..... 28

    2.9 ชุดเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์เหมืองกระบวนการ (ProM) 29

    2.10 วิทยาศาสตร์กระบวน (Process Science)..... 29

    2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review) 31

3. วิธีดำเนินการวิจัย

    3.1 การศึกษากระบวนการ การเข้าใช้งานระบบ e-Learning..... 37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 ศึกษากระบวนการจัดเก็บ และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ 39
3.3 พัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ 40
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ 41
3.5 การเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผ่านระบบ e-Learning..... 43
4. ผลการวิจัย
4.1 ผลการศึกษากระบวนการ การเข้าใช้งานระบบ e-Learning..... 47
4.2 ผลการศึกษากระบวนการจัดเก็บ และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ..... 60
4.3 ผลการพัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) จัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ 72
4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ..... 96
4.5 ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์..... 115
5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปราย..... 122
5.2 ข้อเสนอแนะ 128
บรรณานุกรม 129
ภาคผนวก ก..... 135
ประวัติผู้วิจัย 136

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 3.1 ช่วงคะแนนผลสอบและผู้สอบผ่านในแต่ละระดับ 44
ตารางที่ 4.1 ค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder 53
ตารางที่ 4.2 รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder ของกลุ่มตัวอย่าง 53
ตารางที่ 4.3 รายการค่าสถิติของกิจกรรมกระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File 56
ตารางที่ 4.4 รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File 56
ตารางที่ 4.5 รายการค่าสถิติของกิจกรรมการกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ 59
ตารางที่ 4.6 รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ 59
ตารางที่ 4.7 โครงสร้างเขตข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ และการเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder 69
ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ และการเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder 69
ตารางที่ 4.9 โครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการเข้าทำแบบฝึกหัด 70
ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัด 70
ตารางที่ 4.11 โครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบ 71
ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบ 72
ตารางที่ 4.13 โครงสร้างเขตข้อมูลหัวข้อการเรียนรู้ภายในสื่อวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ 81
ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อการเรียนรู้ภายในสื่อวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ 81
ตารางที่ 4.15 โครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ และ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ 81
ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ และ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ 82
ตารางที่ 4.17 โครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ในระบบ e-Learning โดยภาพรวม 93
ตารางที่ 4.18 ตัวอย่างข้อมูลพฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ในระบบ e-Learning โดยภาพรวม 93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 4.19 ข้อมูลความถี่ และร้อยละของการเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ 98
ตารางที่ 4.20 สรุปพฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดิโอ 103
ตารางที่ 4.21 ข้อมูลความถี่ และระยะเวลาเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ 103
ตารางที่ 4.22 ข้อมูลความถี่ และร้อยละของกระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด..... 108
ตารางที่ 4.23 แสดงข้อมูลความถี่ และร้อยละของกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ..... 113
ตารางที่ 4.24 รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการเรียนรู้ 113
ตารางที่ 4.25 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเข้าเรียน ระยะเวลาในการเข้าเรียน และผลการเรียน 118
ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบ e-learning 119
ตารางที่ 5.1 ผลที่ได้เพิ่มเติมจากงานวิจัย 125

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดกระบวนการสร้างบันทึกเหตุการณ์ เพื่อเก็บพฤติกรรมการเรียน 10
รูปที่ 1.2 ข้อมูลตัวอย่างในตาราง el_logstore_standard 11
รูปที่ 1.3 Process Map พฤติกรรมตัวอย่างจากตาราง el_logstore_standard 12
รูปที่ 1.4 ข้อมูลตัวอย่างในตาราง el_logs_video_ppt 12
รูปที่ 1.5 Process Map พฤติกรรมตัวอย่างจากตาราง el_logs_video_ppt 13
รูปที่ 2.1 สถิติการลงทะเบียนใช้งานระบบ LMS Moodle 19
รูปที่ 2.2 สถิติ 10 ประเทศที่ลงทะเบียนใช้งานระบบ LMS Moodle สูงสุด 20
รูปที่ 2.3 สถิติการงานระบบ LMS Moodle ในแต่ละ Version 20
รูปที่ 2.4 ภาพรวมของการทำเหมืองกระบวนการ 22
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างคุณสมบัติความสัมพันธ์ แบบ Causality: $x \longrightarrow y$ 23
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างคุณสมบัติความสัมพันธ์ แบบ Parallel: $y \parallel z$ 23
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างคุณสมบัติความสัมพันธ์ แบบ Choice: $y \# z$ 24
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างคุณสมบัติความสัมพันธ์ แบบ Parallel: $x \parallel y$ 24
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างคุณสมบัติความสัมพันธ์ แบบ Choice: $x \# y$ 24
รูปที่ 2.10 ข้อมูลตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ 26
รูปที่ 2.11 แบบจำลองกระบวนการในองค์กร 27
รูปที่ 2.12 องค์ประกอบวิทยาศาสตร์กระบวน (Process Science) 29
รูปที่ 4.1 การศึกษาการเข้าใช้งานระบบ e-learning เพื่อค้นหาจำลองกระบวนการ 47
รูปที่ 4.2 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากกระบวนการเข้าเรียนผ่านระบบ e-Learning 48
รูปที่ 4.3 ค่าสถิติการเข้าใช้งานระบบโดยภาพรวม 49
รูปที่ 4.4 ค่าสถิติเข้าใช้งานระบบโดยภาพรวมของอาจารย์ผู้สอน. 49
รูปที่ 4.5 ค่าสถิติการเข้าใช้งานระบบโดยภาพรวมของนักศึกษา 49
รูปที่ 4.6 ค่าสถิติของนักศึกษาที่มีกระบวนการเข้าใช้งานตรงตามเงื่อนไขที่ต้องการศึกษา 50
รูปที่ 4.7 Process Map พฤติกรรมของนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning 50
รูปที่ 4.8 ค่าสถิติของนักศึกษาที่เข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder 52
รูปที่ 4.9 Process Map พฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder 52

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 4.10 ค่าสถิติของนักศึกษาที่เข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File 54
รูปที่ 4.11 Process Map พฤติกรรมการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File 55
รูปที่ 4.12 ค่าสถิติของนักศึกษาที่เข้าทำแบบทดสอบ 58
รูปที่ 4.13 Process Map พฤติกรรมการเข้าทำแบบทดสอบ 58
รูปที่ 4.14 แผนภาพการใช้งานระบบ และการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ 61
รูปที่ 4.15 ค่าสถิติของคอลัมน์ objecttable จากกระบวนการเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder 62
รูปที่ 4.16 ค่าสถิติของคอลัมน์ objecttable จากกระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File 63
รูปที่ 4.17 ค่าสถิติของคอลัมน์ objecttable จากกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ 63
รูปที่ 4.18 โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตารางแบบจำลองข้อมูลกระบวนการเข้าดูสื่อวิดิโอ 65
รูปที่ 4.19 โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตารางที่แสดงให้เห็นกระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด 66
รูปที่ 4.20 โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตารางแบบจำลองข้อมูลกระบวนการทำแบบทดสอบ . 68
รูปที่ 4.21 สื่อวิดิโอสำหรับทดลองจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ 73
รูปที่ 4.22 การเพิ่มกิจกรรม หรือสื่อการสอนในระบบ e-Learning 74
รูปที่ 4.23 การเลือกสื่อการสอนโดยใช้ Module URL ในระบบ e-Learning 75
รูปที่ 4.24 การกำหนดค่าใน URL Module ของระบบ e-Learning 76
รูปที่ 4.25 แสดงหัวข้อกิจกรรม 77
รูปที่ 4.26 การตอบรับเข้าสู่บทเรียน 77
รูปที่ 4.27 เนื้อหาในบทเรียน 78
รูปที่ 4.28 หัวข้อการเรียนการสอนในรายวิชา (ส่วนของนักศึกษา) 79
รูปที่ 4.29 แจ้งให้ผู้เรียบทราบมีการบันทึกข้อมูลการเข้าเรียน (ส่วนของนักศึกษา) 79
รูปที่ 4.30 เนื้อหาในบทเรียน 80
รูปที่ 4.31 ตัวอย่างข้อมูลการบันทึกพฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดิโอรูปแบบ File CSV 82
รูปที่ 4.32 การรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เพื่อค้นหาจำลองกระบวนการ 83
รูปที่ 4.33 โครงสร้างการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ 84

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 4.34 Trigger การถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ 85
รูปที่ 4.35 การจัดเตรียมข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัด 86
รูปที่ 4.36 โครงสร้างการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการส่งแบบฝึกหัด 86
รูปที่ 4.37 การจัดเตรียมข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบ 88
รูปที่ 4.38 โครงสร้างการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการทำแบบทดสอบ 89
รูปที่ 4.39 การรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ด้วย Event Scheduler..... 89
รูปที่ 4.40 โครงสร้างการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าเรียนรู้โดยภาพรวม 90
รูปที่ 4.41 รายการกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลด้วย Event Scheduler..... 91
รูปที่ 4.42 คำสั่งบันทึกข้อมูลในกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลชุดที่ 1..... 91
รูปที่ 4.43 คำสั่งบันทึกข้อมูลในกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลชุดที่ 2..... 91
รูปที่ 4.44 คำสั่งบันทึกข้อมูลในกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลชุดที่ 3..... 91
รูปที่ 4.45 คำสั่งบันทึกข้อมูลในกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลชุดที่ 4..... 92
รูปที่ 4.46 ตัวอย่างข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ตามข้อกำหนดของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ 92
รูปที่ 4.47 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบรูปแบบ File CSV 94
รูปที่ 4.48 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัดรูปแบบ File CSV 94
รูปที่ 4.49 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบรูปแบบ File CSV 95
รูปที่ 4.50 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเข้าดูสื่อวิดีโอรูปแบบ File CSV 95
รูปที่ 4.51 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์โดยภาพรวมรูปแบบ File CSV 96
รูปที่ 4.52 ค่าสถิติของกระบวนการเข้าเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning 96
รูปที่ 4.53 Process Map กระบวนการเข้าเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning..... 97
รูปที่ 4.54 ค่าสถิติของกระบวนการเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ 98
รูปที่ 4.55 Process Map นำเสนอกระบวนการเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ..... 99
รูปที่ 4.56 Process Map นำเสนอพฤติกรรมเชิงลึกที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ..... 101
รูปที่ 4.57 Process Map นำเสนอพฤติกรรมเชิงลึกเฉพาะการคลิกเข้าดูสื่อวิดีโอ (Play)..... 102
รูปที่ 4.58 ค่าสถิติของกระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด..... 104
รูปที่ 4.59 ภาพรวม Process Map กระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด 105
รูปที่ 4.60 ค่าสถิติของกระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด..... 105
รูปที่ 4.61 Process Map นำเสนอกระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด 106

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 4.62 Process Map นำเสนอพฤติกรรมเชิงลึกการเข้าทำกิจกรรมส่งแบบฝึกหัด..... 109
รูปที่ 4.63 ค่าสถิติของกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ 111
รูปที่ 4.64 ค่าสถิติของกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ 112
รูปที่ 4.65 Process Map นำเสนอกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ..... 112
รูปที่ 4.66 แผนภาพการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมกจากผลการเรียน 115
รูปที่ 4.67 แผนภาพ Dotted Chart จากกิจกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ..... 117
รูปที่ 4.68 กลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป..... 120
รูปที่ 4.69 กลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70..... 120

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ที่ผ่านมานับเป็นความท้าทายที่ทั่วโลกเผชิญ ส่งผลกระทบต่อระบบการศึกษาในประเทศไทยที่จำเป็นจะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ (Online) อย่างเร่งด่วน เพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากการหยุดการเรียนการสอนในโรงเรียนและมหาวิทยาลัยต่าง ๆ (Kenan Foundation Asia, 2020) หลายสถาบันการศึกษาในประเทศไทยได้ใช้ระบบอีเลิร์นนิง (e-Learning) มาเป็นกลไกสำคัญในการจัดการศึกษาแบบออนไลน์ของสถาบันการศึกษาให้มีศักยภาพ ทำให้กระบวนการเรียนรู้มุ่งเน้นที่นักศึกษาเป็นศูนย์กลาง (Dwivedi et al., 2019) เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) (Geng et al., 2020) เพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมและสนับสนุนการสอนออนไลน์ให้นักศึกษามีช่องทางการทบทวนบทเรียน มีเป้าหมายการเรียนรู้กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (Chang et al., 2018) การจัดการศึกษาแบบออนไลน์ นักศึกษาจำเป็นต้องรู้ว่าเป้าหมายที่ตนเองต้องการบรรลุก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะเรียนอะไร ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่าการรู้เป้าหมายการเรียนรู้มีบทบาทสำคัญที่ส่งผลให้เกิดความพยายามของนักศึกษาในการเรียนรู้แบบออนไลน์ ดังนั้นการเรียนรู้แบบออนไลน์จะไม่เกิดขึ้นถ้าปล่อยให้นักศึกษา เรียนอย่างอิสระโดยไม่รู้เป้าหมาย (Sun et al., 2023) การปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้จากการเรียนรู้ในชั้นเรียนมาเป็นแบบออนไลน์ในช่วงการแพร่ระบาดของ ไวรัสโควิด-19 ทำให้นักศึกษาได้รับรู้เป้าหมายการเรียนรู้ของตนเอง สามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง จนส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Zhu, 2021) นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ จะต้องคำนึงถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของนักศึกษาเป็นสำคัญ (Maqableh et al., 2021) หากนักศึกษารับรู้ถึงประโยชน์ รับรู้ถึงความง่ายในการใช้งานระบบ จะทำให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ (Cui, 2021) ในด้านผู้สอนจะต้องตอบคำถามอย่างรวดเร็ว ให้ข้อแนะนำเกี่ยวกับงานที่มอบหมายให้นักศึกษาลงมือทำหรือศึกษาเพิ่มเติม ในเวลาที่เหมาะสม เพื่ออำนวยความสะดวกด้านเทคนิคต่าง ๆ ให้แก่นักศึกษา ช่วยให้นักศึกษาที่เรียนผ่านระบบออนไลน์ได้รับการช่วยเหลือ การมีส่วนร่วมของผู้สอน การโต้ตอบของผู้สอนจะส่งเสริมการเรียนรู้ให้แก่นักศึกษา (Gopal et al., 2021) คุณภาพของผู้สอนมีอิทธิพลโดยตรง และมีความสำคัญต่อการใช้ระบบ (Ouajdouni et al., 2022) ในการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ อย่างไรก็ตามการศึกษากระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษาแบบออนไลน์ จากบันทึกเหตุการณ์ของระบบอีเลิร์นนิง ยังมีไม่มากนักที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการของพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการเข้าเรียนผ่านระบบอีเลิร์นนิง การ

ทราบถึงกระบวนการของพฤติกรรมที่แท้จริงของนักศึกษา จะทำให้ผู้สอนสามารถกำหนดเงื่อนไขเพื่อสร้างสิ่งเร้าสำหรับกระตุ้นการเรียนของนักศึกษาได้ (Cambiaghi & Sacchetti, 2015)

มหาวิทยาลัยธนบุรี เป็นมหาวิทยาลัยเอกชนตั้งอยู่ในประเทศไทย ดำเนินการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษา ช่วงวิกฤตการณ์ไวรัสโควิด-19 แพร่ระบาด ทุกคณะภายในมหาวิทยาลัยธนบุรีได้ปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอนเป็นแบบการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ตามนโยบายของรัฐบาล ผ่าน Microsoft Teams, Zoom, และ Google Meet ซึ่งผู้สอนบันทึกวิดีโอการสอนไว้ทุกครั้ง เพื่อนำวิดีโอการสอนดังกล่าวไปเผยแพร่ในระบบอีเลิร์นนิง ของมหาวิทยาลัย สำหรับให้นักศึกษาสามารถเข้ามาทบทวนย้อนหลังก่อนการสอบเก็บคะแนนระหว่างเรียน หรือการส่งแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมาย โดยให้ดำเนินการกิจกรรมทั้งหมดผ่านระบบอีเลิร์นนิง ของมหาวิทยาลัย เพื่อให้มีหลักฐานสามารถติดตามและประเมินผล โดยก่อนดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้จัดฝึกอบรมการใช้งานระบบอีเลิร์นนิง ให้แก่ผู้สอนจำนวน 103 คน ในระหว่างการฝึกอบรม ผู้สอนได้ให้ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับรายงานสำหรับติดตามการเข้าเรียนของนักศึกษา ประกอบด้วย 1) รายงาน Course Completion ของ LMS Moodle สามารถแสดงให้เห็นว่านักศึกษาเข้าทำกิจกรรมตามหัวข้อที่กำหนดหรือไม่ แต่ยังไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงกระบวนการเชิงลึกของแต่ละกิจกรรมในการเข้าเรียนรู้ของนักศึกษา และไม่ทราบว่าใช้ระยะเวลาทำกิจกรรมในแต่ละหัวข้อนานแค่ไหน มีการกลับมาเรียนรู้ซ้ำในหัวข้อเดิมหรือไม่ (Moodle Pty Ltd, 2020a) 2) รายงาน Report Logs และรายงาน Live Logs เป็นรายงานที่แสดงให้เห็นในลักษณะรายละเอียดของกิจกรรมที่เกิดขึ้นทีละรายการ ซึ่งมีกิจกรรมเกิดขึ้นจำนวนมากต่อหนึ่งวิชา ทำให้การติดตามดูกระบวนการของพฤติกรรมการเข้าเรียนของนักศึกษามีความยากต่อการทำความเข้าใจ (Moodle Pty Ltd, 2020a) ความท้าทายที่สำคัญที่สุดในการจัดการกับกระบวนการที่เกิดจากการใช้งานระบบ LMS Moodle ซึ่งมีกิจกรรมและการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมตามพฤติกรรมของนักศึกษาจำนวนมาก ทำให้ข้อมูลมีการกระจายแบบไม่ปกติ จึงไม่เหมาะต่อการทดสอบกระบวนการด้วยสมมติฐานทางสถิติ (Rozinat, 2022) 3) การเผยแพร่สื่อวิดีโอที่ผู้สอนเลือกใช้วิธีการ Add an Activity or Resource ด้วย Module Label โดยนำ Embed Videos YouTube มาฝังบน Label 98% ใช้ Module URL 1% และ Module Page 1% ส่วน Module SCORM ไม่มีการใช้งาน และเมื่อได้ศึกษากระบวนการทำงานของระบบจากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พบว่ายังขาดกระบวนการของพฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอและสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ เช่น พฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการคลิกเริ่มเข้าดูวิดีโอ (Start) คลิกเริ่มเล่นวิดีโอ (Play) คลิกข้ามวิดีโอ (Seeking) คลิกหยุดดูวิดีโอชั่วคราว (Pause) และคลิกปิดวิดีโอ (End) รวมถึงการคลิกดูสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ หน้าใด ใช้เวลาดู หรืออ่านในหน้านั้นนานเท่าใด กรณีถ้ามีการบันทึกข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมดังกล่าวไว้ จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมเชิงลึกของนักศึกษาได้ ผู้สอนสามารถเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ หรือพฤติกรรม

การเรียนรู้แบบออนไลน์ของนักศึกษาได้อย่างลึกซึ้ง ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ทราบว่านักศึกษาเข้าเรียนในบทเรียนนั้น ๆ จริงหรือไม่ ทำให้ผู้สอนสามารถวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ นำกระบวนการที่ค้นพบไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอน กำหนดเงื่อนไขการเรียนในแต่ละหัวข้อการเรียน พัฒนา ปรับปรุงเนื้อหาบทเรียน และกระบวนการผลิตสื่อวิดิโอการสอน หรือสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ให้ดียิ่งขึ้น

จากความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการสร้างและการรวบรวมบันทึกเหตุการณ์ในระบบอีเลิร์นนิง เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยเหมืองกระบวนการ โดยมุ่งเน้นประเด็นการศึกษากระบวนการเข้าใช้งานของนักศึกษาในระบบ LMS Moodle เพื่อสร้างระบบการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จาก Plug in สำหรับ LMS Moodle ในส่วนที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์พฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ และทำการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านระบบ LMS Moodle ระหว่างนักศึกษาที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักศึกษาที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 เพื่อใช้เป็นแนวทางพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ผ่านระบบอีเลิร์นนิง ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีพัฒนาการที่ดี ผู้สอนได้ทราบถึงจุดที่ต้องสร้างสิ่งเร้า สามารถสร้างกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ ปรับปรุงเนื้อหาบทเรียนและการผลิตวิดิโอสื่อการสอน เพื่อกระตุ้นนักศึกษาให้เกิดการเรียนรู้ และมีการปฏิสัมพันธ์กับระบบมากยิ่งขึ้น รวมถึงทำให้นักศึกษาสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ผ่านระบบอีเลิร์นนิงได้เร็วขึ้น เกิดความคุ้นเคยกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง จนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต มีความยั่งยืน และยกระดับสมรรถนะวิชาชีพอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต เป็นไปตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยธนบุรี ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 1 ผลิตบัณฑิตให้มีองค์ความรู้และทักษะที่ดี พร้อมที่จะพัฒนาเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ และการยกระดับสมรรถนะวิชาชีพอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต และกลยุทธ์ที่ 3 การพัฒนาระบบและกระบวนการเรียนการสอน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการเข้าใช้งานของนักศึกษาในระบบอีเลิร์นนิง จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้แบบออนไลน์

2. เพื่อศึกษากระบวนการ และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ การเข้าเรียนรู้เนื้อหารายวิชา การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบของระบบ LMS Moodle จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้แบบออนไลน์ เพื่อออกแบบกระบวนการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis

3. เพื่อพัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เข้าเรียนผ่านสื่อวิดีโอ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ และการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis

4. เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบอีเลิร์นนิง ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยแสดงในมุมมองความถี่ของการเข้าทำกิจกรรมของนักศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม การทำซ้ำของกิจกรรม ความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมตลอดกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยอัลกอริทึม Fuzzy Miner

5. เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผ่านระบบอีเลิร์นนิง นักศึกษาที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักศึกษาที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 ด้วยอัลกอริทึม Dotted Chart วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเข้าเรียน กับ ระยะเวลาในการเข้าเรียนของผู้เรียน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับช่วงเวลา ด้วยแผนภูมิแบบ Spectrogram

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการทำงานของระบบจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากโปรแกรม Open Source LMS Moodle รวมถึงการจัดเก็บข้อมูล การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ เพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ผ่านระบบอีเลิร์นนิง

2. พัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับจัดเก็บพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ เพื่อให้เห็นพฤติกรรมการคลิกเริ่มเข้าดูวิดีโอ (Start) คลิกเริ่มเล่นวิดีโอ (Play) คลิกข้ามวิดีโอ (Seeking) คลิกหยุดดูวิดีโอชั่วคราว (Pause) และคลิกปิดวิดีโอ (End) รวมถึงแสดงให้เห็นระยะเวลาในการเรียนรู้ในสื่อวิดีโอ

3. พัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับจัดเก็บพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ เพื่อให้เห็นพฤติกรรมการคลิก เริ่มเปิดสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ระยะเวลาการเรียนรู้เนื้อหาในแต่ละหน้า การคลิกข้ามไปยังหน้าสื่อการเรียนที่ตนเองสนใจ และคลิกปิดสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ผ่านระบบอีเลิร์นนิง

4. งานวิจัยนี้ใช้หลักการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ขนาดใหญ่ (Big Data) ให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis ด้วยเทคนิคการจัดระเบียบโครงสร้างตารางข้อมูลในลักษณะ Denormalized และการถ่ายโอนข้อมูลไปยังโครงสร้างตารางข้อมูลที่ออกแบบไว้โดยอัตโนมัติด้วย Trigger เมื่อเกิดกิจกรรม เพิ่ม ลบ และปรับปรุงข้อมูล ในตารางข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การใช้งานระบบ ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การทำแบบฝึกหัด ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเข้าทำแบบทดสอบ และข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเข้าดูสื่อวิดีโอ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ สุดท้ายได้ใช้วิธีตั้งกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลด้วย Event Scheduler นำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมด

รวมเข้าด้วยกัน เป็นข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่สามารถแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบในภาพรวมทั้งหมด เช่น พฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ พฤติกรรมการส่งแบบฝึกหัด และพฤติกรรมการเข้าทำแบบทดสอบ

5. งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลทดลองจากการบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ที่ผ่านการยอมรับให้บันทึกข้อมูลตามพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 จำนวน 2 ชุดข้อมูล โดยใช้ข้อมูลระยะเวลา 3 ภาคการศึกษา ประกอบด้วย ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2563 วันที่ 13 มิถุนายน 2563 จนถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2563 สำหรับศึกษาภาพรวมของกระบวนการทำงานของระบบ และการจัดเก็บข้อมูล ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564 วันที่ 28 พฤษภาคม 2564 ถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2564 และภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2564 วันที่ 4 พฤศจิกายน 2564 ถึงวันที่ 10 เมษายน 2565 สำหรับทดลองจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากโปรแกรมส่วนเสริมที่พัฒนาขึ้น และทดลองถ่ายโอนข้อมูลไปยังโครงสร้างตารางข้อมูลที่ออกแบบไว้โดยอัตโนมัติด้วย Trigger

6. งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคเหมืองกระบวนการ (Process Mining) ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้เครื่องมือ Disco สำหรับค้นหากระบวนการเรียนรู้และวิเคราะห์พฤติกรรมของนักศึกษาขณะเข้าเรียนผ่านระบบ ด้วยอัลกอริทึม Fuzzy Mining และใช้เครื่องมือ ProM วิเคราะห์ความผันแปรในความถี่ของกิจกรรมด้วย Dotted Chart และใช้ภาษา Python วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ กับช่วงเวลา ด้วยแผนภูมิแบบ Spectrogram รวมทั้งได้วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์เข้าเรียน ระยะเวลาในการเรียน และผลการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบอีเลิร์นนิง

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เหมืองกระบวนการ

เหมืองกระบวนการ (Process Mining) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลจากบันทึกเหตุการณ์บนระบบฐานข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงบนระบบสารสนเทศ (W. M. P. van der Aalst, 2011) โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การค้นพบกระบวนการตรวจสอบความสอดคล้อง และการปรับปรุงให้ดีขึ้น

2. บันทึกเหตุการณ์

บันทึกเหตุการณ์ (Event Logs) คือ ชุดข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง ถูกบันทึกบนระบบฐานข้อมูลบนระบบสารสนเทศ สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยร่องรอยพฤติกรรมในการใช้ระบบของผู้ใช้ โดยส่วนประกอบหลักที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ด้วยเหมืองกระบวนการประกอบด้วย กรณี (Case) กิจกรรม (Activity) ทรัพยากร (Resource) และประทับเวลา (Timestamp)

3. ความต้องการข้อมูล

ความต้องการข้อมูล (Data Requirements) สำหรับการวิเคราะห์ Process Mining ได้กำหนดไว้ว่า ข้อมูลขั้นต่ำสำหรับบันทึกเหตุการณ์ต้องมีอย่างน้อย 3 องค์ประกอบ คือ Case ID เป็นองค์ประกอบสำหรับกำหนดขอบเขตของกระบวนการ Activity เป็นองค์ประกอบสำหรับกำหนดชื่อกิจกรรม และรายละเอียดของกิจกรรมที่แสดงให้เห็นขั้นตอนในแผนผังกระบวนการ และ Timestamp เป็นองค์ประกอบวันเวลาเพื่อกำหนดลำดับของกิจกรรมในกระบวนการ นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดองค์ประกอบเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการกรองข้อมูล เพื่อให้แผนผังกระบวนการแสดงผลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวิเคราะห์ผล เช่น Resource หรือ Other Attribute (Fluxicon BV, 2022)

4. Denormalized

Denormalized เป็นกระบวนการที่นำแนวคิดเรื่องการทำให้เป็นบรรทัดฐาน (Normalization) มาพิจารณาใหม่โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพในการประมวลผล ตารางที่ออกแบบด้วยเทคนิคการจัดระเบียบในลักษณะ Denormalized สามารถบันทึกข้อมูล และ Queries ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว มีผลกระทบต่อการประมวลผลของระบบน้อย เมื่อเทียบกับการดึงข้อมูลมาใช้ประโยชน์ด้วยวิธีการ Queries ข้อมูลจากหลายตาราง (Costa et al., 2019)

5. Trigger

Trigger เป็น Object หนึ่งของ Stored Procedure ที่สามารถทำงานในทุก ๆ ครั้ง ตามเหตุการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในตาราง ทั้งที่เป็นผลจาก INSER UPDATE และ DELETE (Oracle, 2022)

6. ระบบบริหารจัดการการเรียนรู้

ระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ (Learning Management System – LMS) เป็นระบบจัดการเรียนการสอนแบบระบบออนไลน์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซอฟต์แวร์ Moodle เป็นซอฟต์แวร์ LMS ที่เปิดเผยหลักการ หรือแหล่งที่มาของเทคโนโลยี ให้ผู้ใช้สามารถนำไปติดตั้งใช้งานได้ภายใต้เงื่อนไขที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ทำการแก้ไข ดัดแปลงและเผยแพร่ซอร์สโค้ดได้ ภายใต้เงื่อนไขข้อตกลงทางกฎหมาย GNU General Public License (Moodle Pty Ltd, 2020b)

7. การทำเหมืองข้อมูลเพื่อการศึกษา

การทำเหมืองข้อมูลเพื่อการศึกษา (Education Data Mining) เป็นเรื่องเกี่ยวกับผลลัพธ์ของการพัฒนาการเรียนรู้ โดยการใช้เทคนิค Data Mining และวิเคราะห์ข้อมูล ที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูลในขณะที่จัดการเรียนการสอน

8. การทำเหมืองข้อมูลกระบวนการทางการศึกษา

การทำเหมืองข้อมูลกระบวนการทางการศึกษา (Education Process Mining: EPM) เป็นแนวปฏิบัติในการใช้ประโยชน์จากเครื่องมือเพื่อค้นหาข้อมูลเชิงลึกในข้อมูลการศึกษาที่มาจากแหล่งต่าง ๆ และจัดเก็บไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูล (ICT)

9. พฤติกรรมการเรียนรู้

พฤติกรรมการเรียนรู้ (Learning Behavior) เป็นการกระทำที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ทั้งการเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ การทำแบบฝึกหัด การทำแบบทดสอบ จนถึงการโต้ตอบกับผู้อื่น หรือระบบอย่างมีประสิทธิผล

10. การรวบรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์

การรวบรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Collecting Event Logs) ที่จัดเก็บไว้จากหลายตารางหรือต่างรูปแบบ ให้สามารถจัดเก็บไว้ในโครงสร้างตารางข้อมูลแบบเดียวกัน โดยเน้นข้อมูลเชิงประวัติการเข้าใช้งานระบบ

11. การค้นพบกระบวนการ

การค้นพบกระบวนการ (Process Discovery) เป็นเทคนิคในการนำบันทึกเหตุการณ์มาสร้างแบบจำลองของกระบวนการทำงานได้ การค้นพบกระบวนการช่วยในการตรวจสอบปัญหาคอขวดหรือข้อผิดพลาดที่มีอยู่ในระบบ จึงเป็นที่นิยมของหลายองค์กรในการจัดทำเป็นลำดับแรกเมื่อต้องการวิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และเป็นเทคนิคพื้นฐานของเหมืองกระบวนการ

12. แผนภูมิจุด

แผนภูมิจุด (Dotted Chart) เป็นอัลกอริทึมที่มีคุณสมบัติในการแสดงข้อมูลเชิงจำนวนในรูปแบบที่ไม่ซับซ้อน ใช้จุดจำนวนมาก วางเรียงต่อกันตลอดทั้งแถว เพื่อแสดงให้เห็นถึงความถี่ของพฤติกรรมของนักศึกษาหนึ่งคนในช่วงเวลาที่จัดการเรียนการสอน สามารถใช้วิเคราะห์ความผันแปรในความถี่ของกิจกรรมสำหรับเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง (Silva et al., 2020) ทำให้ทราบว่าความถี่ในการเข้าเรียนของกลุ่มตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

13. Fuzzy Miner

Fuzzy Miner เป็นอัลกอริทึมที่มีตัวชี้วัดที่สามารถสนับสนุนด้านการลดความซับซ้อนของกระบวนการ 2 ตัวชี้วัด ได้แก่ Significance และ Correlation โดย Significance จะประเมินจากความถี่ของเหตุการณ์ที่ถูกค้นพบบ่อย หรือความสัมพันธ์กับกิจกรรมอื่นที่พบบ่อยกว่าจะถือว่ามีนัยสำคัญมากกว่า ดังนั้น พฤติกรรมที่มีนัยสำคัญมากจะยังคงอยู่ใน Simplified Model ส่วน Correlation จะประเมินพฤติกรรมที่มีนัยสำคัญน้อยกว่า แต่มีความสัมพันธ์สูง จะยังคงอยู่ในแบบจำลองแต่จะซ่อนอยู่ในคลัสเตอร์ภายใน Simplified Model และพฤติกรรมที่มีนัยสำคัญน้อยกว่าและสัมพันธ์กันต่ำถูกนำออกจาก Simplified Model (Günther & van der Aalst, 2007) และ

สามารถแสดงแบบจำลองการไหลของข้อมูลจากบันทึกเหตุการณ์ในลักษณะ Process Map มี 2 รูปแบบหลักคือ Time Performance และ Frequency เป็นเครื่องมือในการประกอบการตัดสินใจในการวางแผนเพื่อปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้นจากร่องรอยบนระบบฐานข้อมูล

14. วิทยาศาสตร์กระบวน

วิทยาศาสตร์กระบวน (Process Science) การรวมความรู้จากเทคโนโลยีสารสนเทศ ความรู้จากวิทยาการจัดการเพื่อปรับปรุง และดำเนินกระบวนการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย การเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization) การจัดการการดำเนินงาน และการวิจัย (Operations Management & Research) การจัดการกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Management) กระบวนการทำเหมือง (Process Mining) (Van Der Aalst, 2016)

15. แผนภูมิแบบ Spectrogram

แผนภูมิแบบ Spectrogram เป็นกราฟที่แสดงการกระจายของความถี่ของความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของกิจกรรมและเวลาที่เกิดขึ้น โดยส่วนมากจะใช้สีเพื่อแสดงความหนาแน่นแสดงถึงช่วงเวลาที่มีความถี่สูง ในขณะที่สีสว่างแสดงถึงช่วงเวลาที่ความถี่ต่ำ (Guo et al., 2019)

16. กำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูล

กำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูล (Event Scheduler) เป็นการตั้งเวลาให้ระบบฐานข้อมูลทำงานหรือดำเนินการโอนย้ายข้อมูลในเวลาที่กำหนดล่วงหน้า

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงภาพรวมของกระบวนการเข้าใช้งานของนักศึกษาในระบบอีเลิร์นนิง

2. ทราบถึงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบการเข้าเรียนรู้เนื้อหารายวิชา การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ ของระบบ LMS Moodle

3. ได้โปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับจัดเก็บพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ เพื่อให้เห็นพฤติกรรมการคลิกเริ่มเข้าดูวิดีโอ (Start) คลิกเริ่มเล่นวิดีโอ (Play) คลิกข้ามวิดีโอ (Seeking) คลิกหยุดดูวิดีโอชั่วคราว (Pause) และคลิกปิดวิดีโอ (End) รวมถึงแสดงให้เห็นระยะเวลาในการเรียนรู้ในสื่อวิดีโอได้

4. ได้โปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับจัดเก็บพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ เพื่อให้เห็นพฤติกรรมการคลิก เริ่มเปิดสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ระยะเวลาการเรียนรู้เนื้อหาในแต่ละหน้า การคลิกข้ามไปยังหน้าสื่อการเรียนที่ตนเองสนใจ และคลิกปิดสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ผ่านระบบอีเลิร์นนิง

5. ได้วิธีการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ขนาดใหญ่ (Big Data) ให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis ด้วยเทคนิคการจัดระเบียบโครงสร้างตารางข้อมูลในลักษณะ Denormalized โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพในการประมวลผล การบันทึกข้อมูล และ Queries ข้อมูลให้รวดเร็ว มีผลกระทบต่อการประมวลผลของระบบน้อย เมื่อเทียบกับการดึงข้อมูลมาใช้ประโยชน์ด้วยวิธีการ Queries ข้อมูลจากหลายตาราง ที่ออกแบบด้วยแนวคิดการทำให้เป็นบรรทัดฐาน (Normalization) และการถ่ายโอนข้อมูลไปยังโครงสร้างตารางข้อมูลที่ออกแบบไว้โดยอัตโนมัติด้วย Trigger เมื่อเกิดกิจกรรม เพิ่ม ลบ และปรับปรุงข้อมูล ในตารางข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การใช้งานระบบ ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การทำแบบฝึกหัด ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเข้าทำแบบทดสอบ และข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเข้าดูสื่อวิดีโอ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์

6. สามารถใช้ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบอีเลิร์นนิง ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการได้ ทำให้ทราบถึงขั้นตอนและพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบรูปแบบ Process Map ที่เข้าใจง่าย

7. สามารถทราบถึงกระบวนการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ กระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด และกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านระบบอีเลิร์นนิง ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ ที่แสดงให้เห็นถึงค่าสถิติของการเข้าทำกิจกรรม เช่น แสดงให้เห็นถึงความถี่ในการทำกิจกรรม ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างการทำกิจกรรมหนึ่งไปอีกกิจกรรมหนึ่ง การกระทำซ้ำในกิจกรรมนั้น ๆ อธิบายถึงความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมของกระบวนการเรียนรู้

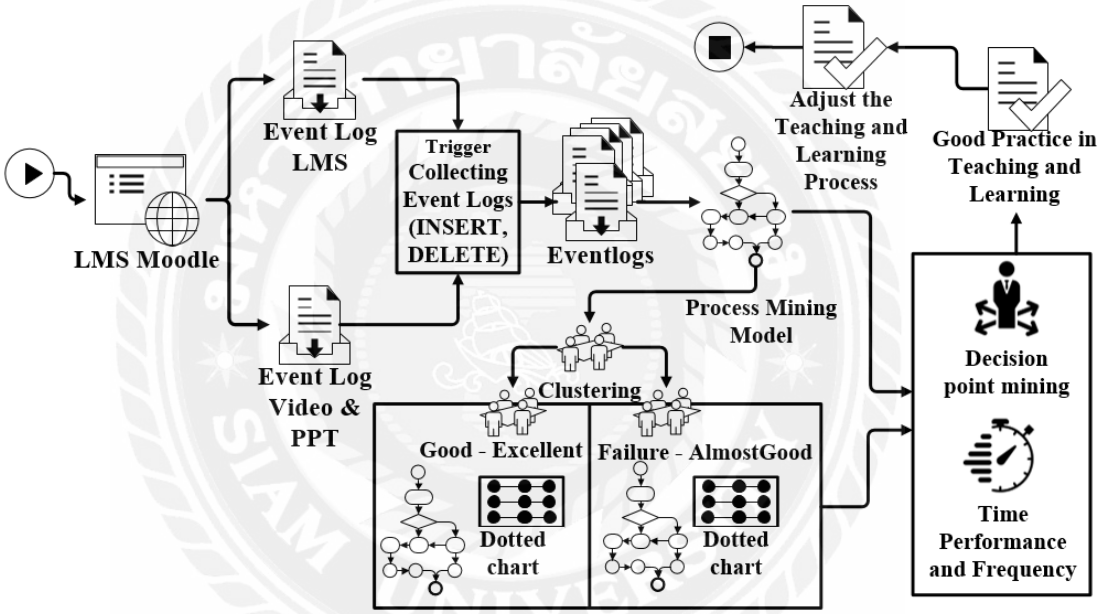
8. สามารถค้นพบพฤติกรรมที่แตกต่างกันของนักศึกษาผลการเรียนสูง และนักศึกษาผลการเรียนต่ำ จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบอีเลิร์นนิง

9. สถาบันการศึกษาที่ใช้ LMS Moodle เป็นเครื่องมือในการจัดการการศึกษาแบบ Online สามารถนำวิธีการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่มีขนาดใหญ่ (Big Data) และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ได้กล่าวถึงในงานวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์เพื่อค้นหากระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างสำหรับการตัดสินใจวางแผนพัฒนาการจัดการศึกษาแบบ Online ได้

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยที่ได้มาจากการศึกษา ทดลอง และสร้างบันทึกเหตุการณ์การจัดเก็บพฤติกรรมการเข้าใช้สื่อวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ แบบอัตโนมัติ พื้นที่วิจัย คือ มหาวิทยาลัยธนบุรี ตั้งอยู่ในประเทศไทย ซึ่งได้เริ่มศึกษาถึง Work Flow การทำงานของระบบ LMS Moodle ศึกษาวิธีการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมเกี่ยวกับการเรียนรู้ผ่านระบบ ศึกษาโครงสร้างข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล ศึกษาแนวทางการนำข้อมูลที่จัดเก็บในระบบ

ฐานข้อมูลออกมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งศึกษาวิเคราะห์แนวทางการประมวลผลข้อมูล การรวมกันของข้อมูลจากหลายตารางข้อมูล เพื่อให้ได้วิธีที่สามารถนำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์มารวมกับข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ จัดให้อยู่ในโครงสร้างตารางข้อมูลชุดเดียวกัน และสามารถส่งออกข้อมูลในรูปแบบ File CSV ได้อย่างสะดวก (รูปที่ 1.1) กรอบแนวคิดกระบวนการสร้างบันทึกเหตุการณ์ เพื่อเก็บพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านระบบอีเลิร์นนิง และการส่งออกข้อมูลในรูปแบบ File CSV ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงของกระบวนการในการบริหารจัดการข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ตั้งแต่นักศึกษาเริ่มต้นใช้งานระบบ การจัดเตรียมข้อมูล การรวมข้อมูล การถ่ายโอนข้อมูล การนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผล และนำผลไปใช้ประโยชน์



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดกระบวนการสร้างบันทึกเหตุการณ์ เพื่อเก็บพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning และการส่งออกข้อมูลในรูปแบบ File CSV

จากรูปที่ 1.1 แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงของกระบวนการสร้างบันทึกเหตุการณ์ตั้งแต่เริ่มต้นใช้งานระบบจนถึงการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ณ จุดเริ่มต้นอธิบายถึงการเข้าใช้งานระบบ LMS Moodle และการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ของ LMS จากรูปที่ 1.1 จุดเริ่มต้นของกรอบแนวคิด เมื่อนักศึกษาเข้าเรียนรู้ผ่านระบบ LMS Moodle ระบบมีการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การใช้งานระบบตั้งแต่กระบวนการ Login เข้าสู่ระบบจนถึงการ Logout ออกจากระบบ โดยจัดเก็บข้อมูล (Event Logs) ลงในตาราง el_logstore_standard ของ LMS Moodle และเมื่อนักศึกษาคลิกเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ หรือสื่อ

ไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ระบบจะจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event Logs Video & PPT) ลงในตาราง el_logs_video_ppt ตามที่ผู้วิจัยพัฒนาส่วนเสริม โดยจัดเก็บพฤติกรรมสถานะการคลิกบนสื่อวิดีโอ ประกอบด้วย พฤติกรรมการคลิกเริ่มเข้าดูวิดีโอ (Start) คลิกเริ่มเล่นวิดีโอ (Play) คลิกข้ามวิดีโอ (Seeking) คลิกหยุดดูวิดีโอชั่วคราว (Pause) และคลิกปิดวิดีโอ (End) หรือพฤติกรรมสถานะการคลิกบนสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ประกอบด้วย พฤติกรรมเริ่มต้นคลิกเปิดสื่อ คลิกอ่าน คลิกเปลี่ยนหน้า คลิกปิด ในแต่ละสถานะของการคลิกมีการจัดเก็บข้อมูล วันที่และเวลา ณ ตอนคลิก วันที่และเวลา ณ ตอนเปลี่ยนตำแหน่งการคลิกบน

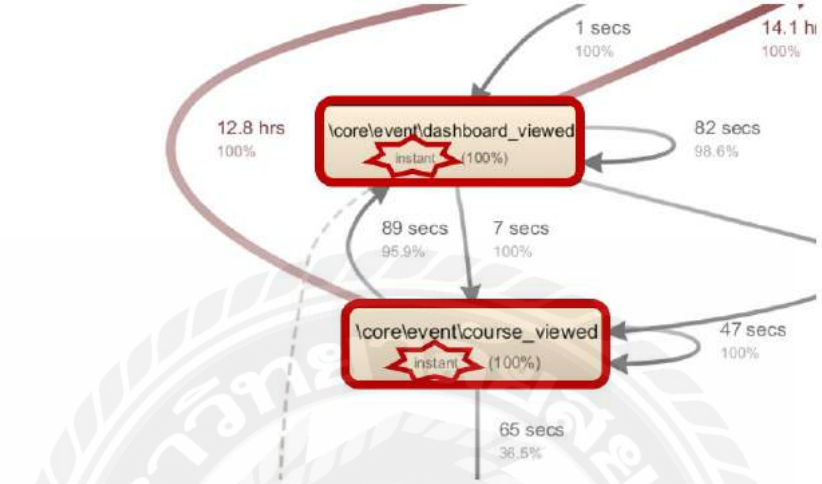
ความแตกต่างของการจัดเก็บข้อมูลระหว่างตาราง el_logstore_standard กับตาราง el_logs_video_ppt ดูจากรูปที่ 1.2 ถึงรูปที่ 1.5 ประกอบการอธิบาย

idnumber	datecreate	eventname	courseid	grade
6301104367023	2021-03-07 13:49:21	core/user/loggedin	0	A
6301104367023	2021-03-07 13:49:21	core/dashboard/viewed	0	A
6301104367023	2021-03-07 13:49:58	core/course/viewed	811	A
6301104367023	2021-03-07 13:57:21	mod_url/course_module/viewed(Play Video)	811	A
6301104367023	2021-03-07 13:57:24	mod_url/Start LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 13:57:28	mod_url/Play LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:05:10	mod_url/Pause LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:05:34	mod_url/Play LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:09:19	mod_url/Pause LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:09:22	mod_url/Play LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:11:02	mod_url/Pause LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:11:53	mod_url/Play LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:31:55	mod_url/End LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:33:12	core/user/loggedout	0	A
6301104367023	2021-03-10 21:36:15	core/user/loggedin	0	A
6301104367023	2021-03-10 21:36:15	mod_quiz/course_module/viewed	811	A
6301104367023	2021-03-10 21:36:18	mod_quiz/attempt/viewed	811	A
6301104367023	2021-03-10 21:36:18	mod_quiz/attempt/started	811	A
6301104367023	2021-03-10 21:48:25	mod_quiz/attempt_summary/viewed	811	A
6301104367023	2021-03-10 21:48:37	core/user/graded	811	A
6301104367023	2021-03-10 21:48:37	mod_quiz/attempt/submitted	811	A
6301104367023	2021-03-10 21:48:37	course_module/viewed	811	A

รูปที่ 1.2 ข้อมูลตัวอย่างในตาราง el_logstore_standard

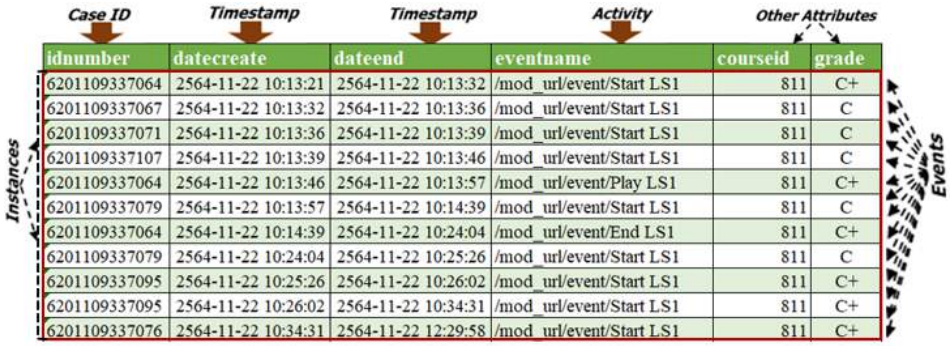
จะเห็นว่าจากรูปที่ 1.2 ข้อมูลตัวอย่างในตาราง el_logstore_standard ประกอบด้วย 1) คอลัมน์ idnumber เก็บข้อมูลรหัสนักศึกษาที่ชี้เฉพาะตัวนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านระบบ ผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็น Case ID ของกิจกรรมย่อยที่เกิดขึ้นจากพฤติกรรมของนักศึกษาแต่ละคน 2) คอลัมน์ datecreate เก็บข้อมูล ปี-เดือน-วัน เวลา ของกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา 3) คอลัมน์ eventname เก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ของนักศึกษาในแต่ละกิจกรรม 4) คอลัมน์ courseid เก็บรหัสวิชาที่นักศึกษาเข้าเรียนรู้ และ 5) คอลัมน์ grade เก็บข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษา เมื่อนำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เข้าสู่การค้นหากระบวนการด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ ด้วยเครื่องมือ Disco โดยใช้อัลกอริทึม Fuzzy Mining พบว่าสามารถแสดงให้เห็นถึงค่าสถิติของการเข้าทำกิจกรรม เช่น แสดงให้เห็นถึงความถี่ในการทำกิจกรรม ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างการทำกิจกรรมหนึ่งไปอีก

กิจกรรมหนึ่ง การกระทำซ้ำในกิจกรรมนั้น ๆ อธิบายถึงความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมของกระบวนการเรียนรู้แต่ Disco ไม่สามารถแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม หรือระยะเวลาที่หยุดอยู่ภายในกิจกรรมได้ จึงแสดงผลเป็น instant ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 Process Map พฤติกรรมตัวอย่างจากตาราง el_logstore_standard

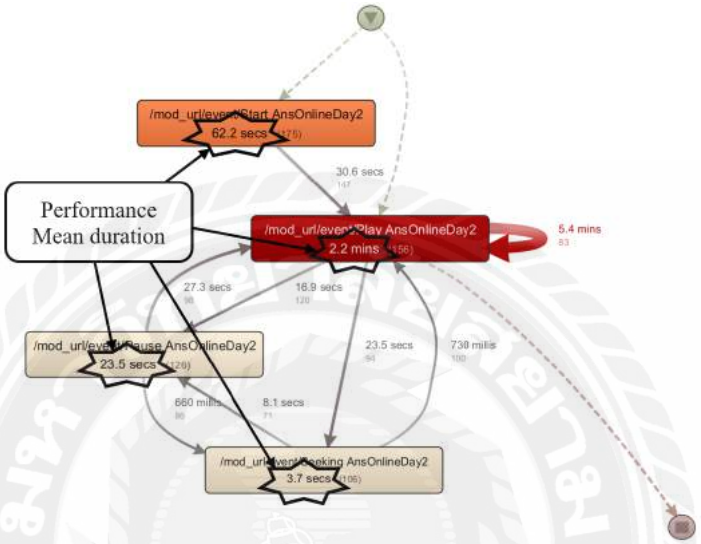
ขณะเดียวกันในรูปที่ 1.4 ข้อมูลตัวอย่างในตาราง el_logs_video_ppt ประกอบด้วย 1) คอลัมน์ idnumber เก็บข้อมูลรหัสนักศึกษาที่ชี้เฉพาะตัวนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านระบบ ผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็น Case ID ของกิจกรรมย่อยที่เกิดขึ้นจากพฤติกรรมของนักศึกษาแต่ละคน 2) คอลัมน์ datecreate เก็บข้อมูล ปี-เดือน-วัน เวลา การคลิกเริ่มเข้ากิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ 3) คอลัมน์ dateend เก็บข้อมูล ปี-เดือน-วัน เวลา การคลิกออกจากกิจกรรม หรือย้ายไปทำกิจกรรมอื่น 4) คอลัมน์ eventname เก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ของนักศึกษาในแต่ละกิจกรรม 5) คอลัมน์ courseid เก็บรหัสวิชาที่นักศึกษาเข้าเรียนรู้ และ 6) คอลัมน์ grade เก็บข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษา



idnumber	datecreate	dateend	eventname	courseid	grade
6201109337064	2564-11-22 10:13:21	2564-11-22 10:13:32	/mod_url/event/Start LS1	811	C+
6201109337067	2564-11-22 10:13:32	2564-11-22 10:13:36	/mod_url/event/Start LS1	811	C
6201109337071	2564-11-22 10:13:36	2564-11-22 10:13:39	/mod_url/event/Start LS1	811	C
6201109337107	2564-11-22 10:13:39	2564-11-22 10:13:46	/mod_url/event/Start LS1	811	C
6201109337064	2564-11-22 10:13:46	2564-11-22 10:13:57	/mod_url/event/Play LS1	811	C+
6201109337079	2564-11-22 10:13:57	2564-11-22 10:14:39	/mod_url/event/Start LS1	811	C
6201109337064	2564-11-22 10:14:39	2564-11-22 10:24:04	/mod_url/event/End LS1	811	C+
6201109337079	2564-11-22 10:24:04	2564-11-22 10:25:26	/mod_url/event/Start LS1	811	C
6201109337095	2564-11-22 10:25:26	2564-11-22 10:26:02	/mod_url/event/Start LS1	811	C+
6201109337095	2564-11-22 10:26:02	2564-11-22 10:34:31	/mod_url/event/Start LS1	811	C+
6201109337076	2564-11-22 10:34:31	2564-11-22 12:29:58	/mod_url/event/Start LS1	811	C+

รูปที่ 1.4 ข้อมูลตัวอย่างในตาราง el_logs_video_ppt

เมื่อนำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เข้าสู่การค้นหากระบวนการด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการด้วยเครื่องมือ Disco โดยใช้อัลกอริทึม Fuzzy Mining พบว่าสามารถแสดงให้เห็นถึงค่าสถิติของการเข้าทำกิจกรรม และมีความแตกต่างกันคือ สามารถแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม หรือระยะเวลาที่หยุดอยู่ภายในกิจกรรมได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.5 ทำให้สามารถวิเคราะห์ลงลึกถึงระยะเวลาเฉลี่ย (Mean Duration) ที่แท้จริงในการเข้าทำกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 1.5 Process Map พฤติกรรมตัวอย่างจากตาราง el_logs_video_ppt

2. แสดงให้เห็นถึงการรวมข้อมูล Event Logs LMS กับ Event Logs Video & PPT ไว้ในตาราง AllEventlogs โดยอัตโนมัติ จากรูปที่ 1 จะเห็นว่ามีการสร้าง Trigger สำหรับถ่ายโอนข้อมูลฝังไว้ในระบบฐานข้อมูล ซึ่งกำหนดให้ Trigger ทำงานเมื่อมีการ INSERT INTO หรือ UPDATE ในตาราง el_logstore_standard และตาราง el_logs_video_ppt เพื่อรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมโดยรวมของการเข้าเรียนผ่านระบบ การเข้าดูสื่อการสอนทั้งวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ การทำแบบฝึกหัด การทำแบบทดสอบ และการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์

3. นำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ ด้วยเครื่องมือ Disco โดยใช้อัลกอริทึม Fuzzy Mining เพื่อค้นหากระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา ศึกษาพฤติกรรมเชิงลึกของนักศึกษาเพื่อให้เห็นถึงกระบวนการเข้าใช้งานของนักศึกษาในระบบอีเลิร์นนิง

4. แบ่งกลุ่มตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป ประกอบด้วยนักศึกษาที่สอบได้คะแนนตั้งแต่ 70.00 – 100.00 คะแนน กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 ประกอบด้วยนักศึกษาที่สอบได้คะแนนตั้งแต่ 00.00 – 69.99 คะแนน เพื่อศึกษาความแตกต่างของ

พฤติกรรมที่แท้จริงของนักศึกษา ที่สามารถแสดงให้เห็นความผันแปรในความถี่ของพฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง โดยวิเคราะห์ด้วย Dotted Chart ด้วยเครื่องมือ ProM

5. ค้นหาจุดที่เหมาะสมในการกำหนดทิศทางการตัดสินใจ สำหรับกำหนดเงื่อนไขในการจัดการเรียนการสอน พัฒนาการเรียนการสอน และใช้เป็นข้อมูลสำหรับกำหนดแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากอัลกอริทึม Fuzzy Mining และค่าสถิติ ไปวิเคราะห์ร่วมกับ Dotted Chart

6. สร้างแนวปฏิบัติที่ดีในการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิงจำเป็นต้องมีแนวทางในการบริหารจัดการระบบ เพื่อกำหนดนโยบาย และเงื่อนไขต่าง ๆ ในการเรียนรู้ เพื่อให้นักศึกษาสามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง จนส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Zhu, 2021) คำนึงถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของนักศึกษาเป็นสำคัญ (Maqableh et al., 2021) และผู้สอนสามารถวางแผนการสอน การให้ความช่วยเหลือนักศึกษา สามารถตอบคำถาม ให้ข้อแนะนำเกี่ยวกับงานที่มอบหมายให้นักศึกษาลงมือทำได้อย่างรวดเร็ว ในช่วงเวลาที่เหมาะสม (Gopal et al., 2021) คุณภาพของผู้สอนมีอิทธิพลโดยตรง และมีความสำคัญต่อการใช้ระบบ (Ouajdouni et al., 2022)

7. ปรับใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวปฏิบัติที่ดีในการเรียนการสอน การทราบถึงกระบวนการของพฤติกรรมที่แท้จริงของนักศึกษา มีแนวปฏิบัติที่ดีในการเรียนการสอน จะทำให้ผู้สอนสามารถกำหนดเงื่อนไขเพื่อสร้างสิ่งเร้าสำหรับกระตุ้นการเรียนของนักศึกษาได้ (Cambiaghi & Sacchetti, 2015) กระตุ้นนักศึกษาให้เกิดการเรียนรู้ และมีการปฏิสัมพันธ์กับระบบมากยิ่งขึ้น รวมถึงทำให้นักศึกษาสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเรียนรู้แบบ Online ผ่านระบบอีเลิร์นนิงได้เร็วขึ้น เกิดความคุ้นเคยกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง จนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต และมีความยั่งยืน

1.7 การวางแผนโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเรื่องการสร้างและการรวบรวมบันทึกเหตุการณ์ในระบบอีเลิร์นนิงเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยเหมืองกระบวนการ มี 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษากระบวนการทำงาน และวิธีการจัดเก็บข้อมูลของระบบ LMS Moodle ด้วยวิธีการติดตั้งระบบ LMS Moodle ทดลองใช้ระบบจัดการเรียนการสอนเพื่อจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าเรียนผ่านระบบ LMS Moodle

2. สร้างโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับจัดเก็บพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ แบบอัตโนมัติสร้างโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับจัดเก็บพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ แบบอัตโนมัติ

3. ศึกษาวิธีการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ขนาดใหญ่จาก LMS Moodle ที่จัดเก็บไว้ในหลายตาราง ให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis และศึกษาวิธีการถ่ายโอนข้อมูลไปยังโครงสร้างตารางข้อมูลที่ออกแบบไว้โดยอัตโนมัติ

4. ทดลองจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอีเลิร์นนิง และติดตามผลการถ่ายโอนข้อมูลตลอดช่วงของการทดลอง

5. วิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบอีเลิร์นนิง ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ ด้วยซอฟต์แวร์ Disco โดยแสดงในมุมมองความถี่ของการเข้าทำกิจกรรมของนักศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม การทำซ้ำของกิจกรรม ความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมตลอดกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยอัลกอริทึม Fuzzy Miner

6. นำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ส่งออกข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Export Event Logs) จากซอฟต์แวร์ Disco รูปแบบ File EXS วิเคราะห์ผลด้วยซอฟต์แวร์ ProM เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านระบบอีเลิร์นนิง ระหว่างนักศึกษาที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักศึกษาที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 ด้วยอัลกอริทึม Dotted Chart และ ProM

7. นำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ส่งออกข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Export Event Logs) จากซอฟต์แวร์ Disco รูปแบบ File CSV วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเข้าเรียน ระยะเวลาในการเข้าเรียน และผลการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบอีเลิร์นนิง และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับช่วงเวลา ด้วยแผนภูมิแบบ Spectrogram

9. วิเคราะห์และศึกษาผลลัพธ์

10. จัดทำเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

บทที่ 2
ทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการสร้างและการรวบรวมบันทึกเหตุการณ์ในระบบอีเลิร์นนิง (e-Learning) เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยเหมืองกระบวนการ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 การเรียนอิเล็กทรอนิกส์ หรือ อีเลิร์นนิง (e-Learning)

2.2 ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System - LMS)

2.3 ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)

2.4 เหมืองกระบวนการ (Process Mining)

2.5 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event Logs)

2.6 อัลกอริทึมฟัซซีไมเนอร์ (Fuzzy Miner)

2.7 แผนภูมิจุด (Dotted Chart)

2.8 เครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco)

2.9 ชุดเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์เหมืองกระบวนการ (ProM)

2.10 วิทยาศาสตร์กระบวน (Process Science)

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

2.1 การเรียนอิเล็กทรอนิกส์ หรือ อีเลิร์นนิง (e-Learning)

ตามพจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน บัญญัติศัพท์ภาษาไทยของคำ electronic learning (e-Learning) ว่าการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ หรือ อีเลิร์นนิง หมายถึง การศึกษาทางไกลรูปแบบหนึ่งซึ่งผู้เรียนไม่จำเป็นต้องไปยังสถานศึกษาด้วยตนเอง สามารถเรียนได้ตามช่วงเวลาที่สะดวก เรียนได้ตามความถนัด และความสนใจ แต่ต้องอาศัยเรียนเนื้อหาสาระ แบบฝึกหัด ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต สามารถโต้ตอบกับผู้สอน แลกเปลี่ยนความรู้ หรือแนวคิดกับผู้เรียนจากสถานที่อื่นผ่านระบบเครือข่ายเช่นกัน รวมทั้งมีระบบการวัดและประเมินผลเพื่อให้ได้คุณภาพและมาตรฐานตามที่สถาบันหรือหน่วยจัดการศึกษากำหนด (เลาหตีรานนท์, 2553) ดังนั้นในงานวิจัยเล่มนี้ได้ใช้คำย่อว่า “e-Learning” แทนข้อความ “electronic learning” หรือ “การเรียนอิเล็กทรอนิกส์” หรือ “อีเลิร์นนิง”

e-Learning เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ต้องมีความรู้ความเข้าใจในบทบาทของการเรียนรู้ด้วยตนเองจึงจะส่งเสริมให้เกิดความพร้อมสำหรับการเรียนรู้แบบออนไลน์ (Karatas & Arpaci, 2021) ใน

ขณะเดียวกันบทบาทด้านการอำนวยความสะดวก และความสามารถของผู้สอนต่อผู้เรียน ส่งผลต่อระดับความพึงพอใจของผู้เรียน (Gopal et al., 2021; Gray & Diloreto, 2016) ในช่วงการระบาดใหญ่ของการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 (covid-19) ผู้สอนต้องปรับตัวให้เข้ากับการรูปแบบการเรียนการสอนที่เปลี่ยนแปลง ปรับเทคนิคการสอน กระบวนการสอน เพื่อขัดเกลาทักษะและส่งเสริมความรู้ให้แก่ผู้เรียนในสภาพแวดล้อมใหม่นี้ ดังนั้นคุณภาพของผู้สอนเป็นตัวกำหนดความพึงพอใจของผู้เรียน นอกจากนี้ผู้สอนต้องคำนึงถึงความคาดหวังหลักของผู้เรียนส่วนใหญ่ ก่อนเข้าเรียนในมหาวิทยาลัย ผู้เรียนคาดหวังว่าต้องมีงานทำหลังจบการศึกษา (Gorgodze et al., 2019) และการออกแบบหลักสูตรการเรียนแบบออนไลน์จำเป็นต้องให้ระบุรายละเอียดที่จำเป็นให้ชัดเจน เช่น เนื้อหาหลักสูตร เป้าหมายการศึกษา โครงสร้างหลักสูตร และผลลัพธ์ของหลักสูตรในลักษณะที่สอดคล้องกัน เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าการเรียนด้วยระบบ e-Learning เป็นประโยชน์สำหรับตัวผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนใช้ระบบและทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผู้สอนจะต้องตอบคำถามอย่างรวดเร็วและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานที่ได้มอบหมายให้ผู้เรียนในช่วงเวลาที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนแบบออนไลน์ได้มีส่วนร่วมกับผู้สอน ได้โต้ตอบกับผู้สอน คำแนะนำจากผู้สอนมีประโยชน์ต่อผู้เรียนเป็นอย่างมาก จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย (Almaiah & Alyoussef, 2019) แนวทางการส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษา ด้านหลักสูตรควรจัดทำหลักสูตรที่สนับสนุนให้นักศึกษามีสมรรถนะด้านดิจิทัล ควรส่งเสริมให้นักศึกษานำความรู้ทางเทคโนโลยีดิจิทัลใหม่ ๆ มาใช้ในการเรียนรู้ และมีความฉลาดทางดิจิทัล รู้เท่าทันเทคโนโลยี การประเมินการเรียนรู้ควรบูรณาการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการประเมินการเรียนรู้ ควรจัดหาสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ที่ทันสมัยและมีความเหมาะสม เพื่อใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ และควรสนับสนุนและ ส่งเสริมให้อาจารย์มีความรู้และบูรณาการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน (Phakham et al., 2021)

2.2 ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System - LMS)

LMS คือ ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย หรือระบบการจัดการเรียนการสอนระบบออนไลน์ ที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้อิสระทุกที่ทุกเวลา มีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการเรียน มีส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับผู้สอน ผู้เรียน และผู้ดูแลระบบ ได้แก่ ระบบบริหารจัดการรายวิชา ระบบจัดการสร้างเนื้อหาและกิจกรรม ระบบจัดการบทเรียน ระบบจัดการกิจกรรมแบบฝึกหัด ระบบจัดการแบบทดสอบ ระบบจัดการผู้เรียน ระบบเครื่องมือช่วยจัดการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ และจัดกระบวนการเรียนรู้ การเข้าใช้ การเก็บข้อมูล การรายงานผล รวมทั้งระบบบริหารจัดการสำหรับผู้ดูแลระบบ ซึ่งระบบเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันและการสื่อสารให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้รูปแบบการสอน มีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์และ

เป้าหมายการเรียนที่กำหนดไว้ โปรแกรมระบบบริหารจัดการเรียนรู้ Moodle เป็นระบบ LMS และเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีบูรณาการการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือสำหรับจัดการการเรียนการสอนออนไลน์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Jeong, 2017; Tirtanawati & Prastiwi, 2022) องค์ประกอบหลักของระบบ Moodle LMS มี 5 ระบบที่สำคัญ คือ

1. ระบบจัดการหลักสูตร (Course Management System) ได้แก่ การสร้างรายวิชา จัดจัดการเนื้อหาของบทเรียนในรายวิชา ทั้งรูปแบบ ข้อความ หรือ ไฟล์เอกสาร หรือวิดิโอ และอื่น ๆ จัดทำการเชื่อมโยงแหล่งค้นคว้าข้อมูล จัดทำกิจกรรมเสริม เช่น แบบฝึกหัด แบบทดสอบ และอื่น ๆ

2. ระบบบริหารจัดการข้อมูลผู้เรียน (User Management System) ได้แก่ ระบบบริหารจัดการผู้ใช้งานสามารถจัดกลุ่มผู้ใช้ตามการเข้าใช้งานได้หลายระดับ เช่น กลุ่มผู้ใช้ระดับผู้สอน กลุ่มผู้ใช้งานระดับผู้เรียน กลุ่มผู้ใช้งานระดับผู้ดูแลระบบ ระบบตรวจสอบสิทธิ์สมาชิกผู้ใช้งาน และการเก็บรายละเอียดข้อมูลผู้ใช้ รวมถึงผู้เรียนสามารถใช้งานจากระบบ LMS ได้ดังนี้

2.1 สามารถเลือกศึกษาตามอัธยาศัย

2.2 เรียนรู้ได้โดยอิสระจากทุกที่ทุกเวลา ทุกอุปกรณ์

2.3 มีระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน

2.4 มีเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

2.5 ออกแบบบทเรียนให้มีเนื้อหาน่าสนใจ

2.6 เก็บประวัติการเรียน และมีการรับรองผลการเรียน

2.7 มีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการเรียนเช่น ตารางนัดหมาย ระบบแจ้งเตือนกิจกรรม

2.8 มีเครื่องกำหนดคุณลักษณะการเข้าถึงที่จำกัด (Restrict Access) ช่วยให้ผู้สอนสามารถกำหนดเงื่อนไขการเข้าเรียนรู้ของกิจกรรมใด ๆ ได้ เช่น เงื่อนไขวันที่เปิดให้เข้าเรียนรู้ เงื่อนไขเกรดที่ได้รับก่อนเข้าทำกิจกรรม หรือหลังทำกิจกรรม กำหนดเงื่อนไขให้เข้าได้เฉพาะกลุ่ม หรือต้องทำกิจกรรมให้เสร็จสิ้นก่อน

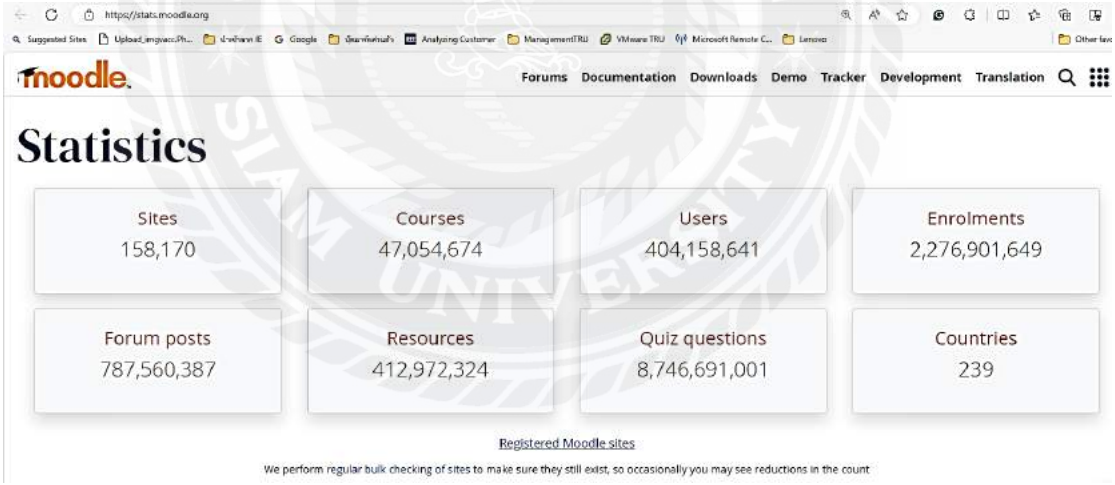
3. ระบบตรวจสอบกิจกรรม และการทดสอบและประเมินผล (Test & Tracking Management System or Course Completion) ได้แก่ กิจกรรมแบบทดสอบ การบ้าน ระบบทดสอบประเมินผลการเรียน ระบบติดตามการเรียนตามเงื่อนไข Activity Completion (Moodle Pty Ltd, 2020)

4. ระบบส่งเสริมการเรียน และปฏิสัมพันธ์ (Communication Management System) เป็นส่วนส่งเสริมการเรียนให้มีการติดต่อสื่อสารกัน ทั้งระหว่างผู้สอนกับผู้สอน ผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียน ซึ่งมีทั้งรูปแบบ Online และ Offline ได้แก่ ฟอรัมที่ช่วยให้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถ

แลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยการโพสต์ความคิดเห็น, Messaging Notifications, E-mail, Chat, News และ Calendar เป็นต้น (Moodle Pty Ltd, 2020)

5. ระบบบริหารจัดการแกนกลางระบบ หรือระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ (Managing a LMS Site) เป็นระบบสำคัญสำหรับการบริหารภาพรวมทั้งหมดตั้งแต่ระบบกำหนดรูปแบบการเข้าใช้งานระบบ (Authentication) ระบบบริหารจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน (Managing Accounts) ระบบกำหนดสิทธิ์การใช้งานระบบ (Roles and Permissions) ระบบจัดการให้ผู้เรียนเข้าเรียนในรายวิชา (Enrolments) ระบบสำรองข้อมูล (Backup) ระบบกู้คืนรายวิชา (Course Restore) ระบบความปลอดภัย (Security) ระบบจัดเครื่องแม่ข่าย (Server Settings) เป็นต้น (Moodle Pty Ltd, 2020)

โปรแกรมระบบบริหารจัดการเรียนรู้ Moodle เป็นโปรแกรมโอเพนซอร์ส (Open Source) ที่ได้รับความนิยมทั่วโลก มีชื่อเต็มว่า Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment มีการลงทะเบียนใช้งานมากถึง 239 ประเทศ จำนวน 158,170 Sites และ 47,054,674 Courses (รูปที่ 2.1) ผู้ใช้สามารถนำไปติดตั้งใช้งานได้ภายใต้เงื่อนไขที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ทำการแก้ไข ดัดแปลงและเผยแพร่ซอร์สโค้ดได้ ภายใต้เงื่อนไขข้อตกลงทางกฎหมาย GNU General Public License (Moodle Pty Ltd, 2020)

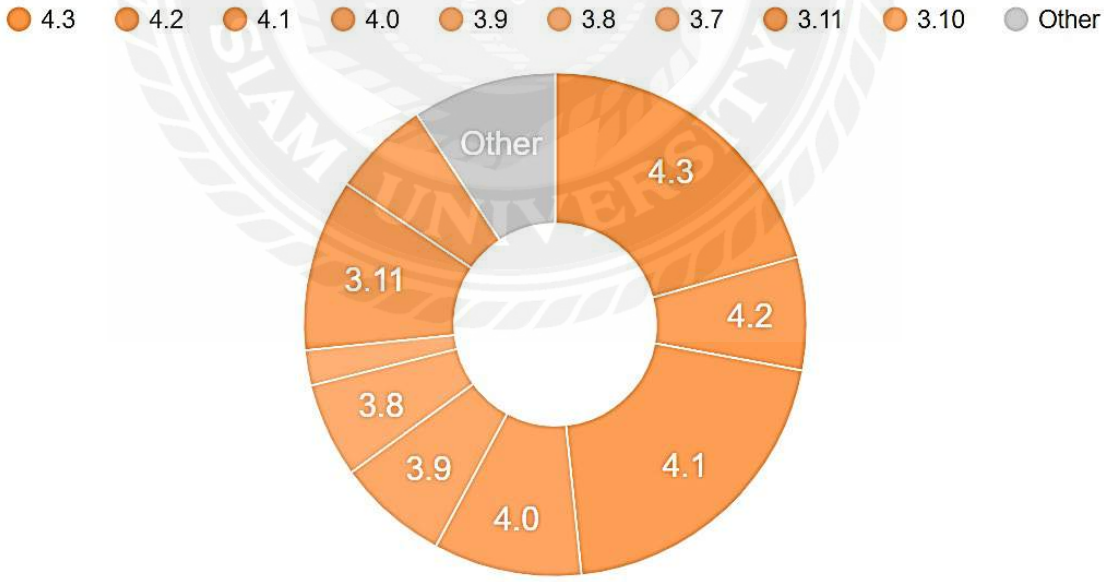


รูปที่ 2.1 สถิติการลงทะเบียนใช้งานระบบ LMS Moodle (Moodle Pty Ltd, 2021)

Top 10 from 239 countries by registrations

Country	Registered sites
Spain	13,525
United States	12,613
Germany	9,454
Mexico	7,864
Brazil	7,701
Indonesia	5,766
Russian Federation	5,640
France	5,537
Italy	4,542
Colombia	4,421

รูปที่ 2.2 สถิติ 10 ประเทศที่ลงทะเบียนใช้งานระบบ LMS Moodle สูงสุด (Moodle Pty Ltd, 2020)



รูปที่ 2.3 สถิติการงานระบบ LMS Moodle ในแต่ละ Version (Moodle Pty Ltd, 2020)

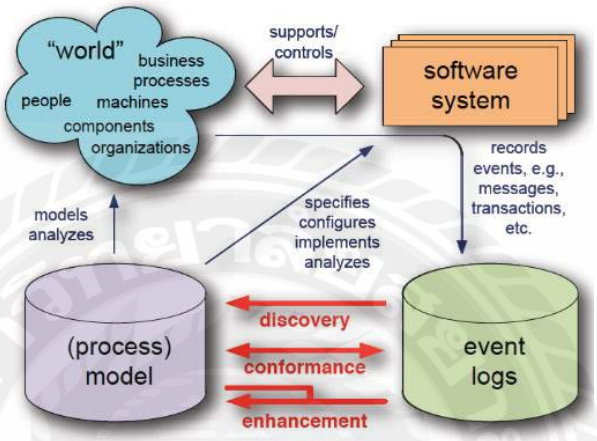
2.3 ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)

Big Data คือ เป็นข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีปริมาณข้อมูลจำนวนมากมหาศาลที่จัดเก็บโดยระบบสารสนเทศของแต่ละองค์กร ทุกแง่มุม ทุกรูปแบบ เป็นได้ทั้งข้อมูลที่มีโครงสร้างชัดเจน (Structured Data) เช่น ข้อมูลที่เก็บอยู่ในตารางข้อมูลต่าง ๆ ของระบบสารสนเทศ หรือข้อมูลกึ่งมีโครงสร้าง (Semi-Structured Data) เช่น ข้อมูลล็อกไฟล์ (Log Files) หรือข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Data) เช่น ข้อมูลที่มีการโพสต์ผ่านสื่อสังคมเครือข่าย (Social Network) (Wiboonyasake, 2019) คุณลักษณะสำคัญของ Big Data คือ ต้องเป็นข้อมูลที่มีจำนวนมากขนาดมหาศาล (Volume) มีความซับซ้อนหลากหลาย (Variety) มักเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอยู่ตลอดเวลา (Velocity) และยังไม่สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลที่สมบูรณ์เพื่อนำมาใช้ในการประกอบการพิจารณาได้ (Veracity) จากการศึกษาพบว่าข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ของระบบ e-Learning มีการจัดเก็บ Event Logs พฤติกรรมการคลิกเข้าทำกิจกรรมการเรียนผ่านระบบ e-Learning ไว้ในฐานข้อมูล จัดเก็บข้อมูลในรูปแบบที่มีโครงสร้างชัดเจน (Structured Data) และต่อเนื่องข้อมูลมีจำนวนมากจนสามารถเรียกได้ว่าข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) การนำข้อมูลมาใช้ให้เกิดประโยชน์นั้นจะต้องมีการจัดการข้อมูล รวมถึงพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูล โดยต้องคำนึงถึงความเร็วในการประมวลผลข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจ เช่น การออกแบบตารางจัดเก็บข้อมูลแบบ Denormalized, การแบ่งข้อมูล (Partitioning) เหมาะกับแอตทริบิวต์ที่มี Cardinality ต่ำ และต้องยึดตามคุณลักษณะแอตทริบิวต์ที่เฉพาะเจาะจงเป็นตัวกรองใน Queries เช่น ประเทศ จังหวัด แผนก หรือ ปีการศึกษา เป็นต้น และหลีกเลี่ยงการแบ่งข้อมูล (Partitioning) มากเกินไป (Costa et al., 2019) ซึ่งข้อมูล Event Logs ของ LMS Moodle สามารถประยุกต์ใช้เทคนิคเหมืองกระบวนการเพื่อค้นหาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนรู้ผ่านระบบได้ (Huser, 2012; Nammakhunt & Sooksai, 2019; W. M. P. van der Aalst, 2011)

2.4 เหมืองกระบวนการ (Process Mining)

เหมืองกระบวนการ (Process mining) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่เน้นไปที่พฤติกรรมที่อยู่ในข้อมูลของบันทึกเหตุการณ์ (Event log) โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 3 ประการ ได้แก่ 1) การค้นพบกระบวนการ (Process Discovery) 2) การตรวจสอบความสอดคล้อง (Conformance Checking) และ 3) การปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้น (Enhancement) (รูปที่ 2.4) โดยแสดงผลเป็น Process Map (Van Der Aalst, 2001) ของกิจกรรมที่เกิดจากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการค้นหาว่าผู้คน และ/หรือขั้นตอนการทำงานในแต่ละกระบวนการเป็นอย่างไร สามารถวิเคราะห์เดลต้า (Delta Analysis) เพื่อหาความแตกต่างระหว่างชุดข้อมูลในแต่ละสถานการณ์ที่

เป็นไปได้ สามารถทดสอบความสอดคล้องของแบบจำลองกระบวนการ โดยเปรียบเทียบกับแบบจำลองดั้งเดิม หรือเปรียบเทียบกับกระบวนการในทางทฤษฎี (Van Der Aalst, 2005) เพื่อใช้ศึกษากระบวนการที่เป็นไปได้ในการพัฒนากระบวนการดำเนินงาน หรือวางแผนการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งภาคธุรกิจ ภาคการศึกษา ภาครัฐ และอื่น ๆ (Van Der Aalst, 2016)



รูปที่ 2.4 ภาพรวมของการทำเหมืองกระบวนการ (Van Der Aalst, 2016)

1. การค้นพบกระบวนการ (Process Discovery)

การค้นพบกระบวนการจะเป็นเทคนิคในการนำบันทึกเหตุการณ์มาสร้างแบบจำลองของกระบวนการทำงานได้ การค้นพบกระบวนการช่วยในการตรวจสอบปัญหาคอขวดหรือข้อผิดพลาดที่มีอยู่ในระบบ จึงเป็นที่นิยมของหลายองค์กรในการจัดทำเป็นลำดับแรกเมื่อต้องการวิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และเป็นเทคนิคพื้นฐานของเหมืองกระบวนการ เพียงแค่ใช้บันทึกเหตุการณ์ในการทำงานจริง (Mukala et al., 2015) โดยพื้นฐานเริ่มจาก α-algorithm และถูกนำไปประยุกต์ใช้กับอัลกอริทึมที่เกี่ยวกับการค้นพบกระบวนการอีกหลายอัลกอริทึม

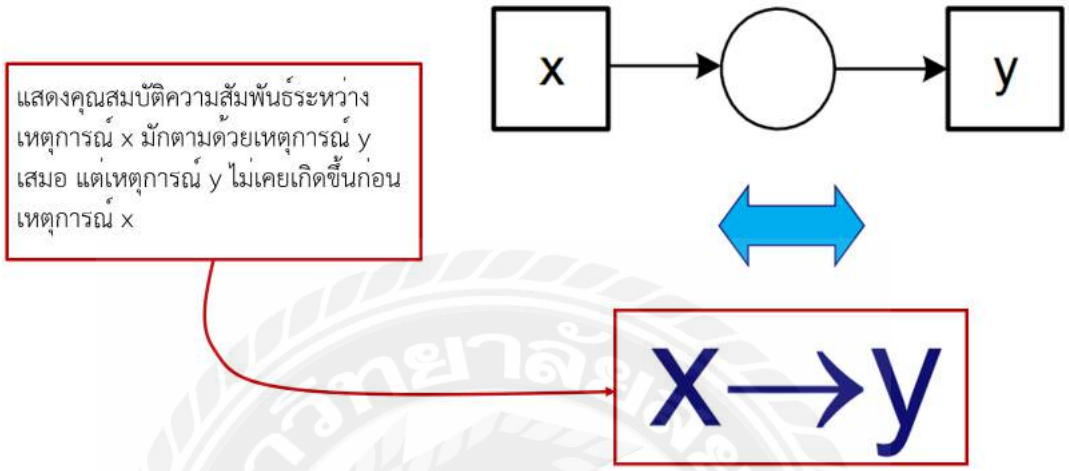
คุณสมบัติความสัมพันธ์ของ α-algorithm ประกอบด้วย $>, \longrightarrow, ||, \#$

1) Direct Succession: $x > y$ หมายถึง คุณสมบัติความสัมพันธ์แบบการสืบทอดโดยตรง คือ เหตุการณ์ y จะเกิดหลังเหตุการณ์ x

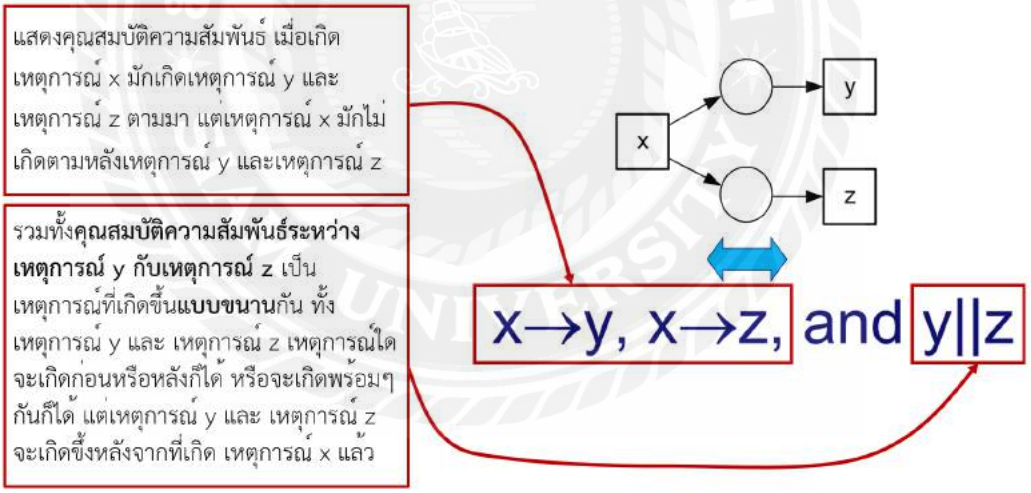
2) Causality: $x \longrightarrow y$ หมายถึง คุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ x จะตามด้วยเหตุการณ์ y เสมอ ดังนั้นเหตุการณ์ y จะไม่เกิดขึ้นก่อนเหตุการณ์ x

3) Parallel: $x \,||\, y$ หมายถึง คุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแบบขนานกัน เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ x เกิดขึ้นขนานกับเหตุการณ์ y แต่บางครั้งเหตุการณ์ y เกิดก่อนและตามด้วยเหตุการณ์ x หรือบางครั้งเหตุการณ์ x เกิดก่อนและตามด้วยเหตุการณ์ y

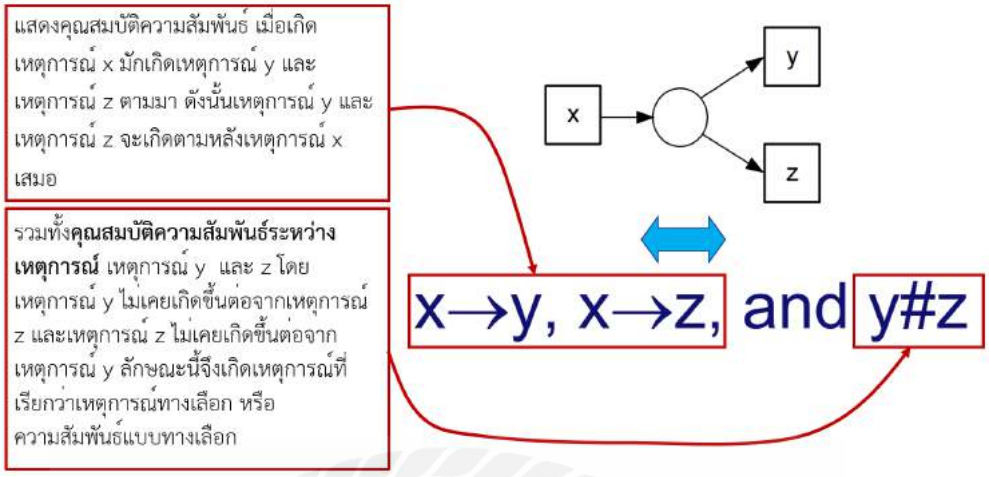
4) Choice: x # y หมายถึง คุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ โดยเหตุการณ์ x ไม่เคยเกิดขึ้นต่อจากเหตุการณ์ y และเหตุการณ์ y ไม่เคยเกิดขึ้นต่อจากเหตุการณ์ x ลักษณะนี้เรียกว่าเกิดทางเลือก หรือเกิดความสัมพันธ์ทางเลือก



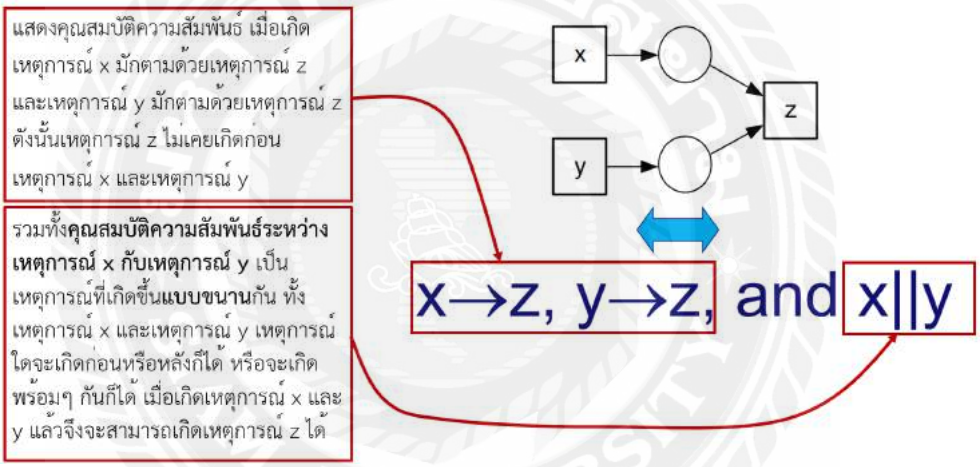
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างคุณสมบัติความสัมพันธ์ แบบ Causality: x ⟶ y



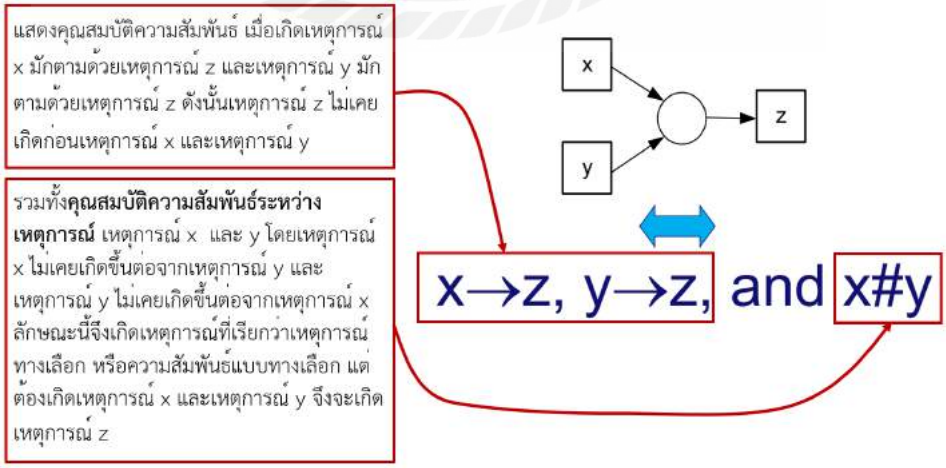
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างคุณสมบัติความสัมพันธ์ แบบ Parallel: y || z



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างคุณสมบัติความสัมพันธ์ แบบ Choice: y # z



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างคุณสมบัติความสัมพันธ์ แบบ Parallel: x || y



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างคุณสมบัติความสัมพันธ์ แบบ Choice: x # y

2. การตรวจสอบความสอดคล้อง (Conformance Checking)

การตรวจสอบความสอดคล้อง คือ การจำลองสถานการณ์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมของแบบจำลองจากบันทึกข้อมูลจริงกับบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมที่สังเกตได้ การตรวจสอบความสอดคล้องมีความเกี่ยวข้องกับการจัดตำแหน่ง และการตรวจสอบทางธุรกิจ ตัวอย่างเช่นการบันทึกเหตุการณ์ของธุรกิจจากขั้นตอนแรกของกระบวนจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการหลาย ๆ เหตุการณ์มาตรวจสอบ เพื่อหาการเบี่ยงเบนที่ไม่พึงประสงค์ซึ่งมีข้อบ่งชี้ว่ามีพฤติกรรมในการทุจริตหรือไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้องในการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม เพื่อการค้นหากระบวนการและซ่อมแซมแบบจำลองที่ไม่สอดคล้องกันกับความเป็นจริง

3. การปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้น (Enhancement)

การปรับปรุงหรือขยายแบบจำลองกระบวนการที่มีอยู่ด้วยการใช้บันทึกเหตุการณ์ของกระบวนการจริงขององค์กรเพิ่มประสิทธิภาพ หรือปรับปรุงกระบวนการที่ผิดพลาดหรือล่าช้าหลังจากการตรวจสอบความสอดคล้องโดยอยู่บนหลักข้อมูลจริงที่ได้เก็บมาบนระบบฐานข้อมูล เพื่อสะท้อนความเป็นจริงให้ชัดเจน

ดังนั้นเป้าหมายของการทำ Process Mining คือ การนำข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการบันทึกเหตุการณ์ มาศึกษาถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นว่าแต่ละเหตุการณ์ มีกิจกรรมอะไรเกิดขึ้น มีบุคคลหรือหน่วยงานใดที่มีส่วนร่วมในแต่ละเหตุการณ์ หรือแต่ละกิจกรรม และทุกกิจกรรมที่ดำเนินการมีการบันทึกวันเวลา (Timestamp) ไว้ทุกครั้งตามลำดับ เพื่อค้นหาลักษณะที่ดีของห่วงโซ่กระบวนการที่ขับเคลื่อนด้วยเหตุการณ์ (EPC : Event-driven Process Chain) ที่เป็นไปได้ (W. M. P. van der Aalst, 2005) ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิค Process Mining มาประยุกต์ใช้ในการค้นหากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนรู้แบบออนไลน์ผ่านระบบ e-Learning ซึ่งเทคนิค Process Mining นั้นมีความสามารถสูงในการค้นพบกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนผ่านสื่อวิดิโอ จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่มีความซับซ้อน สามารถตัดโมเดลที่ไม่เกี่ยวข้องออก โดยนำเสนอเฉพาะด้านและส่วนที่แสดงถึงพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องหรือโดดเด่น ทำให้แบบจำลองที่ค้นพบสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย มีประโยชน์ต่อทั้งผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้านการศึกษา (Genivan et al., 2020)

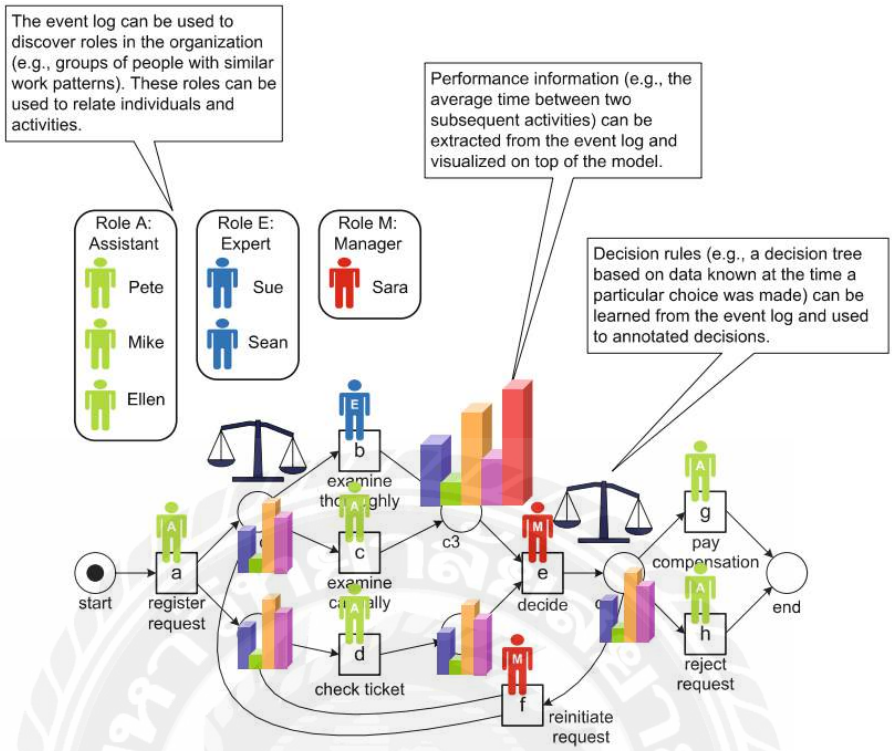
2.5 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event Logs)

บันทึกเหตุการณ์ (Event Logs) คือ ชุดข้อมูลที่เป็นข้อมูลจริงจากระบบโดยส่วนสำคัญประกอบด้วยกรณี (Case) กิจกรรม (Activity) ทรัพยากร (Resource) และประทับเวลา (Timestamp) (วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์, 2558) การออกแบบจะต้องคำนึงถึง Data Requirements ของ Process Mining Analysis และจะต้องทราบถึงความต้องการของอัลกอริทึมแต่ละตัวก่อนที่จะ

ออกแบบบันทึกเหตุการณ์ เพื่อให้ได้บันทึกเหตุการณ์ที่ตรงตามความต้องการก่อนการวิเคราะห์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งเขตข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ขั้นต่ำ ต้องมีอย่างน้อย 3 องค์ประกอบ คือ Case ID, Activity, และ Timestamp ในที่นี้ Case ID คือ รหัสของกรณีที่สามารถบ่งบอกถึงขอบเขตของกระบวนการที่เกิดขึ้น Activity คือ ชื่อของกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนหรือลำดับ และรายละเอียดที่เกิดขึ้นในแผนผังกระบวนการ Timestamps คือการประทับวันเวลาสำหรับกำหนดลำดับของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ กรณีที่ต้องการ Filtering ข้อมูล สามารถเพิ่มเติมองค์ประกอบอื่น ๆ (Other Attributes) เพื่อใช้ในการ Filtering ข้อมูลได้ เช่น ต้องการทราบพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาแยกตามรายวิชา หรือแยกตามกลุ่ม หรือแยกตามเกรดที่สอบได้ (Fluxicon BV, 2022) (รูปที่ 2.10) ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เกิดขึ้นจากร่องรอยของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศที่ได้เข้าใช้งานระบบย่อยภายในระบบสารสนเทศ และระบบได้บันทึกข้อมูลเหล่านั้นไว้รูปแบบของ logfile หรือ ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ เกิดขึ้นจากการรวบรวมข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการค้นหากระบวนการทำงานของธุรกิจนั้น ๆ ดังเช่นแบบจำลองกระบวนการในองค์กร (รูปที่ 2.11)

	CaseID	Timestamp	Medium	Activity	Service Line	Urgency
1	case9700	20.8.09 11:46	Phone	Registered	1st line	0
2	case9700	20.8.09 11:50	Phone	Completed	1st line	0
3	case9701	23.9.09 12:23	Phone	Registered	1st line	0
4	case9701	23.9.09 12:27	Phone	Completed	1st line	0
5	case9705	20.10.09 14:21	Phone	Registered	Specialist	2
6	case9705	20.10.09 16:48	Phone	At specialist	Specialist	2
7	case9705	19.11.09 10:31	Phone	In progress	Specialist	2
8	case9705	19.11.09 10:32	Phone	Completed	Specialist	2
9	case3939	15.10.09 11:48	Mail	Registered	Specialist	2
10	case3939	15.10.09 11:48	Mail	Offered	Specialist	2
11	case3939	20.10.09 17:18	Mail	In progress	Specialist	2
12	case3939	20.10.09 17:19	Mail	At specialist	Specialist	2
13	case3939	21.10.09 14:49	Mail	In progress	Specialist	2
14	case3939	21.10.09 14:49	Mail	In progress	Specialist	2
15	case3939	28.10.09 10:17	Mail	In progress	Specialist	2
16	case3939	28.10.09 10:18	Mail	Completed	Specialist	2
17	case9704	20.10.09 14:19	Mail	Registered	1st line	0
18	case9704	20.10.09 14:24	Mail	Completed	1st line	0
19	case9703	20.10.09 14:40	Phone	Registered	1st line	0
20	case9703	20.10.09 14:58	Phone	Completed	1st line	0
21	case9702	24.8.09 12:24	Mail	Registered	2nd line	2
22	case9702	24.8.09 12:30	Mail	Offered	2nd line	2
23						

รูปที่ 2.10 ข้อมูลตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Fluxicon BV, 2022)



รูปที่ 2.11 แบบจำลองกระบวนการในองค์กร (Van Der Aalst, 2016)

2.6 อัลกอริทึม ฟัซซี ไมเนอร์ (Fuzzy Miner)

Fuzzy Miner เป็นอัลกอริทึมที่มีตัวชี้วัดที่สามารถสนับสนุนด้านการลดความซับซ้อนของกระบวนการด้าน Process Mining ที่ใช้เพื่อวิเคราะห์และจำลองกระบวนการธุรกิจมี 2 ตัวชี้วัด ได้แก่ Significance และ Correlation โดย Significance จะประเมินจากความถี่ของเหตุการณ์ที่ถูกค้นพบบ่อย หรือความสัมพันธ์กับกิจกรรมอื่นที่พบบ่อยกว่าจะถือว่ามีนัยสำคัญมากกว่า ดังนั้น พฤติกรรมที่มีนัยสำคัญมากจะยังคงอยู่ใน Simplified Model ส่วน Correlation จะประเมินพฤติกรรมที่มีนัยสำคัญน้อยกว่า แต่มีความสัมพันธ์สูง จะยังคงอยู่ในแบบจำลองแต่จะซ่อนอยู่ในคลัสเตอร์ภายใน Simplified Model และพฤติกรรมที่มีนัยสำคัญน้อยกว่าและสัมพันธ์กันต่ำถูกนำออกจาก Simplified Model (Günther & Van Der Aalst, 2007) โดยมีพื้นฐานมาจาก α-algorithm ซึ่งมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาบันทึกเหตุการณ์ขนาดใหญ่ในรูปแบบ “Spaghetti-like” หรือแบบจำลองที่ไม่มีโครงสร้างโดยตรง ในระยะเริ่มแรกอัลกอริทึม Fuzzy Miner เป็นส่วนหนึ่งของซอฟต์แวร์ ProM ที่เป็นชุดเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์เหมืองกระบวนการ ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถค้นหากระบวนการที่เกิดขึ้นจากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ สามารถค้นหาคุณค่าของจากข้อมูลจำนวนมาก แต่ข้อมูลนั้นจะต้องไม่มีโครงสร้าง หรือกิจกรรมของกระบวนการที่ขัดแย้งซึ่งกันและกัน อัลกอริทึม Fuzzy Mining มีความแม่นยำ สามารถลดความซับซ้อนของแบบจำลอง เน้นกิจกรรมและกระบวนการที่เกิดขึ้นบ่อย อธิบายให้เห็นถึงพฤติกรรมชัดเจนง่ายต่อการทำความเข้าใจ

(Nammakhunt & Sooksai, 2019; Weijters et al., 2007) ดังนั้น Fuzzy Miner เป็นอัลกอริทึมที่เหมาะสำหรับนำมาใช้ค้นหากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนแบบ Online ซึ่งพฤติกรรมของผู้เรียนส่วนใหญ่เป็นแบบไม่มีโครงสร้าง สามารถคลิกทำกิจกรรมใดก่อนหลังก็ได้ ทำให้พฤติกรรมการใช้งานระบบมีกิจกรรมเกิดขึ้นจำนวนมาก มีความซับซ้อนสูง

2.7 แผนภูมิแบบจุด (Dotted Chart)

Dotted Chart แผนภูมิแบบจุด ใช้เพื่อวิเคราะห์ความผันแปรในความถี่ของกิจกรรมสำหรับเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ทราบว่าความถี่ในการเข้าเรียนของแต่ละกลุ่ม ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร โดยสังเกตได้จากความถี่ของจุด และความต่อเนื่องของจุดที่แสดงผลในแผนภูมิแบบจุด ซึ่งในแผนภูมิได้แสดงเซสชั่น ของผู้เรียนแต่ละคนสอดคล้องกับจำนวน Case (An Instance of The Process) โดยแสดงเป็นเส้นแนวนอนในแผนภูมิแบบจุด ตามจำนวนกรณีที่เกิดขึ้น ในหนึ่งเส้น คือ การทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน จุดในแต่ละเส้นแสดงให้เห็นถึงการติดตามการเข้าทำกิจกรรมตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการ สีของจุดแสดงถึงความแตกต่างของระดับสิ่งที่ต้องการวัดผล (Genivan et al., 2020)

2.8 เครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco)

Fluxicon Disco เป็นซอฟต์แวร์ทางธุรกิจที่ใช้ในการทำ Process Mining ที่สามารถค้นพบกระบวนการโดยอัตโนมัติ (Automated Process Discovery) สามารถสร้างแผนภาพกระบวนการได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม มีความชาญฉลาดในการประมวลผลจากข้อมูลดิบได้โดยอัตโนมัติ เป็นมิตรกับผู้ใช้ มีความสะดวกในการใช้และเรียนรู้โดยไม่จำเป็นต้องมีประสบการณ์ในการทำเหมืองกระบวนการ (เปรมชัยสวัสดิ์, 2015) สามารถกรองกระบวนการจากกิจกรรม หรือเส้นทางของกระบวนการได้ ถึงแม้ว่ากระบวนการจะใหญ่ หรือมีความซับซ้อน มีความรวดเร็ว สามารถดูกระบวนการที่ค้นพบด้วยมุมมองแบบ Birds-Eye แสดงข้อมูลสถิติโดยละเอียดที่สามารถเจาะลึกถึงข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรม ทรัพยากร แต่ละรายการ รวมถึงสามารถนำเข้าข้อมูลจากระบบที่ต้องการวิเคราะห์ได้ง่ายด้วยการสนับสนุนรูปแบบไฟล์ที่หลากหลาย เช่น CSV, MS Excel ที่ซับซ้อนได้ มีการจัดเรียงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ส่งออกข้อมูลในรูปแบบ MXML หรือ XES (eXtensible Event Stream) ที่สามารถนำไปประมวลผลผ่าน ProM ได้ รวมทั้งมีความสามารถในการค้นพบและสร้างแผนภาพของกระบวนการจากข้อมูลที่นำเข้า (Process Discovery) ตรวจสอบว่ากระบวนการที่ถูกจำลองตรงกับกระบวนการที่เป็นไปตามจริงหรือไม่ (Conformance Checking) มีเครื่องมือในการวิเคราะห์ขั้นสูง (Enhanced Analysis) เช่น การวิเคราะห์สาเหตุหลัก (Root Cause Analysis), การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ (Performance Analysis), และ การวิเคราะห์แบบแปรผัน (Variant Analysis) (Fluxicon BV, 2022)

2.9 ชุดเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์เหมืองกระบวนการ (ProM)

ProM เป็นชุดเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์เหมืองกระบวนการ (Extensible Framework) มีความหลากหลายของโปรแกรมส่วนเสริม (Plug-in) ProM เป็นโปรแกรมโอเพนซอร์ส (Open-Source) ที่มีชุดของเครื่องมือที่ใช้ในการสนับสนุนเทคนิคในการทำเหมืองกระบวนการที่หลากหลาย โดยการสนับสนุน สถาปัตยกรรมแบบ Plug-in ทำให้นักวิจัยสามารถเพิ่มอัลกอริทึมใหม่ ๆ เข้าไปเพิ่มเติมได้ ProM ใช้ข้อมูลเข้าในรูปแบบของ MXML, SA-MXML, XES หรือ CSV (เปรมชัยสวัสดิ์, 2015) สามารถดาวน์โหลดใช้งานภายใต้ใบอนุญาต Open Source GNU Public License (GPL) ที่ https://www.promtools.org/ (Nammakhunt et al., 2012; Weijters et al., 2007) ProM ได้มีการพัฒนาทางด้าน การค้นหากระบวนการ (Process Discovery) ช่วยให้สามารถค้นพบและสร้างแผนภาพของกระบวนการจากข้อมูลที่นำเข้าได้ สามารถตรวจสอบกระบวนการ (Conformance Checking) ว่ากระบวนการที่ถูกจำลองตรงกับกระบวนการที่เป็นไปตามจริงหรือไม่ ได้แนวทางการปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้น (Enhancement) รวมทั้งสามารถทำความสะอาดข้อมูลและแปลงรูปแบบข้อมูลให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ (Data Cleaning and Transformation) สนับสนุนอัลกอริทึมหลายรูปแบบและหลากหลายภาษา เช่น Petri nets, EPCs, Social Networks, Dotted Chart เป็นต้น (Ana Karla Alves de Medeiros and A.J.M.M. (Ton) Weijters, ProM Framework Tutorial)

2.10 วิทยาศาสตร์กระบวน (Process Science)

วิทยาศาสตร์กระบวนการเป็นรวมความรู้จากเทคโนโลยีสารสนเทศ ความรู้จากวิทยาการจัดการเพื่อปรับปรุง และดำเนินกระบวนการปฏิบัติงาน (รูปที่ 2.12)

รูปที่ 2.12 องค์ประกอบวิทยาศาสตร์กระบวน (Process Science) (Van Der Aalst, 2016)

การเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization) เป็นการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทั้งในด้านเวลา, ทรัพยากร, และความเสี่ยง เป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพ คือการทำให้กระบวนการทำงานสามารถได้ดีที่สุด แนวทางที่นิยม ได้แก่ Linear Programming (LP), Integer Linear Programming (ILP), ความพึงพอใจต่อข้อจำกัด และการเขียนโปรแกรมแบบไดนามิก

การจัดการการดำเนินงาน และการวิจัย (Operations Management & Research) เกี่ยวข้องกับการออกแบบ (Design) การควบคุม (Control) และการจัดการผลิตภัณฑ์ (Management of Products) กระบวนการ (Processes) บริการ (Services) และโซ่อุปทาน (Supply Chains) การวิจัยปฏิบัติการ (Operations Research: OR) มีแนวโน้มที่จะมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การจัดการการดำเนินงาน (Operations Management: OM) มีความคล้ายกับวิศวกรรมอุตสาหการและการบริหารธุรกิจมากขึ้น

การจัดการกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Management) คือ การผสมผสานแนวทางในการออกแบบ การวางแผน การดำเนินการ การควบคุม การวัดผล และการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการทางธุรกิจเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นไปตามเป้าหมายขององค์กร (Business Process Management: BPM) มักจะให้ความสำคัญกับคำอธิบาย แบบจำลองกระบวนการ (เช่น Petri Nets หรือ BPMN Models)

การทำเหมืองกระบวน (Process Mining) เป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์กระบวนการ ตัวอย่างเช่น เทคนิคการทำเหมืองกระบวนการ สามารถใช้เพื่อค้นหาแบบจำลองกระบวนการจากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ ด้วยการเล่นซ้ำข้อมูล เพื่อค้นหาปัญหาคอขวด และผลกระทบของการไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแนวทางการจัดการกระบวนการทางธุรกิจหลัก จุดเน้นไม่ได้อยู่ที่การสร้างแบบจำลองกระบวนการ แต่อยู่ที่การใช้ประโยชน์จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ บางครั้งคำว่า Workflow Mining (WM), Business Process Intelligence (BPI) และ Automated Business Process Discovery (ABPD) ใช้เพื่ออ้างถึงแนวทางที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลเป็นศูนย์กลาง Data-Driven Approaches)

การปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Improvement) การปรับปรุงและพัฒนากระบวนการทางธุรกิจเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น ตัวอย่างเช่น การจัดการคุณภาพโดยรวม (Total Quality Management: TOM), Kaizen, (Lean) Six Sigma, ทฤษฎีข้อจำกัด (Theory of Constraints: TOC) และการปรับรื้อกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Reengineering: BPR)

กระบวนการอัตโนมัติและการจัดการเวิร์กโฟลว์ (Process Automation & Workflow Management) การใช้เทคโนโลยีอัตโนมัติเพื่อประหยัดเวลาและทรัพยากรในการดำเนินงาน และการ

จัดการเวิร์กโฟลว์ (Workflow Management: WFM) มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาระบบข้อมูลที่สนับสนุนกระบวนการทางธุรกิจในการดำเนินงาน รวมถึงการกำหนดเส้นทางและการกระจายงาน ระบบเป็นแบบโมเดล กล่าวคือ โมเดลกระบวนการเพียงพอที่จะกำหนดค่าระบบข้อมูลและรันกระบวนการ เป็นผลให้กระบวนการสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการปรับเปลี่ยนแบบจำลองกระบวนการที่เกี่ยวข้อง

วิธีการอย่างเป็นทางการและทฤษฎีการ (Formal Methods & Concurrency Theory) การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการออกแบบและการพัฒนากระบวนการที่มีความน่าเชื่อถือและปลอดภัย บนรากฐานของวิทยาการคอมพิวเตอร์เชิงทฤษฎี โดยเฉพาะอย่างยิ่งแคลคูลัสเชิงตรรกะ ภาษาทางการ ทฤษฎีออโตมาตา และความหมายของโปรแกรม วิธีการอย่างเป็นทางการใช้ภาษาที่หลากหลายในการอธิบายกระบวนการ ตัวอย่างได้แก่ ระบบทรานซิชัน, Petri Nets, แคลคูลัสกระบวนการ เช่น CSP, CCS และแคลคูลัส ตรรกศาสตร์ชั่วคราว เช่น LTL และ CTL และแผนภูมิสถานะ ตัวตรวจสอบโมเดล เช่น SPIN สามารถใช้ในการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงตรรกะ เช่น การไม่มีการหยุดชะงัก การทำงานพร้อมกันทำให้การวิเคราะห์ซับซ้อน แต่ก็จำเป็นเช่นกัน ในความเป็นจริงบางส่วนของกระบวนการหรือระบบอาจดำเนินการพร้อมกันและอาจโต้ตอบระหว่างกัน Petri Nets เป็นรูปแบบแรกในการสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์กระบวนการที่เกิดขึ้นพร้อมกัน แนวทางการทำเหมืองแบบ BPM, WFM และกระบวนการจำนวนมากสร้างขึ้นจากรูปแบบที่เป็นทางการดังกล่าว (W. van der Aalst, 2016)

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

Günther and Van Der Aalst (2007) ทำการศึกษา Fuzzy Mining ลดความซับซ้อนของกระบวนการแบบปรับตัวตามเมตริกหลายมุมมอง (Fuzzy Mining Adaptive Process Simplification Based on Multi-Perspective Metrics) เพื่อเสนอแนวทางการทำเหมืองแบบกระบวนการใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาเหมืองกระบวนการซึ่งเป็นเทคนิคในการแยกแบบจำลองกระบวนการออกจากการบันทึกการดำเนินการเดิมที่มีปัญหาในการจัดการกับกระบวนการที่ไม่มีโครงสร้าง แบบจำลองที่ค้นพบมักมีลักษณะคล้ายสปาเก็ตตี้ซึ่งเป็นการแสดงรายละเอียดทั้งหมด โดยไม่แยกแยะว่าสิ่งใดสำคัญและสิ่งใดไม่สำคัญ

ธนพรรณ ทรัพย์ธนาดล (2554) ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนบทเรียนออนไลน์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ตามการรับรู้ของผู้บริหาร อาจารย์ และนักศึกษา รวมจำนวน 192 คน และนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนหลักสูตรภาคปกติจำนวน 500 คน ด้วยวิธีการวิจัยเชิงสำรวจ ซึ่งได้สอบถามถึงสภาพปัญหาของการเรียนบทเรียนออนไลน์ด้านเนื้อหาบทเรียน และด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการใช้สื่อและอุปกรณ์

ด้านการวัดและการประเมินผลระบบการเรียนการสอน และด้านจำนวนรายวิชาที่เปิดการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ผลการศึกษาพบว่า 1) ปัจจัยด้านผู้บริหารมีผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้านคุณภาพของการใช้สื่อและอุปกรณ์ ด้านจำนวนของรายวิชาที่เปิดการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต 2) ปัจจัยด้านอาจารย์มีผลต่อเนื้อหา การปฏิบัติการเรียน กิจกรรมการเรียน การใช้สื่อและอุปกรณ์ การวัดผลและการประเมินการสอนบทเรียนออนไลน์ 3) ปัจจัยด้านนักศึกษามีผลต่อเนื้อหาบทเรียน รูปแบบการปฏิบัติการการจัดการเรียนการสอน การจัดกิจกรรม คุณภาพของการใช้สื่อและอุปกรณ์ และการวัดผล และ 4) ปัจจัยด้านสถานศึกษามีผลเชิงบวกต่อในด้านเนื้อหาบทเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คุณภาพของการใช้สื่อและอุปกรณ์ส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนบทเรียนออนไลน์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

บุญญลักษม์ ตำนานจิตร (2565) ทำการศึกษาเรื่อง การจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนออนไลน์ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ โดยใช้การเรียนรู้ผ่านการเล่าเรื่องด้วยสื่อดิจิทัล เป็นการออกแบบกระบวนการเรียนการสอนเพื่อสร้างความสามารถในการทำงานเป็นทีมให้แก่นักศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรายวิชาการประชาสัมพันธ์และการตลาดสารสนเทศระหว่างก่อนเรียน กับหลังเรียน และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างก่อนเรียน กับหลังเรียน โดยใช้การเรียนรู้ผ่านการเล่าเรื่องด้วยสื่อดิจิทัล พบว่าผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังพบว่าความสามารถในการทำงานเป็นทีมของผู้เรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ผู้เรียนมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีจากการเรียนรู้ร่วมกัน สามารถช่วยในการจัดระบบความจำและการลำดับเนื้อหาของวิชาที่ศึกษาได้ดี สร้างความเข้าใจในการเรียนในรายวิชา ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจภาพรวมของเนื้อหาวิชาทั้งก่อนและหลังการเรียน นักศึกษาสามารถทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลาตามความต้องการ รวมทั้งการนำแนวคิด การเสริมต่อการเรียนรู้โดยเพื่อน ที่มีต่อการเกิดการเรียนรู้ของนักศึกษา มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนทำให้นักศึกษาสามารถช่วยเหลือกันและกันได้ในระดับใกล้ชิดมากกว่าผู้สอน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

Costa et al. (2019) ทำการวิจัยเรื่อง การประเมินการแบ่งพาร์ติชั่นและการเก็บข้อมูล กลยุทธ์สำหรับระบบคลังข้อมูลขนาดใหญ่บนไฮฟ์ (Evaluating Partitioning and Bucketing Strategies for Hive-Based Big Data Warehousing Systems) เพื่อประเมินผลกระทบของการแบ่งพาร์ติชั่นข้อมูลและการแบ่งกลุ่มข้อมูลในระบบที่ใช้ Hive ทดสอบกลยุทธ์การจัดระเบียบข้อมูลต่าง ๆ และตรวจสอบประสิทธิภาพของกลยุทธ์เหล่านั้นในประสิทธิภาพการสืบค้น ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นถึงข้อดีของการนำ Big Data Warehouses ไปใช้โดยอิงจากแบบจำลองดีนอร์มัลไลซ์และประโยชน์ที่เป็นไปได้ของการใช้กลยุทธ์การแบ่งพาร์ติชั่นที่เพียงพอ การกำหนดพาร์ติชั่นที่สอดคล้องแอตทริบิวต์ที่ใช้บ่อยในเงื่อนไข และตัวกรองของ Queries สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบในแง่

ของเวลาตอบสนองได้อย่างมาก ในการวัดประสิทธิภาพปริมาณงานที่มีความเข้มข้นมากขึ้นในเอกสารนี้ เวลาในการดำเนินการโดยรวมลดลงประมาณ 40% ได้รับการตรวจสอบแล้ว เช่นเดียวกันนี้ไม่ได้รับการตรวจสอบด้วยการใช้กลยุทธ์การฝากข้อมูล ซึ่งแสดงให้เห็นประโยชน์ที่เป็นไปได้ในสถานการณ์ที่เฉพาะเจาะจงมาก

Genivan et al. (2020) ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลจากการเรียนรู้ผ่านบทเรียนแบบวิดิโอในการศึกษาทางไกล มีการทดลองกับผู้เรียน 2 กลุ่ม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวมจำนวน 53 คน โดยจัดให้มีการแข่งขันกันทำกิจกรรมต่าง ๆ ในบทเรียน เมื่อจัดการการสอนไปแล้ว 4 สัปดาห์ พบว่ามีผู้เรียนเข้าเรียนผ่านบทเรียนวิดิโอจำนวน 29 คน มีการบันทึกเหตุการณ์การกระทำทั้งหมดของผู้เรียนจำนวน 4,003 เหตุการณ์ ตลอดทั้ง 4 สัปดาห์ เช่น กิจกรรมเปิดเว็บไซต์การแข่งขัน กิจกรรมการดูอันดับ หรือกิจกรรมการดูวิดิโอ โดยใช้เครื่องมือ ProM Tool Plugin ในการสร้าง Dotted Chart เพื่อแสดงความถี่ในการเข้าเรียนของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม พบว่ามีผู้เรียนเข้าเรียนจำนวน 47 คน และมี 6 คน ที่ไม่ได้เข้าเรียนทั้งที่มีการลงทะเบียนเรียน และพบว่าสามารถเห็นช่วงเวลาที่ผู้เรียนมีการโต้ตอบกับสื่อวิดิโอมากในช่วงเวลากิจกรรมใดที่ผู้เรียนเข้าทำบ่อยที่สุด มีแนวโน้มที่จะเข้าร่วม หรือออกกลางคันเป็นอย่างไร ใช้เครื่องมือ Disco ในการค้นหากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย Fuzzy Miner Algorithm ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเข้าดูวิดิโอ สามารถแสดงให้เห็นถึงความถี่การคลิกดูสื่อวิดิโอในแต่ละเซ็กเมนต์ แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของการคลิกบนสื่อวิดิโอจากเซ็กเมนต์ ไปยังอีกเซ็กเมนต์ มีการดูซ้ำ หรือย้อนกลับไปดูเซ็กเมนต์ก่อนหน้าหรือไม่

จริยาภรณ์ เจริญชีพ (2566) ได้สรุปแนวคิดด้านพัฒนาการเรียนรู้ของมนุษย์ของ อริสโตเติล นักปรัชญา, นักสังคมวิทยา, และ นักธรรมชาติวิทยาชาวกรีก ไว้ว่าพัฒนาการการเรียนรู้ของมนุษย์ในสมัยโบราณเริ่มต้นจากการเสาะแสวงหาความรู้ความจริงต่าง ๆ จากธรรมชาติและประสบการณ์ (Experience) ของตนเองที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ และได้กลายเป็นตัวแปร (Variables) หรือปัจจัยช่วยให้สามารถค้นพบคำตอบที่เป็นความรู้มากมาย จึงทำให้มนุษย์ฉลาดขึ้น รู้จักใช้สติปัญญา ความคิดและเหตุผลในการแก้ปัญหา และศึกษาข้อเท็จจริงต่าง ๆ

Daradoumis et al. (2013) ได้สรุปการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรเปิดออนไลน์ขนาดใหญ่ (MOOC) ประกอบด้วยด้านการออกแบบ การเปิดให้ผู้เรียนเข้าเรียนรู้ และการประเมินผล โดยได้สรุปไว้ว่า MOOC เป็นหนึ่งในวิธีที่มีความหลากหลายในการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ห่างไกลหรือผู้ด้อยโอกาส ในด้านการออกแบบการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบ MOOC ต้องให้ความสำคัญต่อจำนวนผู้เข้าใช้ระบบพร้อมกันในปริมาณมาก รวมถึงการมีส่วนร่วมของอาจารย์ผู้สอน ซึ่งพบว่าอาจารย์ผู้สอนมีส่วนร่วมระหว่างการเรียนค่อนข้างต่ำ เป็นความท้าทายอย่างมากสำหรับการออกแบบระบบการจัดการเรียนการสอน ส่วนด้านของความ

หลากหลายของผู้เรียน ทั้งทางด้านระดับวุฒิภาวะ ประสบการณ์ของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน การออกแบบหลักสูตรจึงต้องคำนึงถึงจำนวนผู้เข้าเรียนที่เข้าพร้อมกันจำนวนมาก ผู้เรียนที่มีภูมิหลังทางการศึกษาและวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน เพื่อไม่ให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่น่าเบื่อหน่าย เนื่องจากขาดความสามารถในการปรับตัวตามความต้องการเฉพาะและรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน จนส่งผลให้ผู้เรียนหยุดเรียนกลางคัน ร้อยละ 5 ถึง 15 ของกลุ่มอย่าง อย่างไรก็ตามควรออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนให้เหมาะกับผู้เรียนที่มีความหลากหลาย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนผ่าน MOOC นอกจากรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแล้วยังต้องคำนึกถึงการทดสอบเพื่อประเมินผลความรู้จะต้องมีการปรับเปลี่ยนตามกลุ่มผู้เรียนอยู่เสมอเพื่อป้องกันการทุจริต

ณฐภัทร ติณเวส และฐาปนีย์ ธรรมเมธา (2556) ทำการศึกษาเรื่องการศึกษารูปแบบการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ของอุดมศึกษาไทย ซึ่งเป็นหลักสูตรการเรียนการสอนแบบออนไลน์ แบบเปิดเสรี สามารถสมัครเข้าเรียนได้โดยไม่จำกัดจำนวน มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ที่ดีจากผู้ให้บริการ MOOC ที่มีชื่อเสียงในต่างประเทศ 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นในการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ของอุดมศึกษาไทย และ 3) เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ที่เหมาะสมกับสถาบัน อุดมศึกษาในประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัย คือ 1) ผู้ให้บริการ MOOC ระดับประเทศ ระดับสถาบันการศึกษา เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC โดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 18 แหล่งข้อมูล 2) ผู้เชี่ยวชาญในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ในอุดมศึกษา โดยเลือกเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) 3) ผู้ทรงคุณวุฒิที่เป็นผู้บริหารของสถาบันอุดมศึกษาที่มีการจัดการเรียนการสอนออนไลน์และมีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอน ด้วย Massive Open Online Course (MOOC) จำนวน 5 ท่าน เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบสังเคราะห์เอกสารการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ของต่างประเทศ 2) แบบวิเคราะห์สังเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นรูปแบบการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ของอุดมศึกษาไทย 3) แบบรับรองรูปแบบการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ของสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์คำสำคัญและวิเคราะห์ความถี่ของคำสำคัญ ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ของต่างประเทศ มี 7 องค์ประกอบหลักคือ ด้านการบริหารจัดการ ด้านระบบและการให้บริการ ด้านการสอน ด้านการวางแผนและการออกแบบด้านการนำไปใช้งาน ด้านประเมินผลการเรียนรู้ ด้านการประเมินหลักสูตร และด้านการบริหารจัดการและมี 22 องค์ประกอบย่อย 2) ความคิดเห็นในการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ของอุดมศึกษามีองค์ประกอบหลัก 5 องค์ประกอบคือ ด้านการบริหารจัดการ ด้านการออกแบบหลักสูตรการเรียนการสอน ด้านการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน ด้านการนำไปใช้และด้านการประเมิน

หลักสูตร 3) ผลการสังเคราะห์รูปแบบการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ของอุดมศึกษาไทยโดยผ่านการรับรองของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 องค์ประกอบ คือ ด้านการบริหารจัดการ ด้านการออกแบบหลักสูตรการเรียนการสอน ด้านการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน ด้านการนำไปใช้ และด้านการประเมินหลักสูตร

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยการสร้างและการรวบรวมบันทึกเหตุการณ์ในระบบ e-Learning เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยเหมืองกระบวนการ การพัฒนาทดลอง (Experimental Development) เพื่อสร้างและรวบรวมบันทึกเหตุการณ์จากระบบ และค้นหากระบวนการพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ เป็นงานที่ทำอย่างเป็นระบบ โดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กระบวนการ เป็นความรู้เทคโนโลยีสารสนเทศ จากวิทยาการจัดการเพื่อปรับปรุง และดำเนินกระบวนการปฏิบัติงาน ในบทนี้จะกล่าวถึงสาระสำคัญเกี่ยวกับวิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย มีขั้นตอนและกระบวนวิธีในการดำเนินการ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษากระบวนการเข้าใช้งานของนักศึกษาในระบบ e-Learning จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษากระบวนการจัดเก็บข้อมูล และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ เช่น การเข้าเรียนรู้เนื้อหารายวิชา การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ เพื่อออกแบบกระบวนการ การจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้เป็นไปตามโครงสร้างตารางที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเหมืองกระบวนการ

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ และการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยแสดงในมุมมองความถี่ของการเข้าทำกิจกรรมของนักศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม การทำซ้ำของกิจกรรม ความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมตลอดกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยอัลกอริทึม Fuzzy Miner

ขั้นตอนที่ 5 การเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ระหว่างนักศึกษาที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักศึกษาที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 ด้วยอัลกอริทึม Dotted Chart และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเข้าเรียน ระยะเวลาในการเข้าเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบ e-Learning

3.1 ขั้นตอนที่ 1 การศึกษากระบวนการเข้าใช้งานของนักศึกษาในระบบ e-Learning

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษากระบวนการทำงานของระบบ e-Learning โดยภาพรวมทั้งหมดจากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ดั้งเดิมของ LMS Moodle และศึกษาพฤติกรรมการเข้าเรียนผ่านระบบของนักศึกษา

เครื่องมือที่ใช้

1. ระบบบริหารจัดการเรียนการสอน (Learning Management System - LMS)
2. เครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco)
3. ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event Logs)
4. อัลกอริทึม ฟัซซี ไมเนอร์ (Fuzzy Miner)

วิธีดำเนินการ

1. ติดตั้งระบบบริหารจัดการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS) ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ซอฟต์แวร์ LMS Moodle สำหรับศึกษากระบวนการทำงานของระบบ e-Learning โดยใช้ทรัพยากรระบบสารสนเทศ และพื้นที่ของมหาวิทยาลัยธนบุรี ในการศึกษาวิจัย

2. จัดฝึกอบรมฝึกอบรมการใช้งานระบบซอฟต์แวร์ LMS Moodle ให้แก่อาจารย์ผู้สอนของมหาวิทยาลัยธนบุรีจำนวน 103 คน

3. ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ดั้งเดิมของ LMS Moodle วันที่ 13 มิถุนายน 2563 ในช่วงการระบาดใหญ่ของการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19

4. จัดเตรียมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event Logs) ดั้งเดิมของ LMS Moodle ให้อยู่ในรูปแบบ File CSV

5. นำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์รูปแบบ File CSV เข้าเครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco)

6. ค้นหากระบวนการการใช้งานระบบด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยใช้อัลกอริทึม ฟัซซี ไมเนอร์ (Fuzzy Miner)

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

1. อาจารย์ผู้สอนจำนวน 103 คน ผู้บริหารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับระบบ 5 คน

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยธนบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนในช่วงการระบาดใหญ่ของการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ในปีการศึกษา 2563 ภาคการศึกษาที่ 1 เริ่มวันที่ 13 มิถุนายน 2563 จนถึงวันที่ 30 ตุลาคม 2563 จำนวน 7,291 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ใช้วิธีการค้นหากระบวนการใช้งานระบบ (Process Discovery) ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยใช้อัลกอริทึม ฟัซซี ไมเนอร์ (Fuzzy Miner) เพื่อให้เห็นการเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ ระหว่างกิจกรรมของการเข้าใช้งานระบบ

2. ใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ความถี่จำนวน Case ที่เข้าทำกิจกรรม ร้อยละของ Case ที่เข้าทำกิจกรรม และความถี่สัมบูรณ์

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากกระบวนการเข้าเรียนรู้ในระบบ e-Learning ที่จัดเก็บไว้ใน el_logstore_standard ของ LMS Moodle ที่อยู่ในรูปแบบ File CSV

2. ค่าสถิติจากเครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco) ประกอบด้วยค่าสถิติการเข้าใช้งานระบบโดยภาพรวม ค่าสถิติเข้าใช้งานระบบโดยภาพรวมของอาจารย์ผู้สอน

3. ค่าสถิติการเข้าใช้งานระบบโดยภาพรวมของนักศึกษา ค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่าง ที่เข้าดูสื่อผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder

4. Process Map กระบวนการการเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder ของกลุ่มตัวอย่าง

5. รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder ของกลุ่มตัวอย่าง

6. ค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่าง ที่เข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File

7. Process Map พฤติกรรมการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File ของกลุ่มตัวอย่าง

8. รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File ของกลุ่มตัวอย่าง

9. ค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าทำแบบทดสอบ

10. Process Map พฤติกรรมการเข้าทำแบบทดสอบ ของกลุ่มตัวอย่าง

11. รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ ของกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ขั้นตอนที่ 2 ศึกษากระบวนการจัดเก็บ และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการจัดเก็บข้อมูล และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ ประกอบด้วย การเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ

2. เพื่อออกแบบกระบวนการ การจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้เป็นไปตามโครงสร้างตารางที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเหมืองกระบวนการ

เครื่องมือที่ใช้

1. ใช้ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event Logs) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1

2. เครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco)

3. อัลกอริทึม ฟัซซี ไมเนอร์ (Fuzzy Miner) และกรองข้อมูล (Filter) แหล่งจัดเก็บข้อมูลของแต่ละกระบวนการ

4. ใช้เครื่องมือ phpMyAdmin ในการออกแบบโครงสร้างตารางข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเหมืองกระบวนการ

วิธีดำเนินการ

1. นำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์รูปแบบ File CSV เข้าเครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco)

2. ค้นหากระบวนการใช้งานระบบด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยใช้อัลกอริทึม ฟัซซี ไมเนอร์ (Fuzzy Miner) และกรองข้อมูล (Filter) เพื่อค้นหาแหล่งจัดเก็บข้อมูลของแต่ละกระบวนการ ประกอบด้วย การเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ

3. ออกแบบแผนภาพการใช้งานระบบ และการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์

4. ศึกษาโครงความสัมพันธ์ระหว่างตารางในแบบจำลองข้อมูล จากฐานข้อมูลของระบบ LMS Moodle โดยมุ่งเน้นที่รายการโครงสร้างตารางที่ค้นพบในแต่ละกระบวนการ พร้อมทั้งออกแบบโครงสร้างตารางข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเหมืองกระบวนการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ใช้วิธีการค้นหากระบวนการการใช้งานระบบ (Process Discovery) ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยใช้อัลกอริทึม ฟัซซี ไมเนอร์ (Fuzzy Miner) เพื่อให้เห็นการเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ ระหว่างกิจกรรมของการเข้าใช้งานระบบ รวมถึงค้นหาแหล่งจัดเก็บข้อมูลของแต่ละ

กระบวนการ ประกอบด้วย การเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folderการเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตารางในแบบจำลองข้อมูล จากฐานข้อมูลของระบบ LMS Moodle

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. แหล่งจัดเก็บข้อมูลของแต่ละกระบวนการ ประกอบด้วย การเข้าเรียนรู้เนื้อหารายวิชา การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ

2. แบบแผนภาพการใช้งานระบบ และการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์

3. โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตารางในแบบจำลองข้อมูลแต่ละกระบวนการ ประกอบด้วย การเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ

4. โครงสร้างเขตข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเหมืองกระบวนการ ประกอบด้วย การเข้าดูสื่อผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ

3.3 ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์และการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เข้าเรียนผ่านสื่อวิดิโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ให้สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมเชิงลึกที่แสดงให้เห็นถึงการคลิกเริ่มเข้าดูวิดิโอ (Start Video) การคลิกเริ่มเล่นวิดิโอ (Play Video) หรือคลิกหยุดดูวิดิโอชั่วคราว (Pause Video) หรือคลิกข้ามวิดิโอ (Seeking Video) รวมถึงการคลิกดูสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์หน้าใด ใช้เวลาดู หรืออ่านในหน้านั้นนานเท่าใด

2. เพื่อรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 เข้ากับข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ได้จากโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) ที่พัฒนาขึ้นใหม่ ให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis

เครื่องมือที่ใช้

1. เครื่องมือพัฒนาโปรแกรม Visual Studio Code
2. ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์ สคริปต์ PHP
3. โปรแกรมสำหรับบริหารและจัดการฐานข้อมูล MariaDB

4. เครื่องมือออกแบบและจัดการระบบฐานข้อมูล phpMyAdmin

5. เครื่องมือกระบวนการทำงานแบบอัตโนมัติ Stored Procedure ด้วย Trigger และกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลด้วย Event Scheduler

วิธีดำเนินการ

1. สร้างตารางจัดเก็บข้อมูลตามโครงสร้างตารางข้อมูลตามที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 บนโปรแกรมบริหารและจัดการฐานข้อมูล MariaDB

2. พัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เข้าเรียนผ่านสื่อวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์

3. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมส่วนเสริม

4. ติดตั้งใช้งานโปรแกรมส่วนเสริม

5. สร้างกระบวนการทำงานแบบอัตโนมัติด้วย Trigger และ กำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลด้วย Event Scheduler ในฐานข้อมูลระบบ MLS Moodle ด้วยโปรแกรมบริหารและจัดการฐานข้อมูล MariaDB เพื่อถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ไปยังโครงสร้างตารางที่ออกแบบไว้จากขั้นตอนที่ 3

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้โปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เข้าเรียนผ่านสื่อวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์

2. ได้วิธีการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 เข้ากับข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ได้จากโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) ที่พัฒนาขึ้นใหม่แบบอัตโนมัติที่เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis

3. ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event Logs) รูปแบบ File CSV

3.4 ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 กระบวนการ ประกอบด้วย 1) กระบวนการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ 2) กระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด และ 3) กระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ

2. เพื่อแสดงค่าสถิติความถี่ของการเข้าทำกิจกรรมของนักศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม การทำซ้ำในกิจกรรมเดิมหรือกิจกรรมที่เคยกระทำมาแล้ว

3. เพื่อแสดง Process Map ความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยอัลกอริทึม Fuzzy Miner

เครื่องมือที่ใช้

1. ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event Logs) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3
2. เครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco)
3. อัลกอริทึม ฟัซซี ไมเนอร์ (Fuzzy Miner)

วิธีดำเนินการ

1. นำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์รูปแบบ File CSV จากขั้นตอนที่ 3 เข้าเครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco)

2. ค้นหากระบวนการการใช้งานระบบด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยใช้อัลกอริทึม ฟัซซี ไมเนอร์ (Fuzzy Miner) และกรองข้อมูล (Filter) เพื่อค้นหากระบวนการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ กระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด และกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ

3. วิเคราะห์ค่าสถิติความถี่ของการเข้าทำกิจกรรมของนักศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม การทำซ้ำในกิจกรรมเดิมหรือกิจกรรมที่เคยกระทำมาแล้วของแต่ละกิจกรรม

4. วิเคราะห์ Process Map ความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยอัลกอริทึม Fuzzy Miner

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกนักศึกษาเฉพาะผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชา 20 2111 Applied Business Programing ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564 เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2564 จนถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2564 จำนวน 126 คน และภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2564 เมื่อวันที่ 04 พฤศจิกายน 2564 จนถึงวันที่ 10 เมษายน 2565 จำนวน 121 คน รวมทั้งหมด 247 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ใช้วิธีการค้นหากระบวนการการใช้งานระบบ (Process Discovery) ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยใช้อัลกอริทึม ฟัซซี ไมเนอร์ (Fuzzy Miner) เพื่อให้เห็นการเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ ระหว่างกิจกรรมของการเข้าใช้งานระบบ

2. ใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ความถี่จำนวนกรณีศึกษา (Case) ที่เข้าทำกิจกรรม ร้อยละของ Case ที่เข้าทำกิจกรรม ความถี่สัมบูรณ์ของการเข้าทำกิจกรรม ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม ความถี่การทำซ้ำในกิจกรรมเดิมหรือกิจกรรมที่เคยกระทำมาแล้วของแต่ละกิจกรรม

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. Process Map ที่แสดงถึงกระบวนการใช้งานระบบ ประกอบด้วย กระบวนการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ กระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด และกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ

2. รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ กระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด และกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ

3. ค่าสถิติความถี่ของการเข้าทำกิจกรรมของนักศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม การทำซ้ำในกิจกรรมเดิมหรือกิจกรรมที่เคยกระทำมาแล้วของแต่ละกิจกรรม

4. Process Map ความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยอัลกอริทึม Fuzzy Miner

5. ประเด็นข้อค้นพบ และแนวทางในการปรับใช้กับการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบ e-Learning

3.5 ขั้นตอนที่ 5 การเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผ่านระบบ e-Learning

วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผ่านระบบ e-Learning ระหว่างนักศึกษาที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักศึกษาที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70

เครื่องมือที่ใช้

1. ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event Logs) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3
2. เครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco)
3. ชุดเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์เหมืองกระบวนการ (ProM)
4. แผนภูมิจุด (Dotted Chart)
5. แผนภูมิ Spectrogram

วิธีดำเนินการ

1. นำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์รูปแบบ File CSV จากขั้นตอนที่ 3 เข้าเครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco)

2. ค้นหากระบวนการใช้งานระบบด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยใช้อัลกอริทึม ฟัซซี ไมเนอร์ (Fuzzy Miner) และกรองข้อมูล (Filter) ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ โดยกำหนด Filtering Mode แบบ Keep Selected เลือกเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอในรายวิชา 202111 Applied Business Programing กิจกรรม และได้กรองข้อมูล แบ่งกลุ่มตัวอย่าง

ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป เป็นผู้เรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับ Good – Excellent สอบได้คะแนนตั้งแต่ 70.00 – 100.00 คะแนน กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 เป็นผู้เรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับ Failure-Almost Good สอบได้คะแนนตั้งแต่ 00.00 – 69.99 คะแนน ในระหว่างการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ทดสอบความรู้ของผู้เรียน ด้วยการสอบเก็บคะแนนระหว่างเรียน (Formative) จำนวน 60 คะแนน ประกอบด้วย การทำแบบฝึกหัด และสอบเก็บคะแนนกลางภาค และอีก 40 คะแนน เป็นสอบเก็บคะแนนวัดผลปลายภาค (Summative) รวมคะแนนทั้งหมด 100 คะแนน ได้กำหนดช่วงคะแนนเพื่อตัดเกรดผู้เรียนดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ช่วงคะแนนผลสอบและผู้สอบผ่านในแต่ละระดับ

Score range	Grade	Significance	Student	Color
80.00 - 100.00	A	Excellent	28	Pink
75.00 - 79.99	B+	Very good	19	Yellow
70.00 - 74.99	B	Good	27	Green
65.00 - 69.99	C+	Almost good	37	Purple
60.00 - 64.99	C	Fair	45	Blue
55.00 - 59.99	D+	Almost Fair	28	Light green
50.00 - 54.99	D	Poor	22	Orange
00.00 - 49.99	F	Failure	41	Light blue

3. ส่งออกข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Export Event Logs) รูปแบบ File EXS และ CSV ที่ผ่านการกรองข้อมูลด้วยเครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco)

4. นำข้อมูล File EXS เข้าไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ProM โดยใช้ แผนภูมิจุด (Dotted Chart)

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเข้าเรียน ระยะเวลาในการเข้าเรียน และผลการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบ e-Learning

6. สร้างแผนภูมิ Spectrogram เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ (แกน Y) และช่วงเวลา (แกน X)

7. วิเคราะห์ความแตกต่างของพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผ่านระบบ e-Learning ระหว่างนักศึกษาที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักศึกษาที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70

8. สรุปประเด็นความแตกต่างของพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผ่านระบบ e-Learning เพื่อเป็นแนวทางในการปรับใช้กับการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบ

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างเดียวกันกับขั้นตอนที่ 4 ซึ่งเป็นนักศึกษาเฉพาะผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชา 20 2111 Applied Business Programing ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564 เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2564 จนถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2564 จำนวน 126 คน และภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2564 เมื่อวันที่ 04 พฤศจิกายน 2564 จนถึงวันที่ 10 เมษายน 2565 จำนวน 121 คน รวมทั้งหมด 247 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ความผันแปรในความถี่ของกิจกรรมจากแผนภูมิจุด (Dotted Chart) เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง จากความถี่ในการเข้าเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเข้าเรียน ระยะเวลาในการเข้าเรียนและผลการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบ e-Learning

3. วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบ e-learning

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. แผนภูมิจุด (Dotted Chart) ที่แสดงถึงความผันแปรในความถี่ของกิจกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ

2. ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเข้าเรียน ระยะเวลาในการเข้าเรียนและผลการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบ e-Learning

3. ผลวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบ e-learning เป็นตัวแปรตามโดยวิธี Enter

4. แผนภูมิ Spectrogram

5. ความแตกต่างของพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผ่านระบบระหว่างนักศึกษาที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักศึกษาที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การสร้างและการรวบรวมบันทึกเหตุการณ์ในระบบ e-Learning เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยเหมืองกระบวนการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามวิธีดำเนินการวิจัย โดยยึดตามกระบวนการ 5 ขั้นตอน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอผลค้นพบแบบจำลองกระบวนการ (Process Discovery) ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีไมเนอร์ (Fuzzy miner) ใช้สถิติในการวิเคราะห์ อาทิ ความถี่จำนวน Case ที่เข้าทำกิจกรรม ร้อยละของ Case ที่เข้าทำกิจกรรม และความถี่สัมบูรณ์ (Absolute Frequency) ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม การทำซ้ำในกิจกรรมเดิมหรือกิจกรรมที่เคยกระทำมาแล้วของแต่ละกิจกรรม และแผนภูมิจุด (Dotted Chart) ที่แสดงถึงความผันแปรในความถี่ของกิจกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ ซึ่งจะนำเสนอในแบบจำลองกระบวนการ ตาราง และแผนภูมิจุด เพื่อนำไปสรุปและอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอน มีลำดับดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษากระบวนการเข้าใช้งานของนักศึกษาในระบบ e-Learning จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ

ขั้นตอนที่ 2 ผลการศึกษากระบวนการจัดเก็บข้อมูล และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ เช่น การเข้าเรียนรู้เนื้อหารายวิชา การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ เพื่อออกแบบกระบวนการ การจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้เป็นไปตามโครงสร้างตารางที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเหมืองกระบวนการ

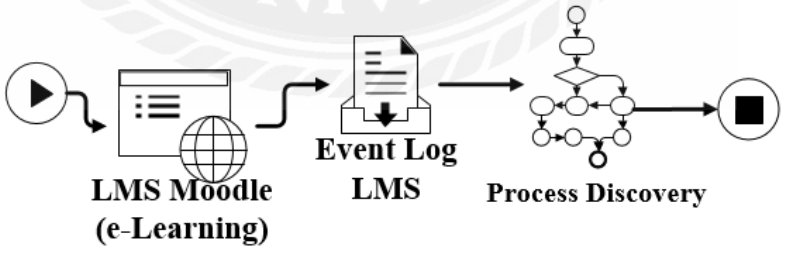
ขั้นตอนที่ 3 ผลการพัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เข้าเรียนผ่านสื่อวิดิโอ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ และการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis

ขั้นตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยแสดงในมุมมองความถี่ของการเข้าทำกิจกรรมของนักศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม การทำซ้ำของกิจกรรม ความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมตลอดกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยอัลกอริทึม Fuzzy Miner

ขั้นตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผ่านระบบ e-Learning ระหว่างนักศึกษาที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักศึกษาที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 ด้วยอัลกอริทึม Dotted Chart

4.1 ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษากระบวนการเข้าใช้งานของนักศึกษาในระบบ e-Learning

ภาพรวมวิธีการค้นพบแบบจำลองกระบวนการ (รูปที่ 4.1) ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการ การทำงานของระบบตามวิธีการดำเนินการวิจัยในบทที่ 3 โดยติดตั้งระบบบริหารจัดการ การเรียนการสอน (Learning Management System : LMS) สำหรับจัดการเรียนการสอน จัดการฝึกอบรมการใช้งานระบบซอฟต์แวร์ LMS Moodle ให้แก่อาจารย์ผู้สอนของมหาวิทยาลัยธนบุรี จำนวน 103 คน ซึ่งอาจารย์ผู้สอนที่เข้าร่วมอบรมได้ให้ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับรายงานสำหรับติดตามการเข้าเรียนของผู้เรียน ประกอบด้วย 1) รายงาน Course Completion ของ LMS Moodle ที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนเข้าทำกิจกรรมตามหัวข้อที่กำหนดหรือไม่เข้าทำกิจกรรม แต่ไม่สามารถแสดงให้เห็นกระบวนการเชิงลึกของกิจกรรม และไม่ทราบว่าใช้ระยะเวลาทำกิจกรรมในแต่ละหัวข้อนานแค่ไหน มีการกลับมาเรียนรู้ซ้ำในหัวข้อเดิมหรือไม่ 2) รายงาน Report Logs และรายงาน Live Logs เป็นรายงานแสดงให้เห็นในลักษณะรายละเอียดของกิจกรรมที่เกิดขึ้นทีละรายการ ซึ่งมีกิจกรรมเกิดขึ้นจำนวนมากต่อหนึ่งวิชา ทำให้การติดตามดูกระบวนการของพฤติกรรมการเข้าเรียนของผู้เรียน มีความยากต่อการทำความเข้าใจ รวมถึงกระบวนการที่เกิดจากการใช้งานระบบมีกิจกรรมและการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมจำนวนมากตามพฤติกรรมของผู้เรียน ทำให้ข้อมูลมีการกระจายแบบไม่ปกติ จึงไม่เหมาะต่อการทดสอบกระบวนการด้วยสมมติฐานทางสถิติ (Rozinat, 2022) 3) การเผยแพร่สื่อวิดิโอที่อาจารย์ผู้สอนเลือกใช้วิธีการ Add an Activity or Resource ด้วย Module Label โดยนำ Embed Videos YouTube มาฝังบน Label ร้อยละ 98 ใช้ Module URL ร้อยละ 1 ใช้ Module Page ร้อยละ 1 และไม่มีอาจารย์ผู้สอนท่านใดใช้ Module SCORM สำหรับใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน



รูปที่ 4.1 การศึกษาการเข้าใช้งานระบบ e-Learning เพื่อค้นหาจำลองกระบวนการ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ใช้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะดังกล่าว เป็นแนวทางในการจัดเตรียมข้อมูลและค้นหากระบวนการเข้าใช้งานของนักศึกษาในระบบ e-Learning จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบจากตาราง el_logstore_standard ของ LMS Moodle โดยเลือกข้อมูลเริ่มตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 ภาคการศึกษาที่ 1 เริ่มวันที่ 13 มิถุนายน 2563 จนถึงวันที่ 30 ตุลาคม 2563 ได้

สร้างข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้อยู่ในรูปแบบ File CSV (รูปที่ 4.2) ประกอบด้วยทั้งหมด 5 คอลัมน์ ซึ่งประกอบด้วย 1) คอลัมน์ Id เป็นคอลัมน์ที่เก็บข้อมูลลำดับเหตุการณ์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นจากการเข้าใช้งานระบบแบบอัตโนมัติ 2) คอลัมน์ idnumber เป็นคอลัมน์ที่เก็บข้อมูลรหัสผู้เรียนที่ชี้เฉพาะตัวผู้เรียนที่เข้าเรียนรู้ผ่านระบบ ผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็น Case ID ของกิจกรรมย่อยที่เกิดขึ้นจากพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคน 3) คอลัมน์ DateCreate เป็นคอลัมน์ที่เก็บข้อมูล ปี-เดือน-วัน เวลาของกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน 4) คอลัมน์ eventname เป็นคอลัมน์ ที่เก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละกิจกรรม 5) คอลัมน์ courseid เป็นคอลัมน์ที่เก็บรหัสวิชาที่ผู้เรียนเข้าเรียนรู้

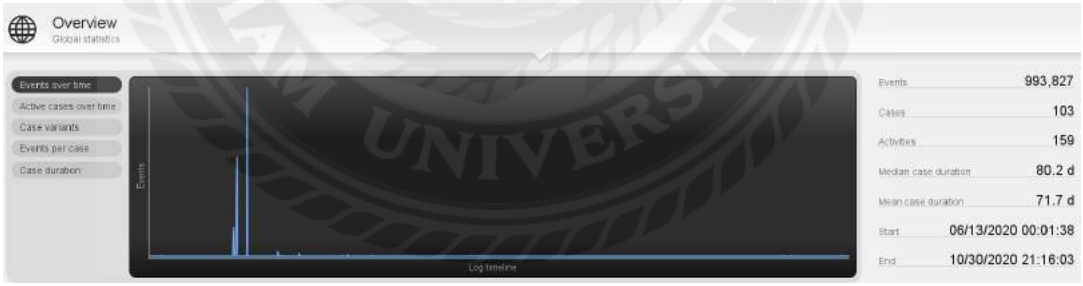
id	idnumber	DateCreate	eventname	courseid
2918186	6201102097149	2020-06-20 08:30:20	\core\event\user_loggedin	0
2918187	6201102097149	2020-06-20 08:30:21	\core\event\dashboard_viewed	0
2918379	6201102097149	2020-06-20 09:14:20	\core\event\course_viewed	10
2918388	6201102097149	2020-06-20 09:15:23	\mod_url\event\course_module_viewed	10
2918399	6201102097149	2020-06-20 09:16:05	\mod_url\event\course_module_viewed	10
2918403	6201102097149	2020-06-20 09:16:31	\mod_url\event\course_module_viewed	10
2918408	6201102097149	2020-06-20 09:17:02	\core\event\user_loggedout	0
2946448	6201102097150	2020-06-21 19:03:07	\core\event\user_loggedin	0
2946449	6201102097150	2020-06-21 19:03:08	\core\event\course_viewed	10
2946458	6201102097150	2020-06-21 19:03:30	\mod_quiz\event\course_module_viewed	10
2946462	6201102097150	2020-06-21 19:03:49	\core\event\course_viewed	10
2946475	6201102097150	2020-06-21 19:04:19	\mod_quiz\event\course_module_viewed	10
2946481	6201102097150	2020-06-21 19:04:33	\mod_quiz\event\attempt_started	10
2946482	6201102097150	2020-06-21 19:04:34	\mod_quiz\event\attempt_viewed	10
2946509	6201102097150	2020-06-21 19:05:46	\mod_quiz\event\attempt_viewed	10
2947773	6201102097150	2020-06-21 19:45:34	\mod_quiz\event\attempt_summary_viewed	10
2947787	6201102097150	2020-06-21 19:45:46	\mod_quiz\event\attempt_submitted	10
2947789	6201102097150	2020-06-21 19:45:50	\mod_quiz\event\course_module_viewed	10
2947802	6201102097150	2020-06-21 19:46:05	\core\event\user_loggedout	0

รูปที่ 4.2 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากกระบวนการเข้าเรียนรู้แบบ Online ผ่านระบบ e-Learning ที่จัดเก็บไว้ใน el_logstore_standard ของ LMS Moodle

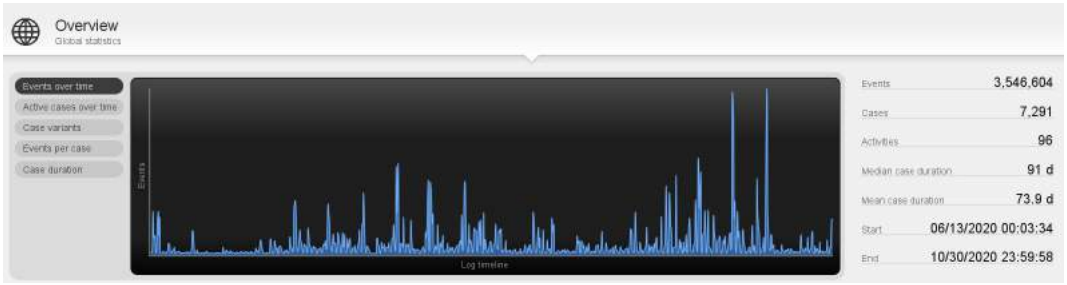
นำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์รูปแบบ File CSV เข้าเครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco) พบว่ามีผู้ใช้ระบบรวมทั้งสิ้น 7,394 คน มีกิจกรรม (Activities) เกิดขึ้น 184 กิจกรรม และมีเหตุการณ์ (Event) เกิดขึ้นรวมทั้งสิ้น 4,540,431 เหตุการณ์ ดังค่าสถิติ (รูปที่ 4.3) แบ่งเป็นอาจารย์ผู้สอนจำนวน 103 คน มีกิจกรรม (Activities) เกิดขึ้น 159 กิจกรรม และมีเหตุการณ์ (Event) เกิดขึ้น 993,827 เหตุการณ์ ดังค่าสถิติ (รูปที่ 4.4) และนักศึกษาจำนวน 7,291 คน มีกิจกรรม (Activities) เกิดขึ้น 96 กิจกรรม และมีเหตุการณ์ (Event) เกิดขึ้น 3,546,604 เหตุการณ์ ดังค่าสถิติ (รูปที่ 4.5) ในการวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษากระบวนการเข้าใช้งานระบบของกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยธนบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนในช่วงการระบาดใหญ่ของการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ในปีการศึกษา 2563 ภาคการศึกษาที่ 1 เริ่มวันที่ 13 มิถุนายน 2563 จนถึงวันที่ 30 ตุลาคม 2563 ดังนั้นจึงได้กำหนดให้รหัสนักศึกษาเป็นกรณีศึกษา (Cases) เพื่อบ่งบอกถึงขอบเขตของ

กระบวนการที่เกิดขึ้น และกรองข้อมูล (Filter) ให้คงเหลือเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย กิจกรรมการเข้าใช้งานระบบ กิจกรรมการเข้าเรียนรู้ในรายวิชา กิจกรรมการเข้าทำแบบฝึกหัด กิจกรรมการเข้าทำแบบทดสอบ และกิจกรรมออกจากระบบ เมื่อดำเนินการกรองข้อมูลแล้วพบว่ามีนักศึกษาเข้าเรียนรู้คงเหลือผ่านระบบจำนวน 7,272 คน มีการทำกิจกรรม (Activities) จำนวน 27 กิจกรรม และมีเหตุการณ์ (Event) เกิดขึ้น 2,959,248 เหตุการณ์ ดังค่าสถิติ (รูปที่ 4.6) พร้อมทั้งแสดงแผนภาพ Process Map พฤติกรรมของนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning (รูปที่ 4.7) จะเห็นว่ามีเหตุการณ์จำนวนมากทำให้แผนภาพ Process Map มีขนาดใหญ่รูปแบบคล้ายสปาเก็ตตี้ และจากการกรองข้อมูลตามเงื่อนไขยังพบว่ามีนักศึกษาจำนวน 19 คน ที่ไม่เข้าทำกิจกรรมในรายวิชาใดๆ แสดงให้เห็นว่านักศึกษาทั้ง 19 คน มีโอกาสที่จะหยุดเรียนกลางคันได้

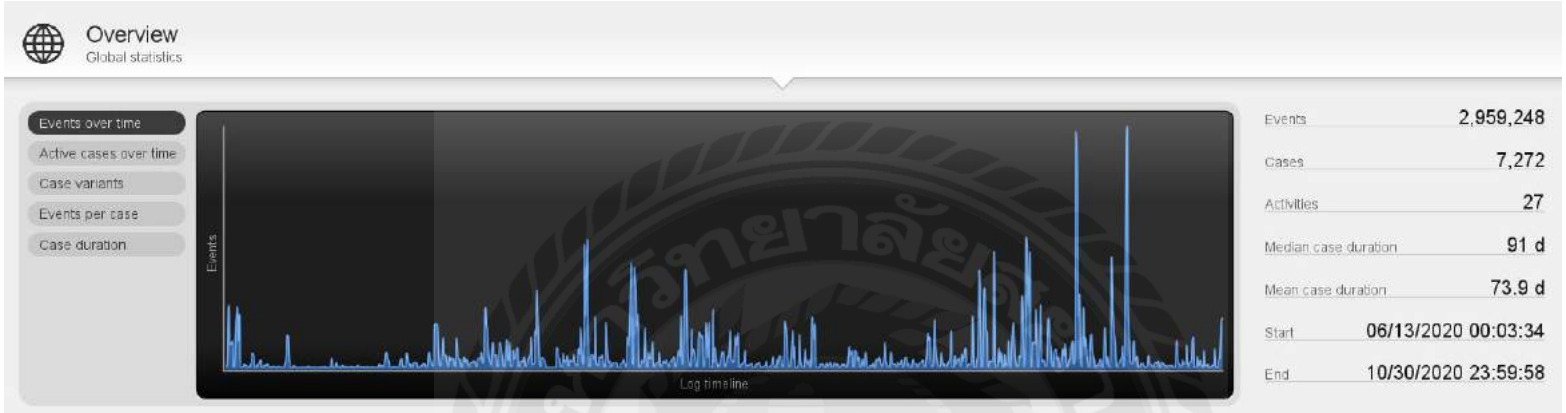
รูปที่ 4.3 ค่าสถิติการเข้าใช้งานระบบโดยภาพรวม



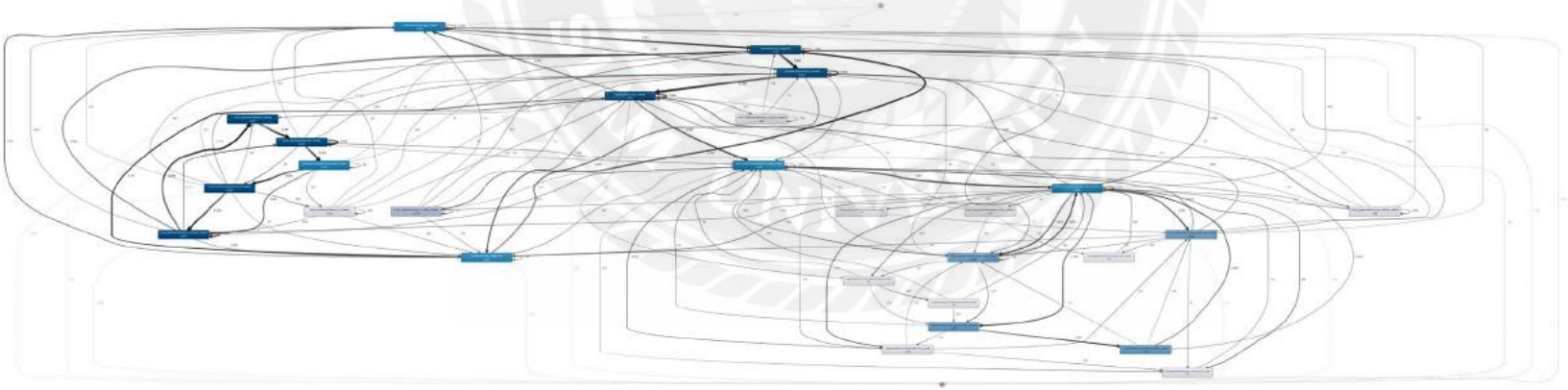
รูปที่ 4.4 ค่าสถิติการเข้าใช้งานระบบโดยภาพรวมของอาจารย์ผู้สอน



รูปที่ 4.5 ค่าสถิติการเข้าใช้งานระบบโดยภาพรวมของนักศึกษา



รูปที่ 4.6 ค่าสถิติของนักศึกษาที่มีกระบวนการเข้าใช้งานระบบ e-Learning ตรงตามเงื่อนไขที่ต้องการศึกษา

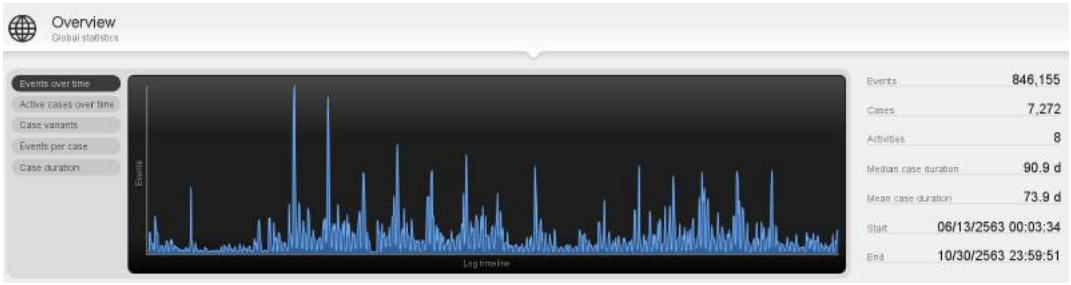


รูปที่ 4.7 Process Map พฤติกรรมของนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning (รูปแบบคล้ายสปาเก็ตตี้)

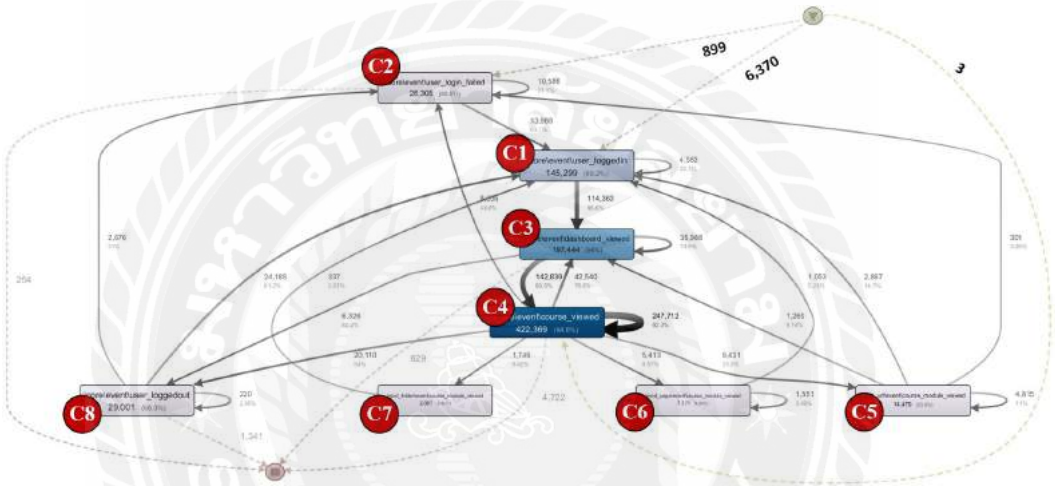
จาก Process Map พฤติกรรมของนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning (รูปที่ 4.7) พบว่า Activities และ Event จำนวนมากทำให้แผนภาพ Process Map มีขนาดใหญ่รูปแบบคล้ายสปาเก็ตตี้ ผู้วิจัยจึงแบ่งกลุ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 กระบวนการเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder กลุ่มที่ 2 กระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File และกลุ่มที่ 3 กระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กระบวนการเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder

ค่าสถิติของนักศึกษาที่เข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder ในรูปที่ 4.8 จะเห็นว่ามีนักศึกษาเข้าเรียนผ่านระบบจำนวน 7,272 คน เข้าทำกิจกรรม (Activities) จำนวน 8 กิจกรรม และมีเหตุการณ์ (Event) เกิดขึ้น 846,155 เหตุการณ์ เมื่อพิจารณาจากจุดเริ่มต้นของ Process Map (รูปที่ 4.9) จะเห็นว่านักศึกษาเริ่มต้นใช้งานระบบผ่านกิจกรรม C1 เข้าสู่ระบบ (Login) จำนวน 6,370 Case คิดเป็นร้อยละ 87.60 เข้าทำกิจกรรม C2 เข้าสู่ระบบผิดพลาด (Login Failed) จำนวน 899 Case คิดเป็นร้อยละ 12.36 และ เข้าทำกิจกรรม C4 แสดงรายการกิจกรรมในรายวิชา (Course Viewed) จำนวน 3 Case คิดเป็นร้อยละ 0.04 โดยปกติแล้วทั้ง 3 Case นี้จะต้องเริ่มกระบวนการที่กิจกรรม C1 แต่กลับมาเริ่มที่กิจกรรม C4 เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้ พบว่ามีความเป็นไปได้สูงเนื่องด้วย Web Browser ในปัจจุบันมีการจัดเก็บ Cookie ไว้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์แบบพกพาของผู้ใช้ จึงทำให้ผู้ใช้ระบบสามารถเข้าใช้งานได้ทันทีโดยไม่ผ่านกระบวนการ C1 นอกจากนี้ยังพบค่าสถิติของแต่ละ Case มีการคลิกเข้าทำกิจกรรมใดบ้าง คิดเป็นร้อยละเท่าใดของ Case ทั้งหมด มีความถี่สัมบูรณ์ของแต่ละกิจกรรมเป็นเท่าใด สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และจะเห็นว่ากิจกรรม C5, C6 และ C7 มีค่าสถิติการคลิกเข้าเรียนรู้ของนักศึกษาน้อย ร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับกิจกรรมอื่น ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันดังในแผนภาพ Process Map ดังรูปที่ 4.9 ซึ่งทั้ง 3 กิจกรรม เป็นกิจกรรมที่อาจารย์ผู้สอนมีความคาดหวังว่าการเรียนรู้ผ่านระบบของนักศึกษาจะคลิกเข้าดูสื่อวิดิโอ หรือคลิกอ่านเนื้อหา หรือคลิก Download File เพื่อเรียนรู้ และทบทวนบทเรียน มีค่าความถี่สัมบูรณ์ และค่าร้อยละสูงกว่ากิจกรรมอื่น ๆ และบันทึกเหตุการณ์ที่บันทึกไว้ในตาราง el_logstore_standard ยังไม่สามารถแสดงให้เห็นพฤติกรรมเชิงลึกเกี่ยวกับการเข้าดูสื่อวิดิโอของนักศึกษา เช่น เมื่อคลิกเริ่มเข้าดูวิดิโอแล้วใช้เวลานานเท่าในการดู มีพฤติกรรมการคลิกเริ่มเล่นวิดิโอ (Play Video) หรือคลิกหยุดดูวิดิโอชั่วคราว (Pause Video) หรือคลิกข้ามวิดิโอ (Seeking Video) มีการดูซ้ำในเนื้อหาวิดิโอบางช่วงเวลาหรือไม่อย่างไร



รูปที่ 4.8 ค่าสถิติของนักศึกษาที่เข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder



รูปที่ 4.9 Process Map พฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder (ค่าสถิติดูได้จาก ตารางที่ 4.1 และชื่อกิจกรรมดูได้จาก ตารางที่ 4.2)

จากรูปที่ 4.9 แสดงกระบวนการเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL และ Module Page Page และ Module Folder เริ่มจากกิจกรรม C1⟶C3, C3⟶C4, C4⟶C5 เป็นกิจกรรมที่นักศึกษาเปิดดูสื่อการสอนผ่าน Module URL เพื่อดูวิดีโอสื่อการสอนพบว่าในกิจกรรม C5 มีการเข้าทำกิจกรรม 1,733 คน คิดเป็นร้อยละ 23.83 ของผู้เรียน 7,212 คน มีการเข้าทำกิจกรรมซ้ำอีกครั้งจำนวน 802 คน คิดเป็นร้อยละ 11 ค่าความถี่สัมบูรณ์ 14,479 เหตุการณ์ นักศึกษาเปิดดูสื่อการสอนผ่าน Module Page พบว่าในกิจกรรม C6 มีการเข้าทำกิจกรรม 701 คน คิดเป็นร้อยละ 9.64 และมีการเข้าทำกิจกรรมซ้ำอีกครั้ง จำนวน 254 คน คิดเป็นร้อยละ 3.49 ค่าความถี่สัมบูรณ์ 7,171 เหตุการณ์ และนักศึกษาเปิดดูสื่อการสอนผ่าน Module Folder พบว่าในกิจกรรม C7 มีการเข้าทำกิจกรรม 403 คน คิดเป็นร้อยละ 5.54 และมีการเข้าทำกิจกรรมซ้ำอีกครั้งจำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 1.46 ค่าความถี่สัมบูรณ์ 2,087 เหตุการณ์

ตารางที่ 4.1 ค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder

ชื่อกิจกรรม	จำนวน Case ที่เข้าทำกิจกรรม	ร้อยละของ Case ที่เข้าทำกิจกรรม	ความถี่สัมบูรณ์
C1	7,212	99.17	145,299
C2	5,051	69.46	28,305
C3	6,981	96.00	197,444
C4	6,892	94.77	422,369
C5	1,733	23.83	14,479
C6	701	9.64	7,171
C7	403	5.54	2,087
C8	4,964	68.26	29,001
		รวมความถี่สัมบูรณ์	**846,155**

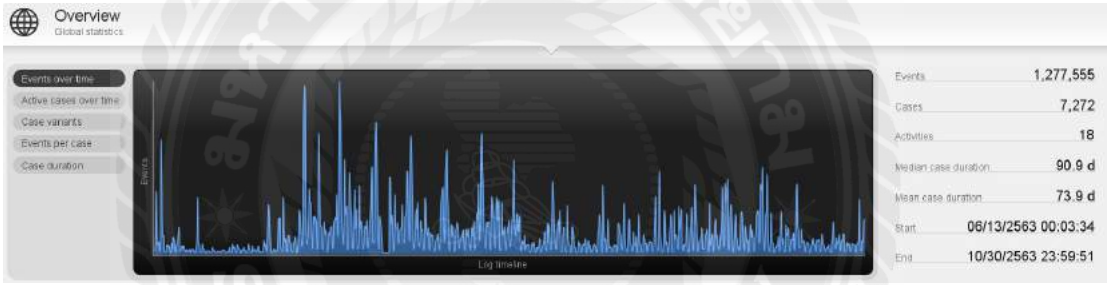
ตารางที่ 4.2 รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder ของกลุ่มตัวอย่าง

ชื่อย่อ	ชื่อกิจกรรม	คำอธิบายกิจกรรม
C1	\core\event\user_loggedin	เข้าสู่ระบบ
C2	\core\event\user_login_failed	เข้าสู่ระบบไม่สำเร็จ
C3	\core\event\dashboard_viewed	แสดงผลภาพรวมกิจกรรมส่วนบุคคล
C4	\core\event\course_viewed	แสดงกิจกรรมในรายวิชา
C5	\mod_url\event\course_module_viewed	คลิกดูเนื้อหาในบทเรียนผ่าน URL
C6	\mod_page\event\course_module_viewed	คลิกดูเนื้อหาในบทเรียนผ่านหน้าเว็บ
C7	\mod_folder\event\course_module_viewed	คลิกเปิดไฟล์เพื่อดูเนื้อหาบทเรียน
C8	\core\event\user_loggedout	ออกจากระบบ

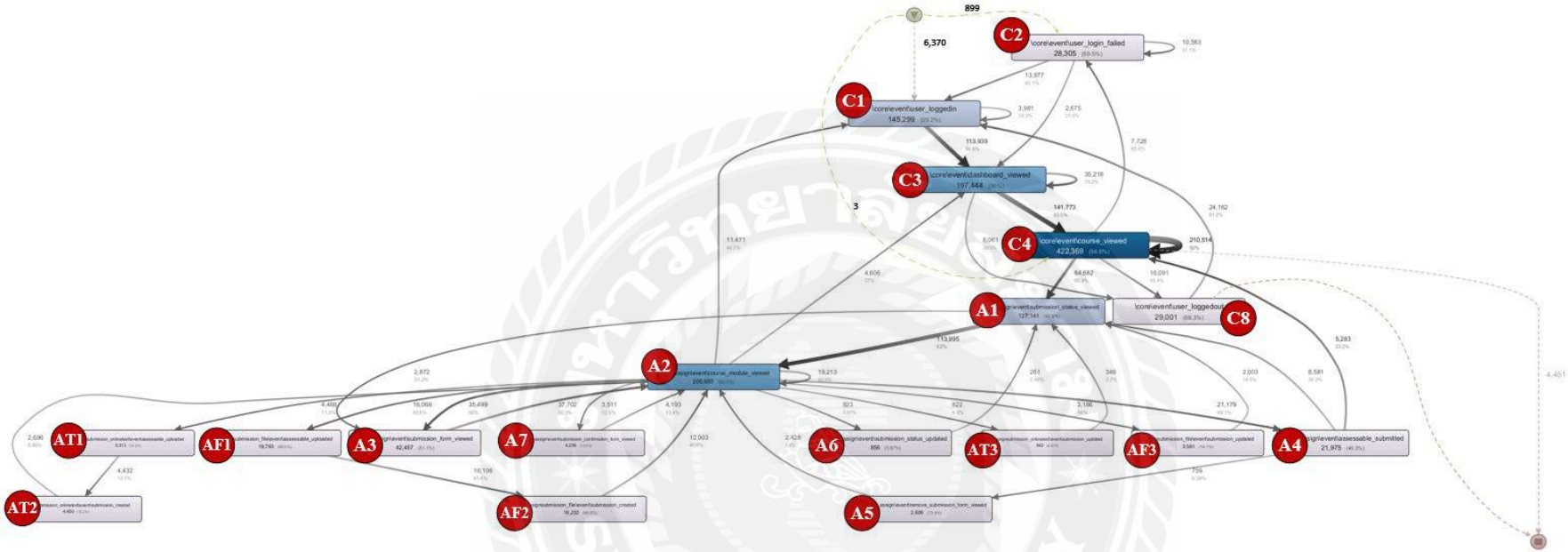
กลุ่มที่ 2 กระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความและการ Upload File

จากรูปที่ 4.10 จะเห็นว่ามีนักศึกษาเข้าทำแบบฝึกหัด ส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File จำนวน 7,272 คน เข้าทำกิจกรรม (Activities) จำนวน 18 กิจกรรม และมีเหตุการณ์ (Event) เกิดขึ้น 1,277,555 เหตุการณ์ เมื่อพิจารณาจากจุดเริ่มต้นของ Process Map (รูปที่ 4.11) จะเห็นว่านักศึกษาเริ่มต้นใช้งานระบบผ่านกิจกรรม C1 เข้าสู่ระบบ (Login) จำนวน 6,370 Case คิดเป็นร้อยละ 87.60 เข้าทำกิจกรรม C2 เข้าสู่ระบบผิดพลาด (Login Failed) จำนวน 899 Case คิดเป็นร้อยละ 12.36 และเข้าทำกิจกรรม C4 แสดงรายการกิจกรรมในรายวิชา (Course Viewed) จำนวน 3 Case คิดเป็นร้อยละ 0.04 โดยปกติแล้วทั้ง 3 Case นี้จะต้องเริ่มกระบวนการที่กิจกรรม C1 แต่กลับมาเริ่มที่กิจกรรม C4 เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้ พบว่ามีความเป็นไปได้สูงเนื่องด้วย Web Browser ในปัจจุบันมีการจัดเก็บ Cookie ไว้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์แบบ

พกพาของผู้ใช้จึงทำให้ผู้ใช้ระบบสามารถเข้าใช้งานได้ทันทีโดยไม่ผ่านกระบวนการ C1 นอกจากนี้ยังพบค่าสถิติของแต่ละ Case มีการคลิกเข้าทำกิจกรรมใดบ้าง คิดเป็นร้อยละเท่าใดของ Case ทั้งหมด มีความถี่สัมบูรณ์ของแต่ละกิจกรรมเป็นเท่าใด สามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังตารางที่ 4.3 และจะเห็นว่ากิจกรรม A5, A6, A7, AT1, AT2 และ AT3 มีค่าสถิติการคลิกส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File อย่างน้อยร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับกิจกรรมอื่น ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันดังในแผนภาพ Process Map ดังรูปที่ 4.11 ซึ่งทั้ง 6 กิจกรรม เป็นกิจกรรมที่สำคัญที่ต้องเข้าทำระหว่างเรียนเพื่อใช้ประเมินผลการเรียนรู้ และทบทวนบทเรียน มีค่าความถี่สัมบูรณ์ และมีค่าร้อยละสูงกว่ากิจกรรมอื่น ๆ และบันทึกเหตุการณ์ที่บันทึกไว้ในตาราง el_logstore_standard ยังไม่สามารถแสดงให้เห็นพฤติกรรมเชิงลึกเกี่ยวกับการเข้าส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File มีการกลับมาส่งแบบฝึกหัด หรือกลับมาแก้ไขแบบฝึกหัดหลังส่งหรือไม่ การส่งแบบฝึกหัด เป็นการส่งแบบฝึกหัดข้อใด



รูปที่ 4.10 ค่าสถิติของนักศึกษาที่เข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File



รูปที่ 4.11 Process Map พฤติกรรมการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File (ค่าสถิติดูได้จาก ตารางที่ 4.3 ชื่อกิจกรรมดูได้จาก ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.3 รายการค่าสถิติของกิจกรรมกระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File

ชื่อย่อ	จำนวน Case ที่เข้าทำกิจกรรม	ร้อยละของ Case ที่เข้าทำกิจกรรม	ความถี่สัมบูรณ์
C1	7,212	99.17	145,299
C2	5,051	69.46	28,305
C3	6,981	96.00	197,444
C4	6,892	94.77	422,369
A1	4,548	62.54	127,141
A2	4,548	62.54	205,655
A3	3,718	51.13	42,457
A4	3,366	46.29	21,975
A5	975	13.41	2,606
A6	412	5.67	856
A7	976	13.42	4,256
AF1	3,309	45.50	19,793
AF2	3,306	45.46	16,232
AF3	1,390	19.11	3,561
AT1	886	12.18	5,313
AT2	885	12.17	4,450
AT3	354	4.87	842
C8	4,964	68.26	29,001
		รวมความถี่สัมบูรณ์	**1,277,555**

ตารางที่ 4.4 รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File

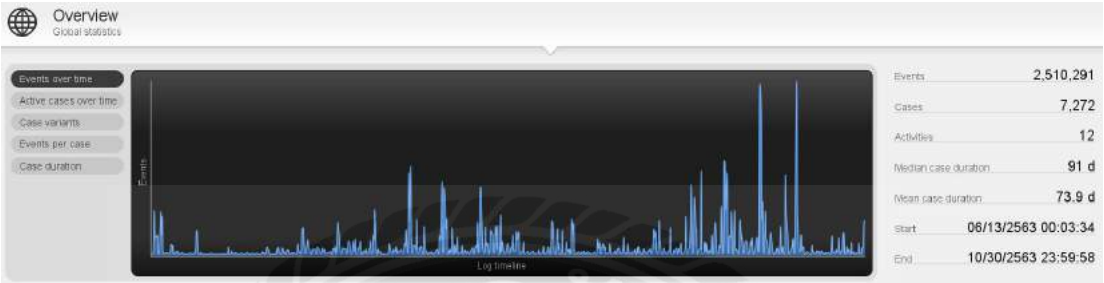
ชื่อย่อ	ชื่อกิจกรรม	คำอธิบายกิจกรรม
C1	\core\event\user_loggedin	เข้าสู่ระบบ
C2	\core\event\user_login_failed	เข้าสู่ระบบไม่สำเร็จ
C3	\core\event\dashboard_viewed	แสดงผลภาพรวมกิจกรรมส่วนบุคคล
C4	\core\event\course_viewed	แสดงกิจกรรมในรายวิชา
A1	\mod_assign\event\submission_status_viewed	คลิกเข้าหน้ารายละเอียดการส่งแบบฝึกหัด
A2	\mod_assign\event\course_module_viewed	แสดงรายการกิจกรรม หรือเงื่อนไขการส่งแบบฝึกหัดในแต่ละข้อ
A3	\mod_assign\event\submission_form_viewed	แสดงหน้าส่งแบบฝึกหัด จะเกิดหลังกิจกรรม A2
A4	\mod_assign\event\assessable_submitted	ยืนยันการส่งแบบฝึกหัด
A5	\mod_assign\event\remove_submission_form_viewed	ยกเลิก หรือลบคำตอบของแบบฝึกหัด เกิดขึ้นหลังจากทำกิจกรรม A4
A6	\mod_assign\event\submission_status_updated	กิจกรรมแก้ไขคำตอบ ที่เคยส่งก่อนหน้านี้

ชื่อย่อ	ชื่อกิจกรรม	คำอธิบายกิจกรรม
A7	\mod_assign\event\submission_confirmation_ form_viewed	ยืนยันการส่งแบบฝึกหัด
AF1	\assignsubmission_file\event\assessable_ uploaded	เป็นขั้นตอนการ Upload File เพื่อส่งคำตอบ
AF2	\assignsubmission_file\event\submission_ created	คลิกส่งคำตอบ โดยมี File แนบ เป็นกิจกรรมต่อเนื่องจาก AF1
AF3	\assignsubmission_file\event\submission_ updated	คลิกส่ง File คำตอบที่มีการแก้ไข
AT1	\assignsubmission_onlinetext\event\ assessable_uploaded	เป็นขั้นตอนการส่งคำตอบ โดยนักศึกษาต้องพิมพ์คำตอบลงในตำแหน่งที่กำหนด
AT2	\assignsubmission_onlinetext\event\ submission_created	คลิกส่งคำตอบ เป็นกิจกรรมต่อเนื่องจาก AT1
AT3	\assignsubmission_onlinetext\event\ submission_updated	คลิกส่งคำตอบกรณีที่มีการแก้ไขคำตอบ
C8	\core\event\user_loggedout	ออกจากระบบ

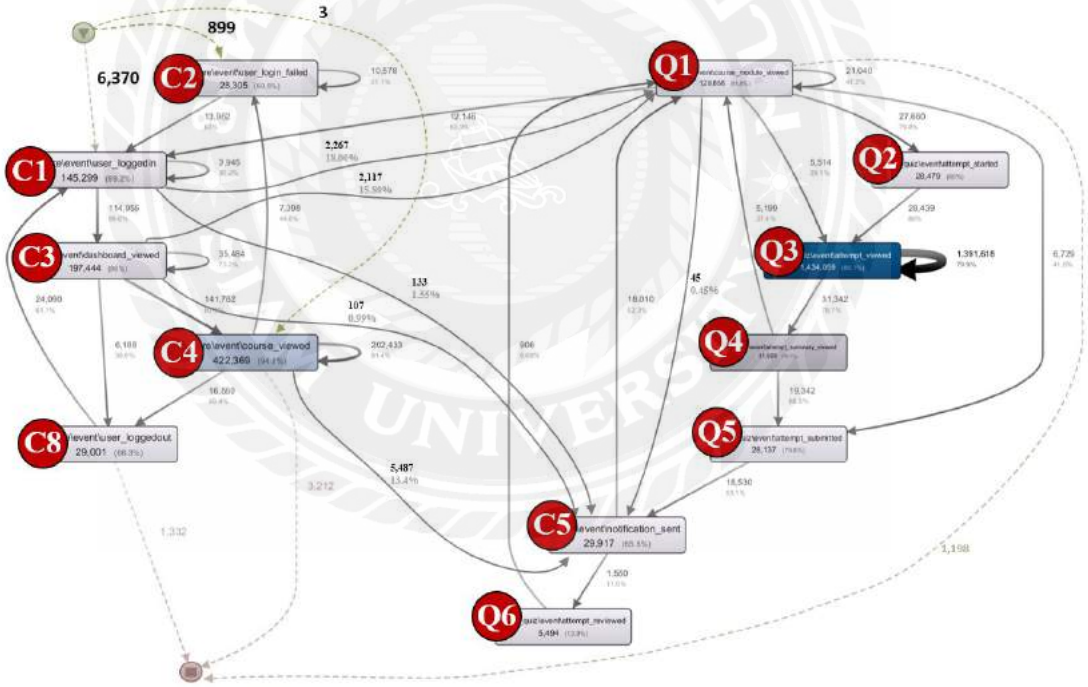
กลุ่มที่ 3 กระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ

จากรูปที่ 4.12 จะเห็นว่ามีนักศึกษา (Cases) เข้าทำแบบทดสอบ จำนวน 7,272 คน เข้าทำกิจกรรม (Activities) จำนวน 12 กิจกรรม และมีเหตุการณ์ (Event) เกิดขึ้น 2,510,291 เหตุการณ์ เมื่อพิจารณาจากจุดเริ่มต้นของ Process Map (รูปที่ 4.13) จะเห็นว่านักศึกษาเริ่มต้นใช้งานระบบผ่านกิจกรรม C1 เข้าสู่ระบบ (Login) จำนวน 6,370 Case คิดเป็นร้อยละ 87.60 เข้าทำกิจกรรม C2 เข้าสู่ระบบผิดพลาด (Login Failed) จำนวน 899 Case คิดเป็นร้อยละ 12.36 และเข้าทำกิจกรรม C4 แสดงรายการกิจกรรมในรายวิชา (Course Viewed) จำนวน 3 Case คิดเป็นร้อยละ 0.04 โดยปกติแล้วทั้ง 3 Case นี้จะต้องเริ่มกระบวนการที่กิจกรรม C1 แต่กลับมาเริ่มที่กิจกรรม C4 เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้ พบว่ามีความเป็นไปได้สูงเนื่องด้วย Web Browser ในปัจจุบันมีการจัดเก็บ Cookie ไว้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์แบบพกพาของผู้ใช้ จึงทำให้ผู้ใช้ระบบสามารถเข้าใช้งานได้ทันทีโดยไม่ผ่านกระบวนการ C1 ซึ่งจำนวนนักศึกษา (Cases) ที่เข้าทำกิจกรรม C1, C2 และ C4 เท่ากับกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 นอกจากนี้ยังพบค่าสถิติของแต่ละ Case มีการคลิกเข้าทำกิจกรรมใด คิดเป็นร้อยละเท่าใดของ Case ทั้งหมด มีความถี่สัมบูรณ์ของแต่ละกิจกรรมเป็นเท่าใด สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4.5 และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ของการเริ่มเข้าทำกิจกรรมกระบวนการทำแบบทดสอบ มีทั้งทำกิจกรรม C1⟶Q1 คือ เมื่อนักศึกษาเข้าสู่ระบบตามช่วงเวลาที่อาจารย์ผู้สอนกำหนด นักศึกษาจะสามารถเข้าทำแบบทดสอบได้ทันทีจากเมนูกำหนดรายการกิจกรรมที่ถึงกำหนด, C3⟶Q1 คือ หลังจากนักศึกษาเข้าสู่ระบบ และได้คลิกเข้าในรายวิชาที่ต้องการสอบ แล้วตามด้วยคลิกทำแบบทดสอบ, C5⟶Q1 คือ หลังจากนักศึกษาเข้าสู่ระบบแล้ว

ได้รับข้อความแจ้งเตือนหัวข้อที่กำลังจัดสอบตามที่อาจารย์ผู้สอนกำหนดไว้ และคลิกรายการข้อความที่ระบบแจ้งเตือนนั้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีค่าสถิติส่วนใหญ่ของการเข้าทำกิจกรรมทำแบบทดสอบสูงกว่าร้อยละ 50 และมีความถี่สัมบูรณ์ตั้งแต่ 5,494 จนถึง 1,434,059 เหตุการณ์ เป็นกระบวนการที่นักศึกษาให้ความสำคัญมากกว่ากระบวนการในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2



รูปที่ 4.12 ค่าสถิติของนักศึกษาที่เข้าทำแบบทดสอบ



รูปที่ 4.13 Process Map พฤติกรรมการเข้าทำแบบทดสอบ
(ค่าสถิติดูได้จาก ตารางที่ 4.5 ชื่อกิจกรรมดูได้จาก ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.5 รายการค่าสถิติของกิจกรรมกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ

ชื่อย่อ	จำนวน Case ที่เข้าทำกิจกรรม	ร้อยละของ Case ที่เข้าทำกิจกรรม	ความถี่สัมบูรณ์
C1	7,212	99.17	145,299
C2	5,051	69.46	28,305
C3	6,981	96.00	197,444
C4	6,892	94.77	422,369
C5	4,763	65.50	29,917
Q1	5,951	81.83	129,858
Q2	5,821	80.05	28,479
Q3	5,823	80.07	1,434,059
Q4	5,725	78.73	31,929
Q5	5,805	79.83	28,137
Q6	1,014	13.94	5,494
C8	4,964	68.26	29,001
		รวมความถี่สัมบูรณ์	**2,510,291**

ตารางที่ 4.6 รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ

ชื่อย่อ	ชื่อกิจกรรม	คำอธิบายกิจกรรม
C1	\core\event\user_loggedin	เข้าสู่ระบบ
C2	\core\event\user_login_failed	เข้าสู่ระบบไม่สำเร็จ
C3	\core\event\dashboard_viewed	แสดงผลภาพรวมกิจกรรมส่วนบุคคล
C4	\core\event\course_viewed	แสดงกิจกรรมในรายวิชา
C5	\core\event\notification_sent	ระบบแจ้งเตือนกำหนดการสอบตามที่อาจารย์ผู้สอนกำหนดไว้
Q1	\mod_quiz\event\course_module_viewed	คลิกเข้าหน้ารายละเอียดแบบทดสอบเพื่ออ่านเงื่อนไขต่างๆ ก่อนทำแบบทดสอบ
Q2	\mod_quiz\event\attempt_started	คลิกเริ่มทำแบบทดสอบ
Q3	\mod_quiz\event\attempt_viewed	แสดงข้อคำถาม และการคลิกคำถามแต่ละข้อ
Q4	\mod_quiz\event\attempt_summary_viewed	แสดงสถานะรายการข้อคำถามว่าข้อใดตอบคำถาม หรือไม่ได้ตอบ
Q5	\mod_quiz\event\attempt_submitted	คลิกยืนยันการส่งแบบทดสอบ
Q6	\mod_quiz\event\attempt_reviewed	แสดงผลคะแนนที่ได้
C8	\core\event\user_loggedout	ออกจากระบบ

สรุปผลการศึกษากระบวนการเข้าใช้งานระบบ e-Learning ของนักศึกษา จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ อธิบายแยกตามกลุ่มกระบวนการ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กระบวนการการเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder จากรูปที่ 4.9 ตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 พบว่ากระบวนการการเรียนรู้ที่ค้นพบยังไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงกระบวนการเกี่ยวกับพฤติกรรมเชิงลึก เช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการดูสื่อวิดีโอ พฤติกรรมการคลิกบนสื่อวิดีโอ การคลิกเริ่มเข้าดูวิดีโอ คลิกเริ่มเล่นวิดีโอ คลิกข้ามวิดีโอ คลิกหยุดดูวิดีโอชั่วคราว และคลิกปิดวิดีโอ ทำให้ทราบพฤติกรรมได้เพียงนักศึกษาได้คลิกสื่อวิดีโอ แต่ไม่สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดีโอได้อย่างชัดเจน และกรณีที่ผู้สอนเพิ่มกิจกรรมด้วย Module Label โดยนำ Embed Videos YouTube ไปฝังบน Label จะไม่สามารถทราบถึงพฤติกรรมเชิงลึกของผู้เรียนได้เช่นกัน ดังนั้นเพื่อให้สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดีโอได้ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น จึงต้องพัฒนาวิธีการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event) ของการเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder

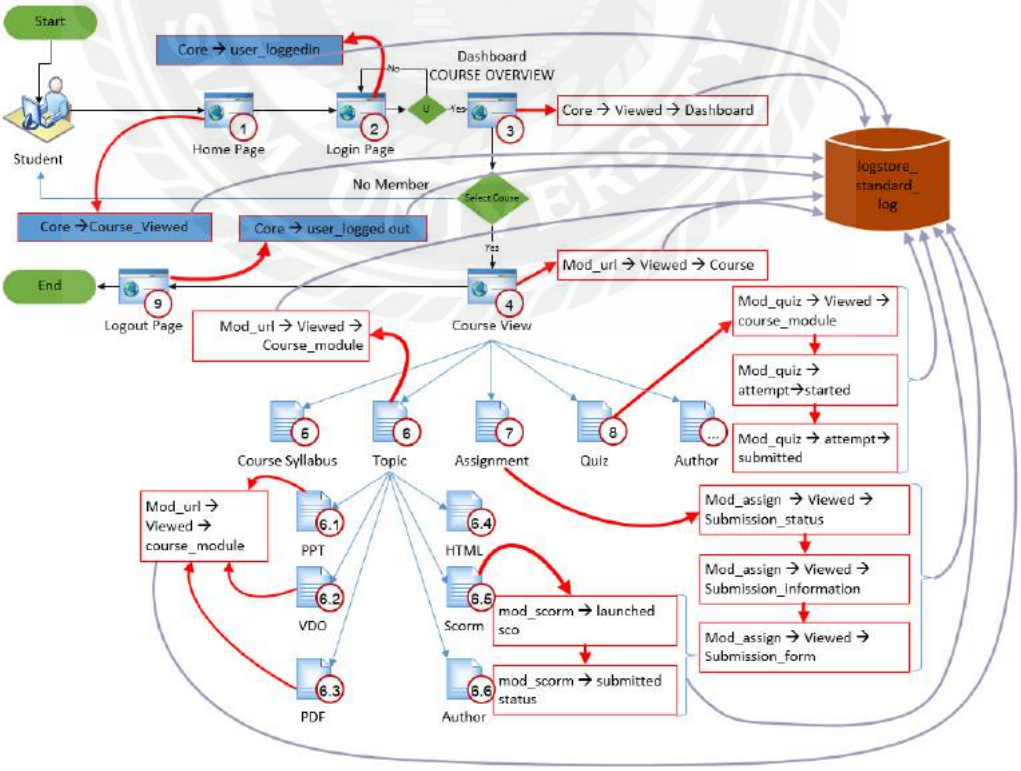
กลุ่มที่ 2 กระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File จากรูปที่ 4.11 ตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นเพียงพฤติกรรมนักศึกษาคลิกเข้าทำแบบฝึกหัด คลิกส่งแบบฝึกหัด แต่ยังไม่สามารถแสดงให้เห็นว่านักศึกษาเข้าทำแบบฝึกหัดข้อใด ในรายวิชานั้น ๆ ดังนั้นเพื่อให้เห็นพฤติกรรมเชิงลึกมากยิ่งขึ้นจนสามารถทราบถึงพฤติกรรมการทำฝึกหัดรายข้อ และแบบฝึกหัดชุดใดในรายวิชานั้น ๆ จึงจำเป็นต้องพัฒนาวิธีการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event) ของกระบวนการการเข้าทำแบบฝึกหัด

กลุ่มที่ 3 กระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ จากรูปที่ 4.13 ตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นเพียงพฤติกรรมนักศึกษาคลิกเข้าทำแบบทดสอบ แต่ยังไม่สามารถแสดงให้เห็นว่านักศึกษาเข้าทำแบบทดสอบชุดใด และทำข้อสอบข้อใดในชุดข้อสอบนั้น ๆ มีพฤติกรรมเชิงลึกในการทำข้อสอบอย่างไร จึงจำเป็นต้องพัฒนาวิธีการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event) ของกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบเพิ่มเติม เพื่อให้เห็นพฤติกรรมเชิงลึกมากยิ่งขึ้น

4.2 ขั้นตอนที่ 2 ผลการศึกษากระบวนการจัดเก็บข้อมูล และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ

การออกแบบการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้เป็นไปตามโครงสร้างตารางที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเหมืองกระบวนการมีความจำเป็นต้องทราบแหล่งจัดข้อมูลดั้งเดิมของระบบ LMS Moodle เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างตารางของระบบ และการนำข้อมูลออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำผลการศึกษาจากขั้นตอนที่ 1 ประกอบด้วยข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากกระบวนการการเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากกระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File และข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ

พบกระบวนการจัดเก็บข้อมูลดังรูปที่ 4.14 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ ขั้นตอนที่ 1 นักศึกษาเข้าระบบ e-Learning สถานะเริ่มต้นที่หน้า Home Page ขั้นตอนที่ 2 เข้าสู่หน้าเข้าสู่ระบบ (Login Page) ขั้นตอนที่ 3 เกิดขึ้นหลังจากเข้าสู่ระบบสำเร็จ ระบบแสดงหน้า Dashboard Course Overview กรณีเข้าสู่ระบบไม่สำเร็จระบบจะย้อนกลับไปยังขั้นตอนที่ 2 จนกว่าจะเข้าสู่ระบบสำเร็จ ขั้นตอนที่ 4 เกิดขึ้นหลังจากที่นักศึกษาคลิกเข้ารายวิชา กรณีที่ได้ลงทะเบียนเรียนถูกต้อง นักศึกษาสามารถเข้าเรียนในรายวิชาตามปกติ แต่กรณีที่ไม่ได้ลงทะเบียนเรียนนักศึกษาไม่สามารถเข้ารายวิชาใด ๆ ในระบบได้ จะสามารถเปิดดูได้เพียงหน้า Home Page เท่านั้น ขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นตอนที่ระบบแสดงโครงการสอนหลังจากนักศึกษาเข้ารายวิชาแล้ว ขั้นตอนที่ 6 หัวข้อการเรียนรู้ในรายวิชา ซึ่งอาจารย์ผู้สอนสามารถสร้างกิจกรรมเพื่อเพิ่มเนื้อหาบทเรียนได้หลายรูปแบบดัง ขั้นตอนที่ 6.1 สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ (PPTX) ด้วย Module Folder ขั้นตอนที่ 6.2 สื่อวิดีโอด้วย Module URL, Module Page ขั้นตอนที่ 6.3 สื่อ PDF ด้วย Module Folder หรือ ขั้นตอนที่ 6.4 สร้างสื่อบนหน้าเว็บเพจ ด้วย Module Page ขั้นตอนที่ 6.5 สร้างสื่อด้วย Scorm ซึ่งในงานวิจัยนี้ไม่มีกลุ่มตัวอย่างเลือกใช้งาน ขั้นตอนที่ 7 เป็นขั้นตอนกิจกรรมการทำแบบฝึกหัด ขั้นตอนที่ 8 เป็นขั้นตอนการทำแบบทดสอบ จากทั้ง 8 ขั้นตอนที่กล่าวมา ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดจากการคลิกในแต่ละขั้นตอนจะถูกส่งไปจัดเก็บไว้ในโครงสร้างตาราง el_logstore_standard ของฐานข้อมูลระบบ e-Learning ในทุกกิจกรรมที่ส่งไปจัดเก็บจะมีการจัดเก็บวันเวลา (Timestamp) ทุกกิจกรรม



รูปที่ 4.14 แผนภาพการใช้งานระบบ และการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์

จากรูปที่ 4.14 แผนภาพการใช้งานระบบ และการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ ผู้วิจัยได้ค้นหาแหล่งจัดเก็บข้อมูล โดยนำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากขั้นตอนที่ 1 เข้าเครื่องมือประมวลผลเหมืองกระบวนการ (Fluxicon Disco) ประกอบด้วยกันทั้งหมด 5 คอลัมน์ ซึ่งประกอบด้วย 1) คอลัมน์ idnumber เป็นคอลัมน์ที่เก็บข้อมูลรหัสผู้เรียนที่ชี้เฉพาะตัวผู้เรียนที่เข้าเรียนรู้ผ่านระบบ ผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็น Case ID ของกิจกรรมย่อยที่เกิดขึ้นจากพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคน 2) คอลัมน์ DateCreate เป็นคอลัมน์ที่เก็บข้อมูล ปี-เดือน-วัน เวลา ของกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน 3) คอลัมน์ eventname เป็นคอลัมน์ที่เก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละกิจกรรม 4) คอลัมน์ courseid เป็นคอลัมน์ที่เก็บรหัสวิชาที่ผู้เรียนเข้าเรียนรู้ 5) คอลัมน์ objecttable เป็นคอลัมน์ที่แสดงให้เห็นชื่อโครงสร้างตารางจัดเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็น Other attribute เพื่อใช้สำหรับกรองข้อมูลที่เกี่ยวกับแหล่งจัดเก็บข้อมูล ได้ผลดังรูปที่ 4.15 รูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17

รูปที่ 4.15 ค่าสถิติของคอลัมน์ objecttable Other attribute ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากกระบวนการเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder

จากรูปที่ 4.15 พบว่าโครงสร้างตารางที่เป็นแหล่งจัดเก็บข้อมูลของกระบวนการเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder ประกอบด้วย

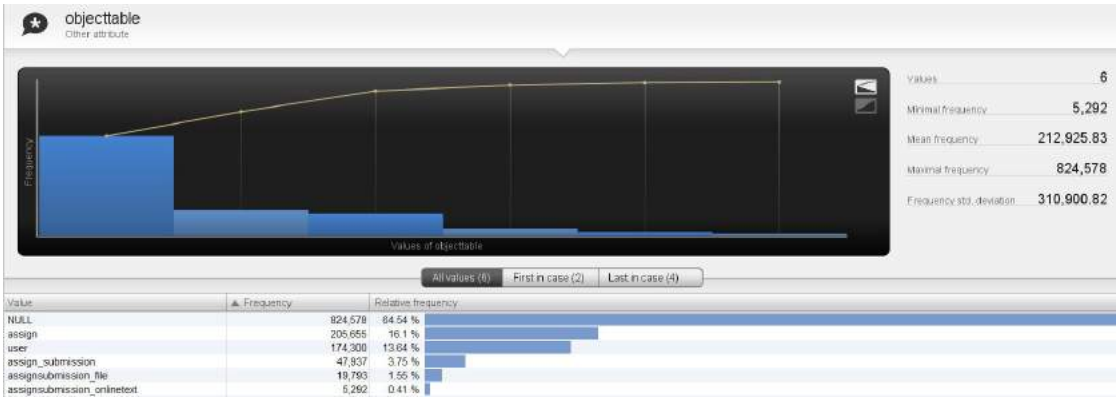
1) NULL หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_logstore_standard

2) User หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_user

3) URL หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_url

4) Page หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_page

5) folder หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_folder



รูปที่ 4.16 ค่าสถิติของคอลัมน์ objecttable Other attribute ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากกระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด

จากรูปที่ 4.16 พบว่าโครงสร้างตารางที่เป็นแหล่งจัดเก็บข้อมูลของกระบวนการเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder ประกอบด้วย

1) NULL หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_logstore_standard

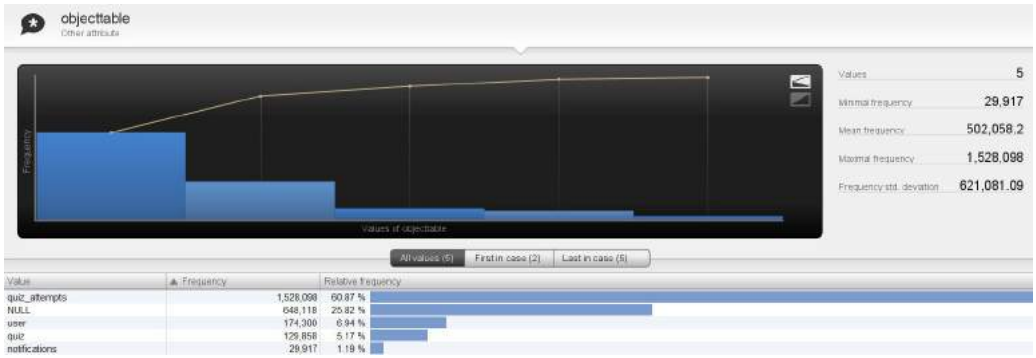
2) User หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_user

3) assign หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_assign

4) assign_submission หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_assign_submission

5) assignsubmission_file หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_assignsubmission_file

6) assignsubmission_onlinetext หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_assignsubmission_onlinetext



รูปที่ 4.17 ค่าสถิติของคอลัมน์ objecttable Other attribute ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ

จากรูปที่ 4.17 พบว่าโครงสร้างตารางที่เป็นแหล่งจัดเก็บข้อมูลของกระบวนการเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder ประกอบด้วย

1) NULL หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_logstore_standard

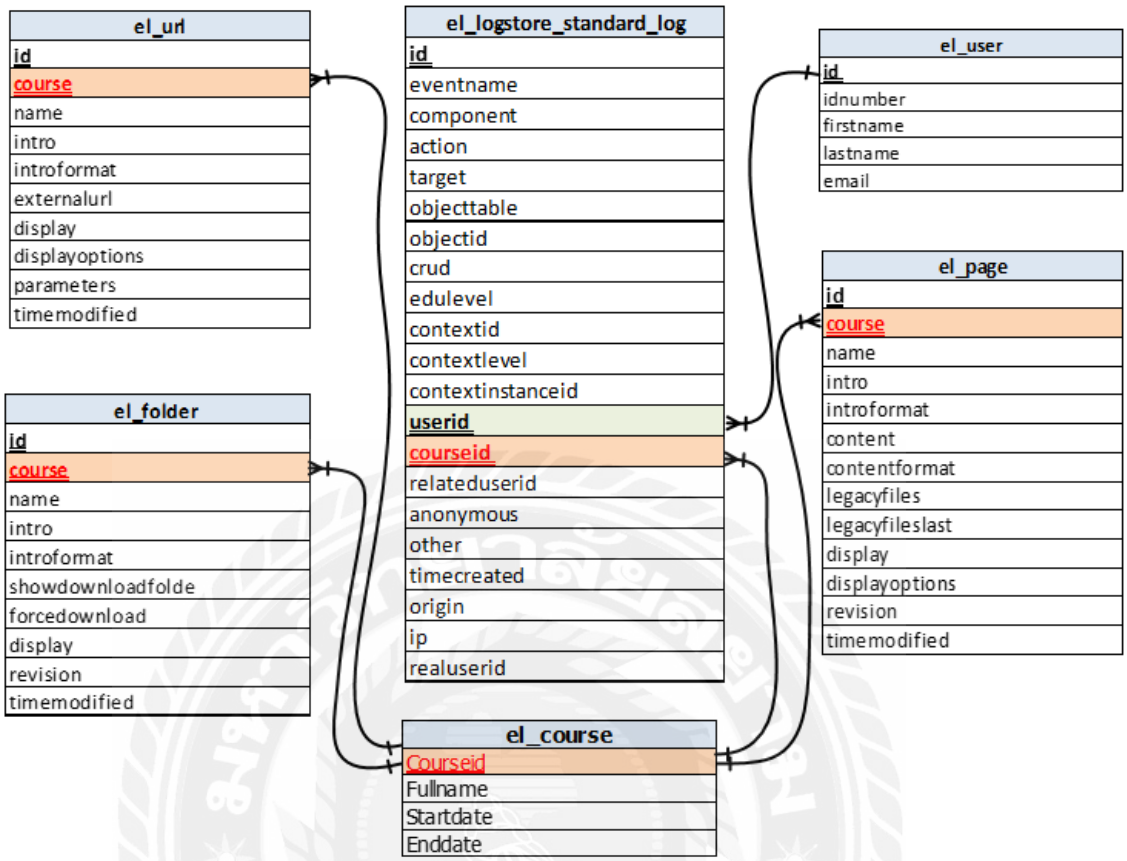
2) User หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_user

3) notifications หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_notifications

4) quiz หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_quiz

5) quiz_attempts หมายถึง ได้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางชื่อ el_quiz_attempts

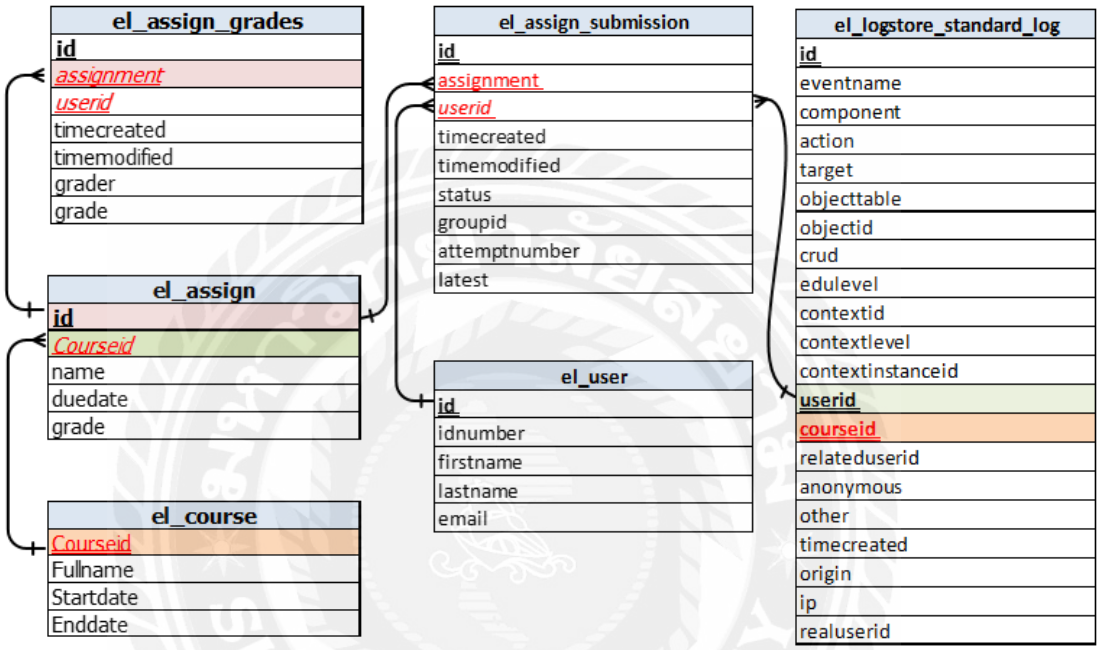
โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตารางในแบบจำลองข้อมูลแต่ละกระบวนการ ประกอบด้วย การเข้าดูสื่อผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตารางที่ค้นพบจากรูปที่ 4.15 เพื่อให้สามารถค้นหาพฤติกรรมเชิงลึกเกี่ยวกับการเข้าเรียนรู้ของนักศึกษา ว่านักศึกษาได้เข้าศึกษาในรายวิชาใด เข้าผ่าน Module URL หรือ Module Page หรือ Module Folder ต้องใช้ข้อมูลจากตารางทั้งหมด 6 ตาราง ประกอบด้วย ตาราง el_logstore_standard, el_user, el_url, el_page, el_folder และ el_course ดังรูปที่ 4.18 el_logstore_standard เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ระบบได้จัดเตรียมไว้ el_user เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลรายชื่อผู้ใช้งานระบบ รวมถึงข้อมูลส่วนตัวผู้ใช้งานระบบ el_url เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ทั้งภายในและภายนอกระบบ e-Learning ที่อาจารย์ผู้สอนมีการเชื่อมโยงไว้ el_page เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลหน้าเว็บเพจที่อาจารย์ผู้สอนสร้างขึ้นสำหรับแสดงเนื้อหาทั้งรูปแบบวิดิโอ หรือรูปภาพหรือข้อความ el_folder เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งจัดเก็บไฟล์ที่สามารถให้นักศึกษาดาวน์โหลดได้ el_course เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลรายวิชาที่อาจารย์ผู้สอนได้เปิดเพื่อจัดการเรียนการสอนผ่านระบบ เมื่อนำข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางทั้ง 6 ตาราง มารวมกันจะสามารถแสดงให้เห็นพฤติกรรมเชิงลึกของนักศึกษาในระดับที่นักศึกษาเข้าเรียนวิชาใด คลิกเข้าเรียนในหัวข้อใดบ้าง มีความถี่ของการเข้าเรียนที่ทำให้ทราบถึงความต่อเนื่องของการเข้าเรียนรู้มากน้อยเพียงใด



รูปที่ 4.18 โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตารางในแบบจำลองข้อมูลแต่ละกระบวนการเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder

จากการศึกษาข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างตารางที่ค้นพบจากรูปที่ 4.18 เพื่อให้สามารถค้นหาพฤติกรรมเชิงลึกเกี่ยวกับการเข้าส่งแบบฝึกหัดในแต่ละครั้ง นักศึกษาได้ส่งแบบฝึกหัดของวิชาใด เป็นแบบฝึกหัดบทเรียนใด ได้คะแนนเท่าใด ผู้วิจัยพบว่าต้องใช้ตารางทั้งหมด 6 ตาราง ประกอบด้วย el_user, el_assign, el_assign_submission, el_logstore_standard, el_course และ el_assign_grades นอกจากนี้ยังพบว่าในตาราง el_assignsubmission_file และ el_assignsubmission_onlinetext ไม่มีการจัดการกับวันเวลาในการ Upload File หรือการส่งคำตอบเป็นข้อความ แต่พบว่าวันเวลาในการส่งงานได้เก็บไว้ในตาราง el_logstore_standard ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่นำ 2 ตารางนี้ มาแสดงในโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตาราง สำหรับสร้างชุดข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเข้าทำแบบฝึกหัด ตาราง el_user เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลรายชื่อ รวมถึงข้อมูลส่วนตัวผู้ใช้งานระบบ el_assign เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลแบบฝึกหัด เช่น ข้อคำถาม เงื่อนไขการส่งแบบฝึกหัด เป็นต้น el_assign_submission เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการส่งแบบฝึกหัดว่าส่งวันใด ส่งกี่ครั้ง มีการแก้ไขเมื่อใด สถานะการส่งเป็นแบบใด เช่น ส่งแล้ว ยังไม่ส่ง ส่งล่าช้า หรือยังไม่ส่งแบบฝึกหัด el_logstore_standard เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ระบบได้

จัดเตรียมไว้ el_course เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลรายวิชาเกี่ยวกับรายวิชาที่อาจารย์ผู้สอนได้เปิดเพื่อจัดการเรียนการสอนผ่านระบบ และ el_assign_grades เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับคะแนนของแบบฝึกหัดที่นักศึกษาส่ง เมื่อนำข้อมูลที่จัดเก็บในตารางทั้ง 6 มารวมกัน จะแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมเชิงลึกของนักศึกษาเกี่ยวกับการเข้าส่งแบบฝึกหัดของรายวิชาใด การคลิกเข้าส่งแบบฝึกหัดนั้น ๆ กี่ครั้ง มีการแก้ไขหลังส่งหรือไม่ นักศึกษาได้ยืนยันการส่งหรือไม่

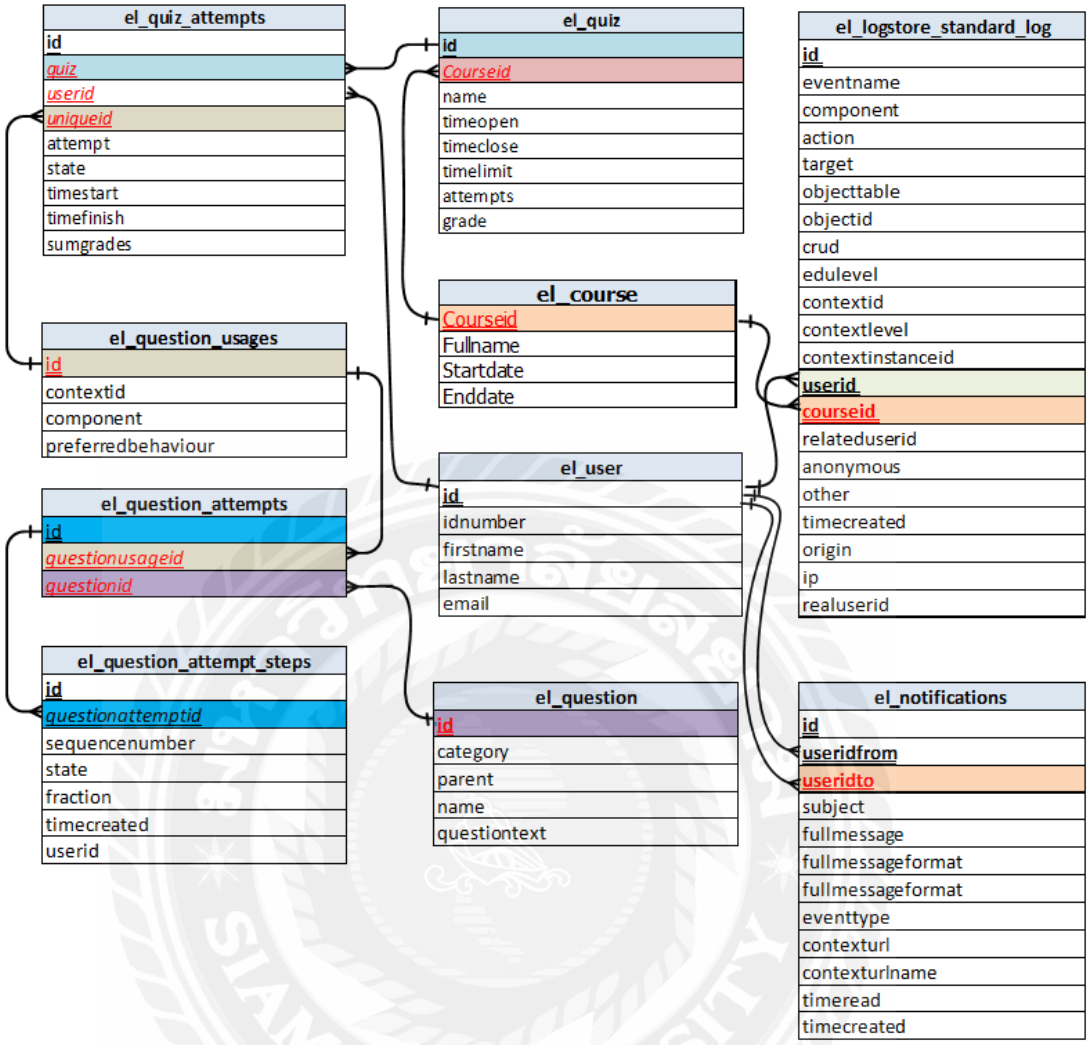


รูปที่ 4.19 โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตารางที่แสดงให้เห็นกระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด

จากการศึกษาข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างตารางที่ค้นพบ จากรูปที่ 4.20 พบว่าต้องใช้ตารางทั้งหมด 5 ตาราง ประกอบด้วย el_logstore_standard, el_user, el_notifications, el_quiz และ el_quiz_attempts ตาราง el_logstore_standard เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ระบบได้จัดเตรียมไว้ el_user เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลรายชื่อ รวมถึงข้อมูลส่วนตัวผู้ใช้งานระบบ el_notifications เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลกิจกรรมแจ้งเตือนกำหนดการกิจกรรมทำแบบทดสอบ หรือในกรณีที่อาจารย์ผู้สอนได้กำหนดค่าในระบบให้มีการแจ้งเตือนกำหนดการส่งแบบฝึกหัด และแจ้งเตือนอาจารย์ผู้สอนเมื่อนักศึกษาส่งแบบฝึกหัด ระบบจะจัดเก็บข้อมูลไว้ในตารางนี้เช่นเดียวกัน el_quiz เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลชุดข้อสอบ ประกอบด้วยชื่อชุดข้อสอบ กำหนดการสอบ คะแนนรวมของชุดข้อสอบ เงื่อนไขการเข้าทำชุดข้อสอบ เช่น เมื่อทำชุดข้อสอบเสร็จแล้วจะแสดงผลคะแนนทันทีหรือไม่ จะอนุญาตให้ดูคำตอบของตนเองหลังสอบหรือไม่ เป็นต้น และ el_quiz_attempts เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลการเข้าสอบของนักศึกษา เช่น เริ่มเข้าสอบเมื่อวันเวลาที่เท่าไร สิ้นสุดการทำแบบทดสอบวันเวลาที่เท่าไร สถานะการทำแบบทดสอบเป็นอย่างไร เสร็จสิ้น

การสอบ หรืออยู่ระหว่างการสอบ ผลคะแนนสอบรวมได้เท่าใด ซึ่งศึกษาจากรูปที่ 4.13 Process Map พฤติกรรมการเข้าทำแบบทดสอบ แล้วพบว่าพฤติกรรมที่ค้นพบยังไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมเชิงลึกเกี่ยวกับการเข้าทำแบบทดสอบในแต่ละครั้ง นักศึกษาได้เข้าทำแบบทดสอบของวิชาใด เป็นแบบทดสอบชุดใดในรายวิชานั้น ๆ และเป็นแบบทดสอบของบทเรียนใด นักศึกษาได้ข้อคำถามข้อใดในชุดข้อสอบนั้น ได้คะแนนแต่ละข้อเท่าใด คลิกทำข้อคำถามในแบบทดสอบแต่ละข้อในวันเวลาที่เท่าไร

ดังนั้น เพื่อให้เห็นพฤติกรรมเชิงลึกเกี่ยวกับการเข้าทำแบบทดสอบ จึงต้องนำข้อมูลจากตาราง จำนวน 5 ตาราง ดังต่อไปนี้ el_course, el_question_usages, el_question_attempts, el_question และ el_question_attempts_steps มาเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเข้าทำแบบทดสอบ โดยตาราง el_course เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลรายวิชาเกี่ยวกับรายวิชาที่อาจารย์ผู้สอนได้เปิดเพื่อจัดการเรียนการสอนผ่านระบบ el_question_usages เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลการจัดกลุ่มคำถามที่นักศึกษาเข้าทำข้อสอบในแต่ละครั้ง el_question_attempts เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลการเข้าทำข้อสอบแต่ละครั้ง เข้าทำข้อสอบข้อคำถามใดบ้าง el_question เป็นตารางที่จัดเก็บข้อคำถาม และคำตอบ และ el_question_attempts_steps เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลการเข้าทำข้อสอบแต่ละข้อผู้สอบ คลิกอะไรบ้าง วันเวลาใด เมื่อนำข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในตารางทั้ง 10 ตาราง มารวมกันจะสามารถแสดงให้เห็นพฤติกรรมเชิงลึกของนักศึกษาเกี่ยวกับการเข้าทำแบบทดสอบของแต่ละรายวิชา ในระดับการคลิกเข้าทำในชุดข้อสอบ ว่านักศึกษาได้ข้อคำถามใดบ้างในแต่ละครั้ง ข้อคำถามที่นักศึกษาได้รับในชุดข้อสอบ ถูกคลิกส่งคำตอบวันเวลาที่เท่าไร ข้อคำถามใดที่นักศึกษาไม่ตอบคำถาม นักศึกษาทำข้อสอบได้ทั้งหมดกี่ข้อ เมื่อหมดเวลาสอบ ซึ่งทำให้เห็นกิจกรรมโดยละเอียดมากยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตารางแบบจำลองข้อมูลกระบวนการทำแบบทดสอบ

โครงสร้างเขตข้อมูล สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเหมืองกระบวนการ ประกอบด้วย การเข้าดูสื่อผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างเขตข้อมูลให้เป็นไปตามโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตารางรูปที่ 4.18 รูปที่ 4.19 และ รูปที่ 4.20 ตามลำดับดังต่อไปนี้

โครงสร้างเขตข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ และการเข้าดูสื่อวิดิโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder ดังตารางที่ 4.7 จะแสดงให้เห็นแผนภาพ Process Map กระบวนการของนักศึกษาดัง รูปที่ 4.9 และแผนภาพ Process Map กระบวนการของนักศึกษาดังรูปที่ 4.55

ตารางที่ 4.7 โครงสร้างเขตข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ และการเข้าดูสื่อวิดิโอ ผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder

Field	Description	Example data
id	รหัสลำดับการเข้าใช้งานระบบ (*Primary key*)	1
userid	รหัสผู้ใช้งานระบบ (*Foreign key*)	60585
idnumber	รหัสนักศึกษา	51008
TimeCreate	วันเวลาเข้าใช้งานระบบ	2022-11-14 12:11:19
component	ส่วนประกอบของระบบ	core
objecttable	เชื่อมโยงข้อมูลจากตารางใด	url
eventname	รายการกิจกรรมที่ทำ	\mod_url\event\course_viewed
Contextinstanceid	หมายเลขกิจกรรมที่ผู้ใช้ระบบคลิก	2832
courseid	รหัสรายวิชา (Foreign key)	90
Fullname	ชื่อรายวิชา	202111 การประยุกต์ใช้โปรแกรม
name	ชื่อ URL	การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel
externalurl	URL ที่ให้นักศึกษาเข้าเรียนรู้	https://bbal.thonburi-u.ac.th/GAct
pname	ชื่อหน้าเว็บเพจที่อาจารย์ผู้สอนสร้างขึ้น	บทที่ 1
content	เนื้อหาในหน้าเว็บเพจ	การใช้งาน Office 365
fname	ชื่อเอกสารแนบสำหรับอ้างอิงไปยัง folder	สื่อการสอนบทที่ 1
intro	คำอธิบายของเอกสารแนบ	เอกสารประกอบการเรียนเรื่อง.....

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ และการเข้าดูสื่อวิดิโอ ผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder

id (*Primary key*)	userid (Foreign key)	Idnumber (Foreign key)	TimeCreate	Component	objecttable
1	60585	51008	2022-11-14 12:11:19	mod_url	url
2	60585	51008	2022-11-14 12:08:51	mod_url	url
3	60585	51008	2022-11-14 12:08:47	core	NULL
...	...	...	...	...	...

objecttable	eventname	Contextinstanceid	courseid	Fullname
url	\mod_url\event\course_module_viewed	2832	90	202111 การ.....
url	\mod_url\event\course_module_viewed	2833	90	802510 การ.....
NULL	\core\event\course_viewed	90	90	802110 การ.....
...	...	...	...	...

name	externalurl	pname	content	fname	intro
การตั้งค่า...	https://bbal.thonburi-u.ac.th/GAct	บทที่ 1	การใช้....	สื่อการสอน....	202111 การ.....
การใช้งาน...	https://bbal.thonburi-u.ac.th/GAct	บทที่ 2	การใช้....	สื่อการสอน....	802510 การ.....
NULL	https://bbal.thonburi-u.ac.th/GAct	90	90	.....	802110 การ.....
...	...	...	...	.....	...

โครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการเข้าทำแบบฝึกหัด ดังตารางที่ 4.9 จะแสดงให้เห็นแผนภาพ Process Map กระบวนการของนักศึกษา ดังรูปที่ 4.11 และแผนภาพ Process Map กระบวนการของนักศึกษาดังรูปที่ 4.59

ตารางที่ 4.9 โครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการเข้าทำแบบฝึกหัด

Field	Description	Example data
id	รหัสแบบฝึกหัด (*Primary key*)	23
course	รหัสวิชาที่เข้าเรียน (*Foreign key*)	10
Fullname	ชื่อรายวิชา	202111 การประยุกต์ใช้โปรแกรม
userid	รหัสผู้ใช้งานระบบ (*Foreign key*)	2638
idnumber	รหัสนักศึกษา	51008
eventname	รายการกิจกรรมที่ทำ	\mod_url\event\course_viewed
objecttable	เชื่อมโยงข้อมูลจากตารางใด	assign
name	ชื่อแบบฝึกหัด	ส่งแบบฝึกหัดภาคปฏิบัติการ...
DateCreate	วันเวลาที่ส่งแบบฝึกหัด	2020-05-23 21:15:03
status	สถานะการส่งแบบฝึกหัด	Modified
grade	กิจกรรมที่นักศึกษาทำบนวิดีโอ	5

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัด

id (*Primary key*)	course (*Foreign key*)	Fullname	userid (*Foreign key*)	idnumber	eventname
23	10	202111 การ...	974	6101205601	Modified
23	10	202111 การ...	1713	6201102057	submitted
23	10	202111 การ...	2208	6201102057	Modified
23	10	202111 การ...	3870	6101205601	Modified
23	10	202111 การ...	1718	6201102057	complete
...	...	...	...	...	...

objecttable	name	DateCreate	Status	Grade
assign_submission	ส่งแบบฝึกหัดภาคปฏิบัติการ...	2020-05-23 21:15:03	Modified	
assign_submission	ส่งแบบฝึกหัดภาคปฏิบัติการ...	2020-05-23 21:38:57	submitted	
assign_submission	ส่งแบบฝึกหัดภาคปฏิบัติการ...	2020-05-25 16:27:11	Modified	
assign_submission	ส่งแบบฝึกหัดภาคปฏิบัติการ...	2020-05-25 16:27:11	new	
assign_submission	ส่งแบบฝึกหัดภาคปฏิบัติการ...	2020-05-01 09:08:40	Modified	
assign_submission	ส่งแบบฝึกหัดภาคปฏิบัติการ...	2020-05-23 21:38:57	complete	2
...	...	...	...	...

โครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบ ดังตารางที่ 4.11 จะแสดงให้เห็นแผนภาพ Process Map กระบวนการของนักศึกษาดัง รูปที่ 4.13 และแผนภาพ Process Map กระบวนการของนักศึกษาดังรูปที่ 4.65

ตารางที่ 4.11 โครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบ

Field	Description	Example data
id	รหัสลำดับการคลิกเข้าทำข้อคำถาม (*Primary key*)	725490
eventname	รายการกิจกรรมที่ทำ	\mod_url\event\course_viewed
objecttable	เชื่อมโยงข้อมูลจากตารางใด	quiz_attempts
userid	รหัสผู้ใช้งานระบบ (*Foreign key*)	16566
idnumber	รหัสนักศึกษา	6112050009
questionattemptid	รหัสลำดับพฤติกรรมการคลิก หรือการกระทำในข้อนั้นๆ	240004
course	รหัสวิชา (*Foreign key*)	282
Fullname	ชื่อรายวิชา	202111 การประยุกต์ใช้โปรแกรม
quizid	รหัสชุดข้อสอบ (*Foreign key*)	980
quizname	ชื่อชุดข้อสอบ	แบบทดสอบ Office 365 และ...
questionusageid	รหัสกลุ่มคำถามที่ผู้สอบเข้าทำข้อสอบในแต่ละครั้ง	203
questionid	รหัสคำถาม	3988168
name	ชื่อคำถาม	ข้อที่ 7
questiontext	คำอธิบายคำถาม	จากสูตร =2*3+5 ข้อใดคือผลลัพธ์ในเซลล์
state	กิจกรรมที่ทำ เช่น กำลังทำ ทำเสร็จแล้ว ทำถูกหรือผิด	todo
fraction	คะแนนที่ได้	1.0
timecreated	วันเวลาแจ้งเตือนกิจกรรมแบบทดสอบ	2021-07-07 14:46:05
timeattempt	วันเวลาที่เข้าทำแบบทดสอบแต่ละข้อ	2021-07-07 14:46:50
sequencenumber	ลำดับเหตุการณ์ในข้อนั้นๆ	0

ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบ

id (Primary key)	eventname	objecttable	userid (Foreign key)	idnumber	questionattemptid
725490	16566	240004	16566	980	240004
726324	16566	240004	16566	980	240004
729248	16566	240004	16566	980	240004
725491	16566	240005	16566	980	240005
727051	16566	240005	16566	980	240005
729249	16566	240005	16566	980	240005
...	...	...	...	...	...

course (Foreign key)	Fullname	quizid (Foreign key)	quizname	questionusageid	questionid (Foreign key)
282	725490	980	แบบทดสอบ Office และ.....	16566	3988168
282	726324	980	แบบทดสอบ Office และ.....	16566	3988168
282	729248	980	แบบทดสอบ Office และ.....	16566	3988168
282	725491	980	แบบทดสอบ Office และ.....	16566	3988154
282	727051	980	แบบทดสอบ Office และ.....	16566	3988154
282	729249	980	แบบทดสอบ Office และ.....	16566	3988154
	...	...	...	...	

name	questiontext	state	fraction	timeattempt	Sequence number
ข้อที่ 7	ในเซลล์ D1 เขียนสูตรดังนี้ =2*3+5 ผลลัพธ์ที่ได้คือ	todo	NULL	2021-07-07 14:46:05	0
ข้อที่ 7	ในเซลล์ D1 เขียนสูตรดังนี้ =2*3+5 ผลลัพธ์ที่ได้คือ	complete	NULL	2021-07-07 14:48:14	1
ข้อที่ 7	ในเซลล์ D1 เขียนสูตรดังนี้ =2*3+5 ผลลัพธ์ที่ได้คือ	gradedright	1.00	2021-07-07 14:56:22	2
ข้อที่ 21	อาร์กิวเมนต์ ในฟังก์ชันของ Excel หมายถึงอะไร	todo	NULL	2021-07-07 14:46:05	0
ข้อที่ 21	อาร์กิวเมนต์ ในฟังก์ชันของ Excel หมายถึงอะไร	complete	NULL	2021-07-07 14:50:17	1
ข้อที่ 21	อาร์กิวเมนต์ ในฟังก์ชันของ Excel หมายถึงอะไร	gradedwrong	0.00	2021-07-07 14:56:22	2
...	...	...	...	...	...

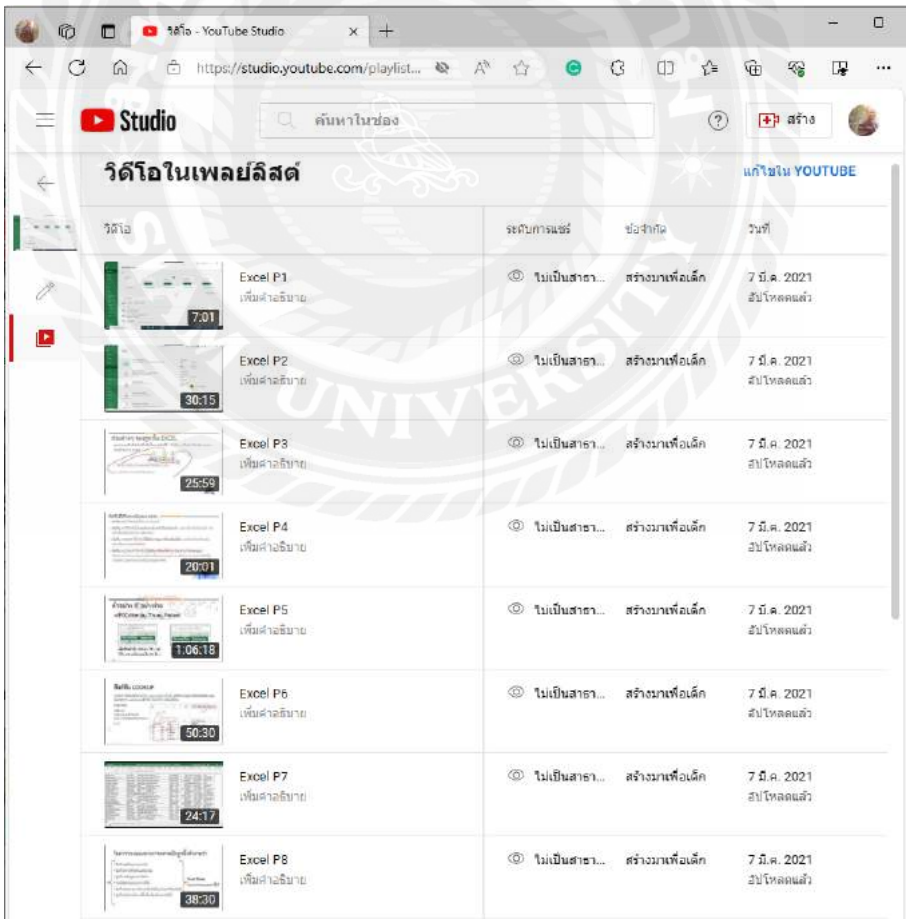
4.3 ขั้นตอนที่ 3 ผลการพัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) จัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์

1. ได้โปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เข้าเรียนผ่านสื่อวิดิโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ จำนวน 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนของอาจารย์สอน และส่วนของนักศึกษา ดังนี้

ส่วนของอาจารย์ผู้สอน

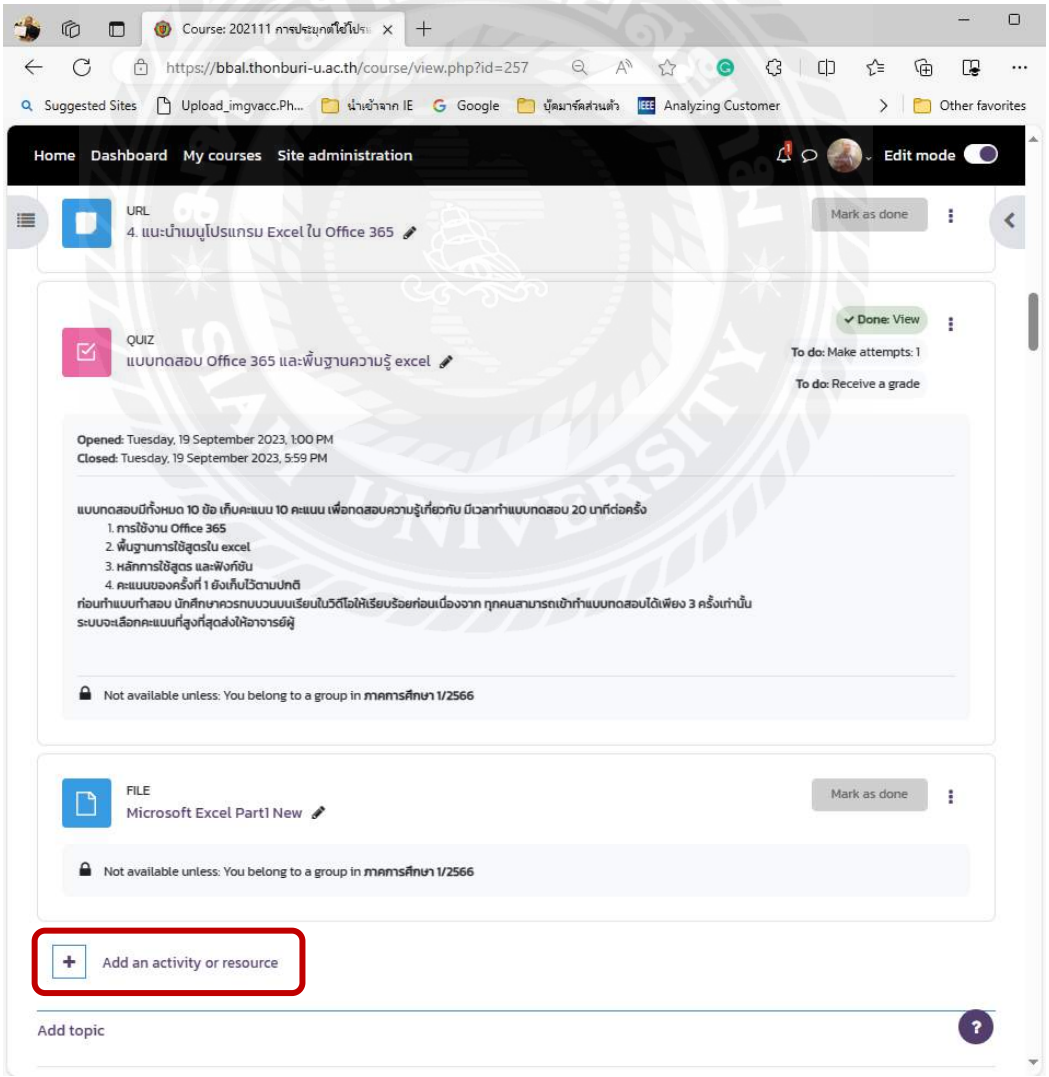
อาจารย์ผู้สอนดำเนินการจัดเตรียมสื่อการสอน โดยอาจารย์ผู้สอนสามารถใช้สื่อการสอนรูปแบบวิดิโอ MP4 หรือ File อื่น ๆ ที่สามารถแสดงผลผ่าน Web Browser หรือใช้สื่อวิดิโอบน YouTube เพื่อจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมของนักศึกษาระหว่างที่เข้าเรียนรู้ โดยอาจารย์ผู้สอนดำเนินการ Upload File MP4 ไปจัดเก็บที่ Server สำหรับจัดเก็บสื่อวิดิโอ ผู้วิจัยแนะนำให้นำสื่อ MP4 Upload ไปจัดเก็บไว้ที่ YouTube Channel ของผู้สอน หรือ YouTube Channel ของสถาบันการศึกษาที่อาจารย์ผู้สอนสังกัดอยู่ ซึ่งการ Upload File ไปไว้ที่ YouTube มีข้อดี คือทำให้สามารถลด Traffic บนระบบเครือข่ายของสถาบันการศึกษาได้ และลดปัญหาวิดิโอกระตุกได้ ทั้งนี้การใช้ YouTube ต้องพึงระวังในเรื่องของลิขสิทธิ์ เช่น ข้อมูล รูปภาพ เสียง เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทดลองด้วยการ Upload File MP4 สื่อการสอนไปจัดเก็บไว้ใน YouTube Channel ส่วนตัวของผู้วิจัย (รูปที่ 4.21) และเชื่อมโยงวิดิโอสื่อการสอนระหว่าง YouTube กับระบบ e-Learning ด้วย YouTube ID ของสื่อวิดิโอที่สร้างขึ้น



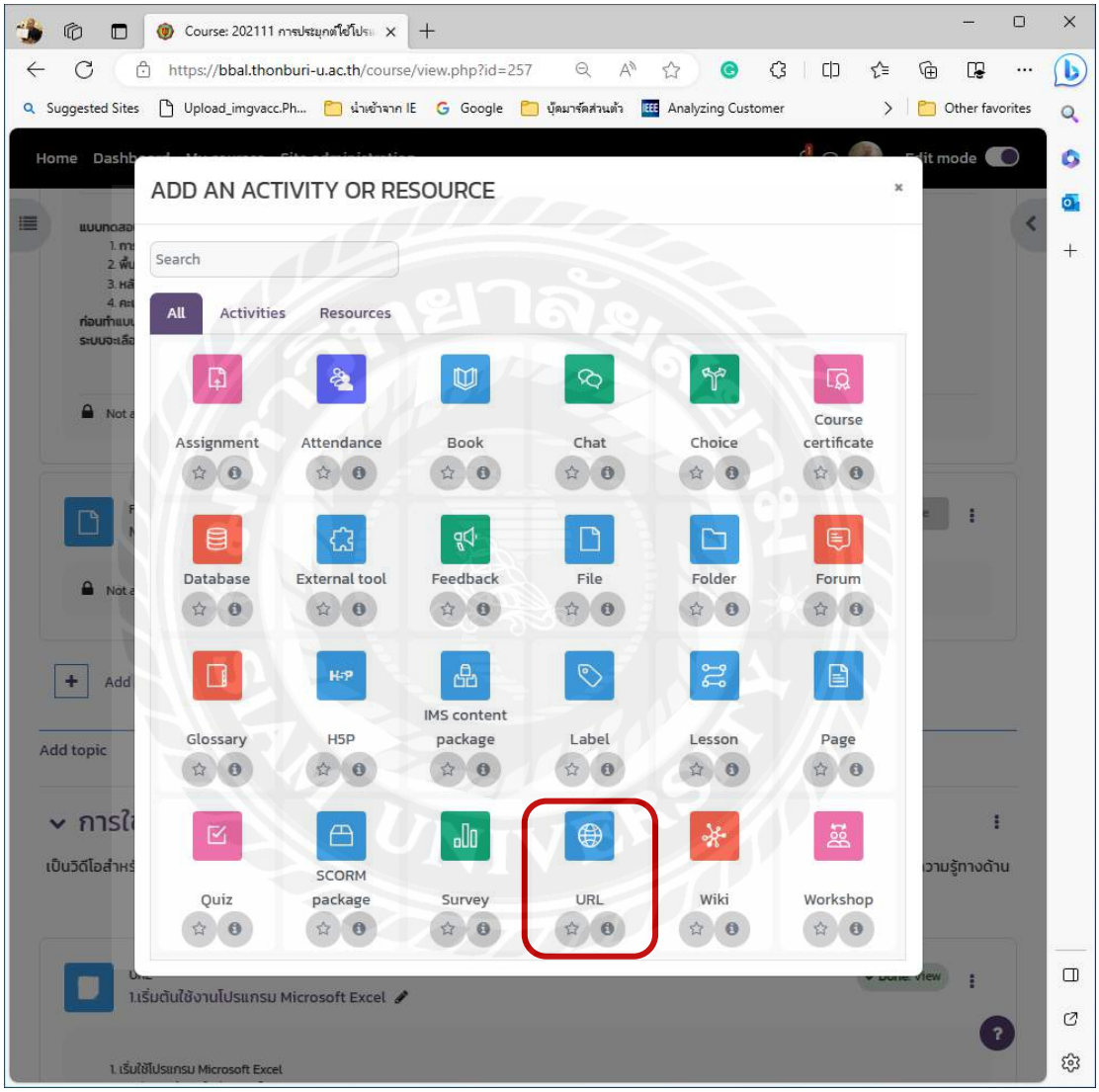
รูปที่ 4.21 สื่อวิดิโอสำหรับทดลองจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์

ผู้วิจัยสร้างกิจกรรมในราย วิชา 20 2111 Applied Business Programing โดยเพิ่มกิจกรรมแบบ URL (รูปที่ 4.22 และ รูปที่ 4.23) ซึ่งในกิจกรรม Module URL ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมส่วนเสริมเชื่อมโยงไว้ในกิจกรรมนี้ และมีหลักการทำงาน คือเมื่อนักศึกษาคลิกบทเรียนที่อาจารย์ผู้สอนสร้างไว้ ระบบจะส่งข้อมูลของนักศึกษา ข้อมูลรายวิชา ชื่อบทเรียน วันเวลาที่เริ่มคลิกดูบทเรียน วันเวลาที่คลิกหยุดวิดิโอชั่วคราว วันเวลาที่คลิกข้ามเนื้อหาในวิดิโอ วันเวลาที่คลิกปิดวิดิโอไปจัดเก็บไว้ในโครงสร้างข้อมูลที่ออกแบบไว้ วิธีการเชื่อมโยง ใช้วิธีการส่งข้อมูลผ่าน URL ของสื่อวิดิโอที่อ้างถึง (รูปที่ 4.24) ตัวอย่างเช่น https://bba-learning.thonburi-u.ac.th/GAct/startfrm.php?fname=Excel_P1&SliedsN= Excel_P1 EP1&videoName=P00L4NL6YWE จากตัวอย่าง URL จะมีการส่งค่าตัวแปล จำนวน 3 ค่า ประกอบด้วย fname หมายถึง ชื่อของบทเรียน SliedsN หมายถึง หัวข้อย่อยของบทเรียน และ videoName หมายถึง YouTube ID ของสื่อวิดิโอ

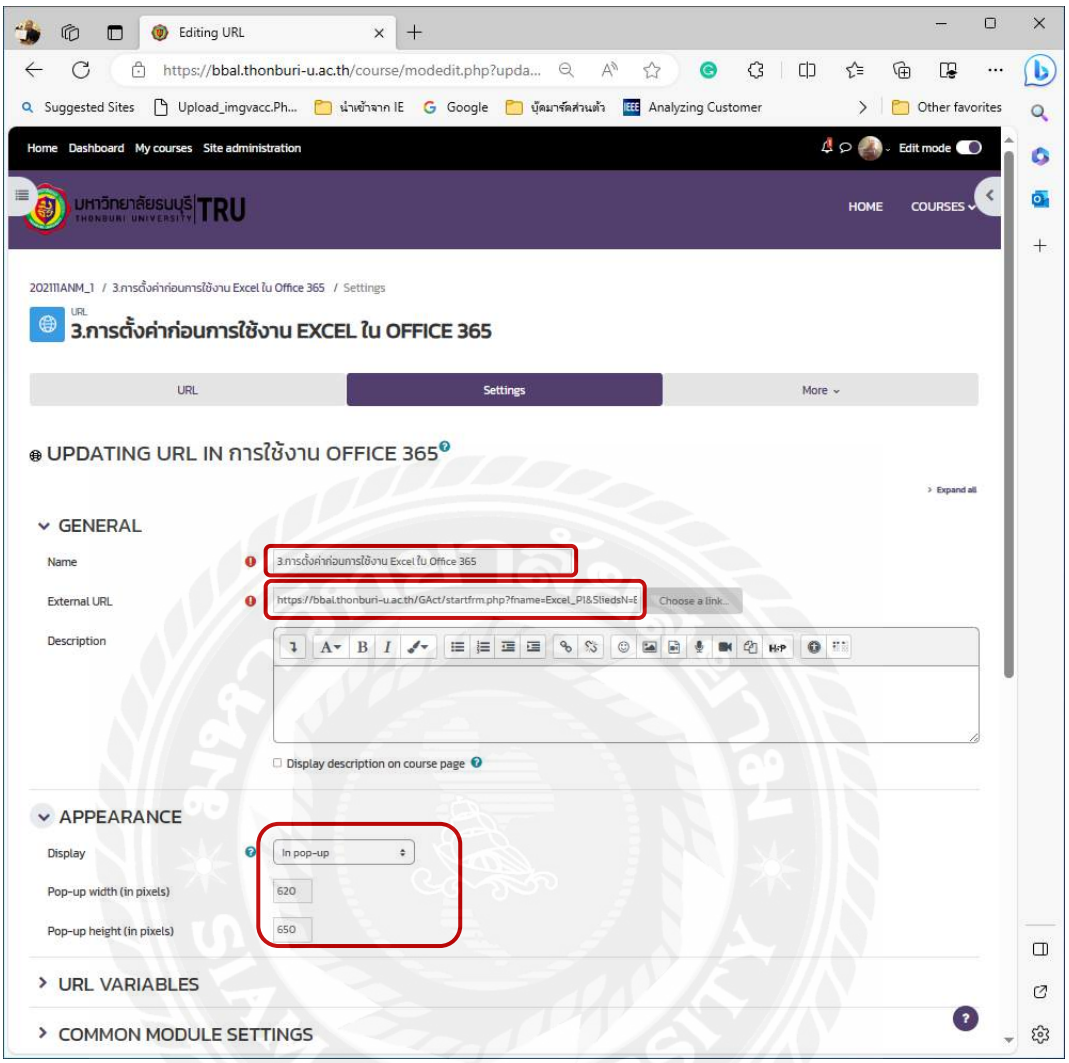


รูปที่ 4.22 การเพิ่มกิจกรรม หรือสื่อการสอนในระบบ e-Learning (ส่วนของอาจารย์ผู้สอน)

จากรูปที่ 4.22 สามารถคลิกเมนู Add an activity or resource เพื่อเพิ่มกิจกรรมที่ต้องการให้นักศึกษาเข้าเรียนรู้ ประกอบด้วยหลากหลายกิจกรรม ซึ่งงานวิจัยนี้ขอกล่าวถึงเพียงกิจกรรม Module URL ที่ต้องการทดลองพัฒนาการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ โดยคลิกเลือกเพิ่มกิจกรรม Module URL (รูปที่ 4.23 และรูปที่ 4.24)

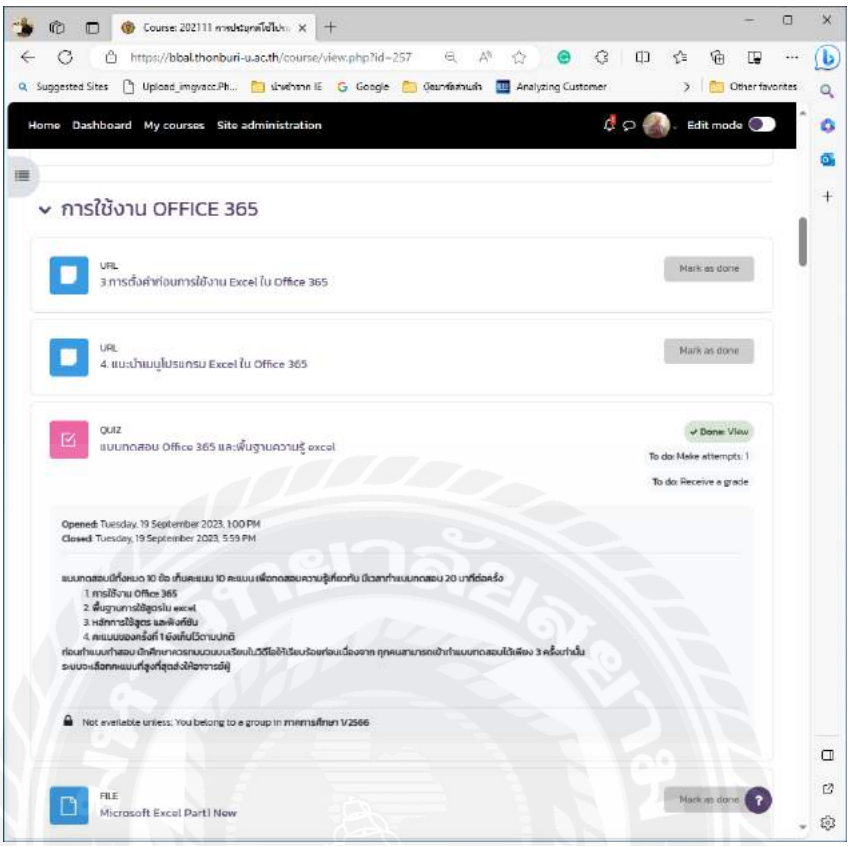


รูปที่ 4.23 การเลือกสื่อการสอนโดยใช้ Module URL ในระบบ e-Learning (ส่วนของอาจารย์ผู้สอน)

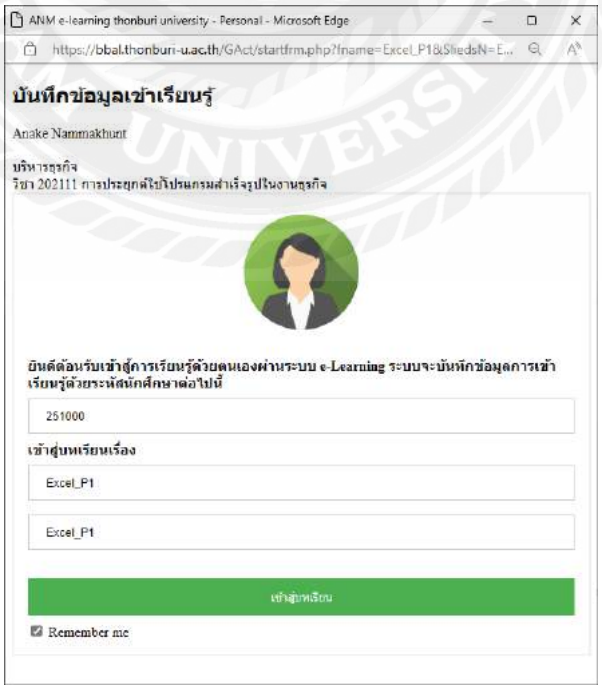


รูปที่ 4.24 การกำหนดค่าใน URL Module ของระบบ e-Learning (ส่วนของอาจารย์ผู้สอน)

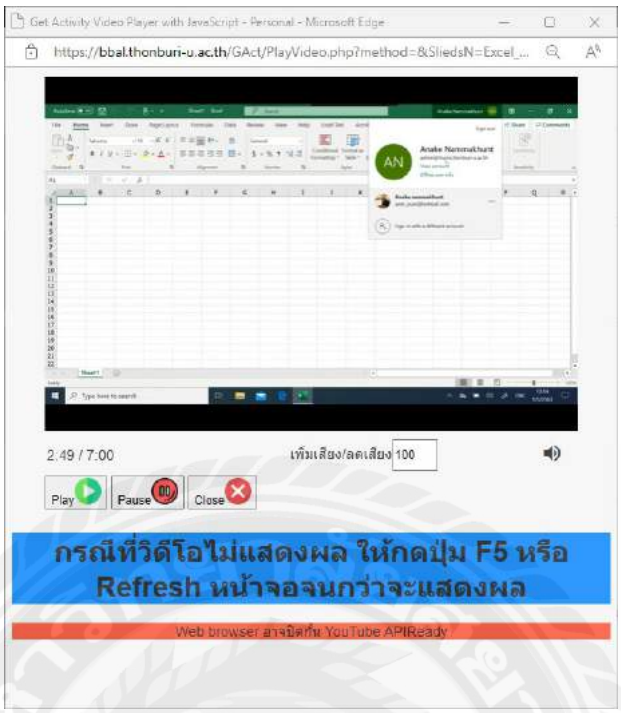
จากรูปที่ 4.24 สามารถพิมพ์หัวข้อบทเรียนลงไปในช่อง Name และระบุ URL สำหรับเรียกใช้ Plug in GAcT ลงไปในช่อง External URL เช่น https://bba-learning.thonburi-u.ac.th/GAct/startfrm.php? fname=Basic Excel&SliedsN=Basic Excel Part 1&videoName =2cXUGB55exQ และในส่วนของการแสดงผลแนะนำให้เลือก Appearance Display เป็นแบบ In pop-up เพื่อให้ระบบแสดงหน้าเว็บเพจสำหรับจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรม เมื่อกำหนดค่าเรียบร้อยแล้ว และบันทึกกิจกรรม จะปรากฏหัวข้อสื่อการสอนดังรูปที่ 4.25 การจัดเตรียมสื่อการสอนสำหรับใช้งานโปรแกรมส่วนเสริม ในส่วนของอาจารย์ผู้สอนเสร็จสมบูรณ์แล้ว รวมทั้งสามารถทดสอบการทำงานของโปรแกรมส่วนเสริมด้วยวิธีคลิกไปยังหัวข้อสื่อการสอนที่ต้องการทดสอบ ระบบจะแสดงผลดังรูปที่ 4.26 และ รูปที่ 4.27 การเพิ่มสื่อการสอนไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ สามารถใช้วิธีการเดียวกับการเพิ่มสื่อวิดีโอเนื่องจากใช้โปรแกรมส่วนเสริมชุดเดียวกัน



รูปที่ 4.25 หัวข้อกิจกรรม (ส่วนของอาจารย์ผู้สอน)



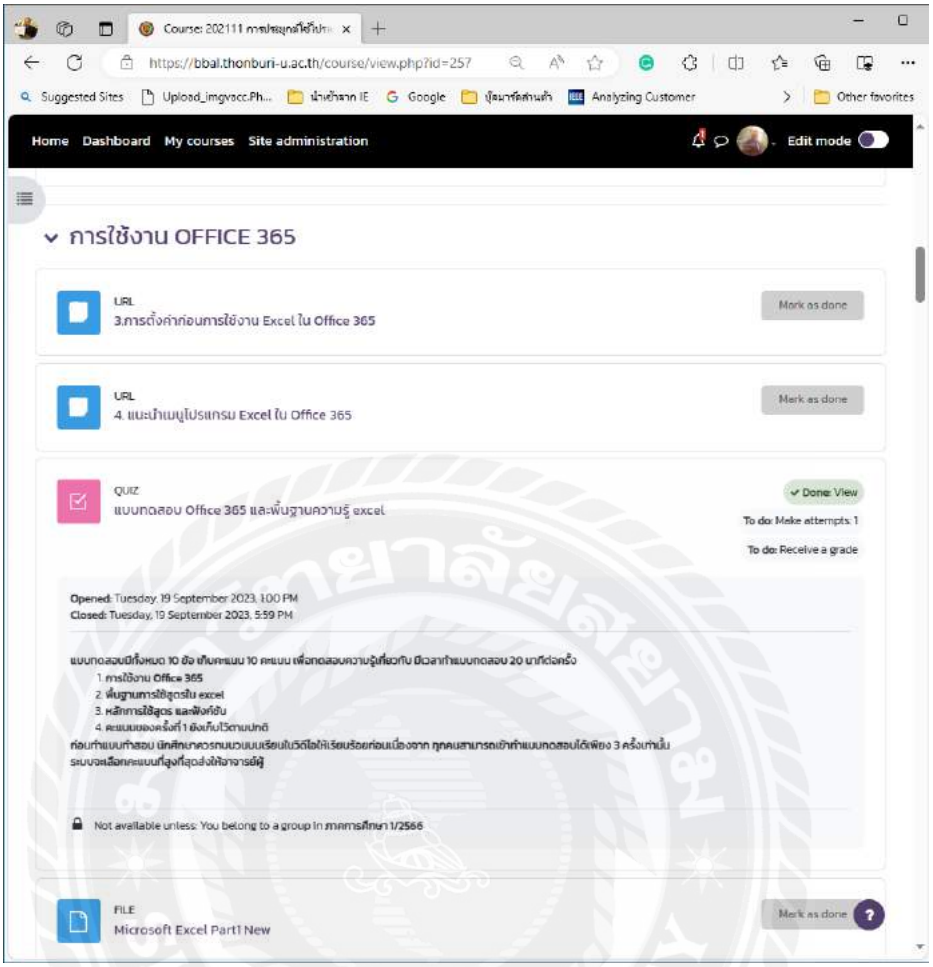
รูปที่ 4.26 การตอบรับเข้าสู่บทเรียน (ส่วนของอาจารย์ผู้สอน)



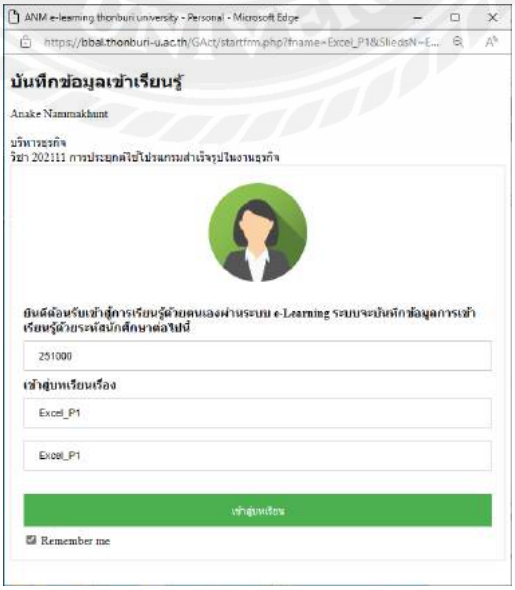
รูปที่ 4.27 เนื้อหาในบทเรียน (ส่วนของอาจารย์ผู้สอน)

ส่วนของนักศึกษา

นักศึกษาสามารถคลิกเข้าเรียนรู้บทเรียนสื่อวิดิโอ หรือสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ในรายวิชาที่ตนเองลงทะเบียนเรียน ซึ่งการเข้าเรียนของนักศึกษาระบบเริ่มดำเนินการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ไว้ในโครงสร้างตาราง el_logstore_standard_log ตั้งแต่กระบวนการเข้าสู่ระบบต่อเนื่องจนถึงขั้นตอนการคลิกเข้าเรียนในรายวิชา กรณีที่นักศึกษาคลิกเข้าเรียนในบทเรียนสื่อวิดิโอหรือ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ระบบจะส่งข้อมูลไปจัดเก็บไว้ในโปรแกรมส่วนเสริมที่พัฒนาขึ้นใหม่แบบอัตโนมัติ และอยู่ภายใต้ฐานข้อมูลเดียวกัน หัวข้อการเรียนรู้แสดงผล ดังรูปที่ 4.28 เมื่อนักศึกษาคลิกหัวข้อการเรียนรู้ เช่น หัวข้อ 3 การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel ใน Office 365 ระบบเชื่อมโยงไปยังโปรแกรมส่วนเสริมชื่อ GAct พร้อมทั้งแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่ามีการบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนผ่านสื่อการสอนในแต่ละครั้ง ดังรูปที่ 4.29 และก่อนเข้าใช้งานระบบ e-Learning ระบบได้แจ้งเตือนเงื่อนไขนโยบายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) ให้แก่นักศึกษารับทราบ และยอมรับเงื่อนไขก่อนเข้าใช้งาน

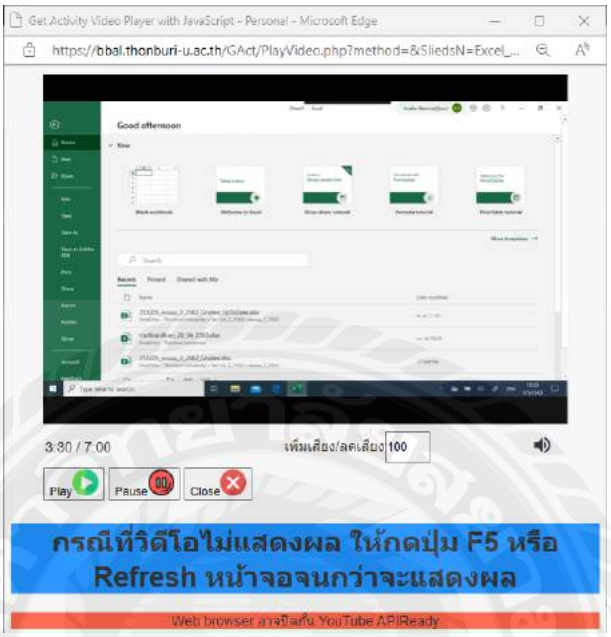


รูปที่ 4.28 หัวข้อการเรียนการสอนในรายวิชา (ส่วนของนักศึกษา)



รูปที่ 4.29 แจ้งให้ผู้เรียนทราบมีการบันทึกข้อมูลการเข้าเรียน (ส่วนของนักศึกษา)

จากรูปที่ 4.29 เมื่อนักศึกษาคลิกปุ่ม เข้าสู่บทเรียน ระบบจะแสดงดังรูปที่ 4.30 พร้อมเริ่มบันทึกสถานะการเข้าเรียนเป็น Start ซึ่งหมายถึง ผู้เรียนคลิกเปิดสื่อวิดีโอ แต่ยังไม่ได้คลิก Play วิดีโอ



รูปที่ 4.30 เนื้อหาในบทเรียน

ต่อเนื่องจากรูปที่ 4.30 เมื่อนักศึกษาคลิกปุ่ม Play, Pause, Close หรือคลิกเมนูใด ๆ บนสื่อวิดีโอ ระบบจะดำเนินการจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการคลิกแบบอัตโนมัติ ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.31 ข้อมูลที่จัดเก็บประกอบด้วย

1) ID รหัสรายการบันทึกข้อมูล จัดเก็บแบบอัตโนมัติ โดยรหัสจะเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับ เมื่อเกิดกิจกรรมการคลิกใด ๆ ณ บนสื่อวิดีโอ หรือบนปุ่ม Play, Pause, Close

2) PageN หมายถึง หัวข้อสื่อการสอนที่เข้าดู

3) PageCount หมายถึง จำนวนครั้งที่คลิกเข้าดูสื่อการสอน

4) AttemptDate หมายถึง วันเวลาเริ่มต้นคลิก

5) EndAttemptDate หมายถึง วันเวลาสิ้นสุดการคลิก

6) TimePlay หมายถึง วินาทีที่คลิกวิดีโอ (ตามเวลาความยาววิดีโอ)

7) Intduration หมายถึง เวลาความยาววิดีโอ หน่วยเป็นวินาที

8) ActivityUser หมายถึง กิจกรรมที่ทำ Start, Paly, Pause, End

9) STDID หมายถึง รหัสนักศึกษา

10) COURSEID หมายถึง รหัสรายวิชาที่เข้าเรียน

ตารางที่ 4.13 โครงสร้างเขตข้อมูลหัวข้อการเรียนรู้ภายในสื่อวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์

Field	Description	Example data
PageN	ชื่อย่อบทเรียน (*Foreign key*)	Excel_P1
Subjectid	รหัสหัวข้อย่อยของบทเรียน	Excel_P1001
Subjecttitle	หัวข้อย่อยของบทเรียน	1.เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel
TimeS	เวลาเริ่มต้น (มิลลิวินาที)	63.65
TimeE	เวลาสิ้นสุด (มิลลิวินาที)	74.501

ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อการเรียนรู้ภายในสื่อวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์

PageN (*Primary key*)	Subjectid (*Foreign key*)	Subjecttitle	TimeS	TimeE
Excel_P7	Excel_P7001	แนะนำบทเรียน	0	0.79
Excel_P7	Excel_P7002	อธิบายแหล่งข้อมูลจาก Sheet	0.79	4.01
Excel_P7	Excel_P7003	การแทรง Drop down list	4.01	7.78
Excel_P7	Excel_P7004	การใช้ if และ Vlookup	7.78	19.03
Excel_P7	Excel_P7005	การคำนวณเงินรวม	19.03	22.03
Excel_P7	Excel_P7006	คำนวณภาษี คำนวณยอดเงินสุทธิ	22.03	24.28
...	...	...	...	...

ตารางที่ 4.15 โครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ และ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์

Field	Description	Example data
id	รหัสลำดับการเข้าดูสื่อวิดีโอ (*Primary key*)	1
STDID	รหัสนักศึกษา (*Foreign key*)	60585
AttemptDate	วันเวลาที่เริ่มคลิกดูสื่อวิดีโอ	2020-05-02 10:11:43
EndAttemptDate	วันเวลาที่คลิกเปลี่ยนกิจกรรมตอนดูสื่อวิดีโอ	2020-05-02 10:11:47
PageN	ชื่อย่อบทเรียน (*Foreign key*)	Excel_P1
Subjectid	รหัสหัวข้อย่อยของบทเรียน	Excel_P1001
Subjecttitle	หัวข้อย่อยของบทเรียน	1.เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel
ActivityUser	กิจกรรมที่นักศึกษาทำบนวิดีโอ	Play
COURSEID	รายวิชาที่เข้าเรียน	90

ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ และ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์

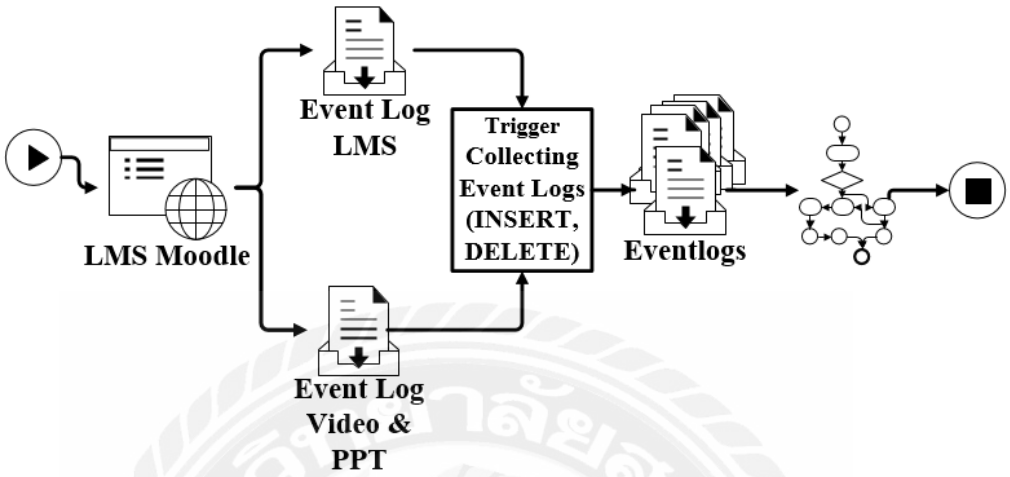
Id (*Primary key*)	STDID (*Foreign key*)	AttemptDate	EndAttemptDate	PageN (*Foreign key*)
121935	6201102087090	2020-05-02 10:11:43	2020-05-02 10:11:47	Excel_P1
121936	6201102087090	2020-05-02 10:11:47	2020-05-02 10:11:48	Excel_P1
121937	6201102087090	2020-05-02 10:11:48	2020-05-02 10:11:48	Excel_P1
121938	6201102087090	2020-05-02 10:11:48	2020-05-02 10:11:51	Excel_P1
121939	6201102087090	2020-05-02 10:11:51	2020-05-02 10:11:52	Excel_P1
121940	6201102087090	2020-05-02 10:11:52	2020-05-02 10:11:54	Excel_P1
...	...	...	...	...

Subjectid	Subjecttitle	ActivityUser	COURSEID
Excel_P1001	1. เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel	Start	10
Excel_P1001	1. เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel	Play	10
Excel_P1002	เริ่มใช้โปรแกรม Microsoft Excel	Pause	10
Excel_P1002	เริ่มใช้โปรแกรม Microsoft Excel	Play	10
Excel_P1003	การจัดรูปแบบเซลล์และแผ่นงาน(Worksheet)	Pause	10
Excel_P1003	การจัดรูปแบบเซลล์และแผ่นงาน(Worksheet)	End	10
...	...	...	...

ID	STDID	AttemptDate	EndAttemptDate	PageN	Subjectid	Subjecttitle	ActivityUser	COURSEID
273867	6201202049004	2021-06-20 12:11:20	2021-06-20 12:11:21	Excel_P1	Excel_P1000	การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel ใน Mi	Start	282
273868	6201202049004	2021-06-20 12:11:21	2021-06-20 12:18:22	Excel_P1	Excel_P1000	การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel ใน Mi	Play	282
273869	6201202049004	2021-06-20 12:18:22	2021-06-20 12:18:48	Excel_P1	Excel_P1000	การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel ใน Mi	End	282
273869	6201202049004	2021-06-20 12:18:22	2021-06-20 12:18:48	Excel_P1	Excel_P1004	สรุปการลงทะเบียนใช้งาน และการแก้	End	282
273946	6201202049004	2021-06-20 12:18:48	2021-06-20 12:18:49	Excel_P2	Excel_P2000	แนะนำเมนูโปรแกรม Excel ใน Micros	Start	282
273947	6201202049004	2021-07-01 14:49:09	2021-07-01 16:50:34	E4	E4001	4.สูตรการานวณ	Start	282
273948	6201202049004	2021-07-01 14:49:11	2021-07-01 14:51:07	E4	E4001	4.สูตรการานวณ	Play	282
273949	6201202049004	2021-07-01 16:57:38	2021-07-01 16:57:47	E6	E6001	การวิเคราะห์และจัดเรียงข้อมูล	Start	282
273950	6201202049004	2021-07-01 16:57:47	2021-07-01 16:57:48	E6	E6001	การวิเคราะห์และจัดเรียงข้อมูล	Start	282
273952	6201202049004	2021-07-01 16:57:48	2021-07-01 16:58:19	E6	E6001	การวิเคราะห์และจัดเรียงข้อมูล	Play	282
273953	6201202049004	2021-07-01 17:09:07	2021-07-01 17:10:59	E7	E7001	การใช้งาน Worksheet ร่วมกัน	End	282
273954	6201202049004	2021-07-01 17:24:57	2021-07-01 17:24:59	E8	E8001	การใช้งานสูตรต่างๆ ใน Excel	Start	282
273955	6201202049004	2021-07-01 17:24:59	2021-07-01 17:24:59	E8	E8001	การใช้งานสูตรต่างๆ ใน Excel	Play	282
273956	6201202049004	2021-07-01 17:30:04	2021-07-01 17:30:58	E8	E8001	การใช้งานสูตรต่างๆ ใน Excel	Pause	282
273957	6201202049004	2021-07-01 17:34:18	2021-07-01 17:34:20	Excel_P4	Excel_P4000	ไวยากรณ์ของฟังก์ชั่นใน Excel ฟังก์ชั่	Start	282
273958	6201202049004	2021-07-02 10:24:09	2021-07-02 13:00:58	Excel_P5	Excel_P5000	ไวยากรณ์ของฟังก์ชั่น if และวิธีการใช้	Start	282
273959	6201202049004	2021-07-02 14:25:36	2021-07-02 14:25:38	Excel_P7	Excel_P7000	WorkShop ใบแจ้งหนี้การขายพร้อมภ	Start	282
273962	6201202049004	2021-07-02 14:28:08	2021-07-02 14:28:11	Excel_P7	Excel_P7002	อธิบายแหล่งข้อมูลจาก Sheet อื่นที่ใช	Pause	282
273963	6201202049004	2021-07-02 17:09:14	2021-07-02 17:09:15	Excel_P7	Excel_P7000	WorkShop ใบแจ้งหนี้การขายพร้อมภ	Start	282
274279	6201202049004	2021-07-02 17:09:15	2021-07-02 17:12:03	Excel_P7	Excel_P7002	อธิบายแหล่งข้อมูลจาก Sheet อื่นที่ใช	Play	282
274280	6201202049004	2021-07-04 10:34:06	2021-07-04 10:34:07	Excel_P7	Excel_P7000	WorkShop ใบแจ้งหนี้การขายพร้อมภ	Start	282
274281	6201202049004	2021-07-04 11:01:40	2021-07-04 11:01:41	Excel_P7	Excel_P7000	WorkShop ใบแจ้งหนี้การขายพร้อมภ	Start	282
274281	6201202089001	2021-06-21 21:50:30	2021-06-21 21:50:31	Excel_P1	Excel_P1000	การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel ใน Mi	Start	282
274282	6201202089001	2021-06-21 21:50:31	2021-06-21 21:50:33	Excel_P1	Excel_P1000	การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel ใน Mi	Play	282
277337	6201202089001	2021-06-21 21:50:33	2021-06-21 21:50:50	Excel_P1	Excel_P1000	การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel ใน Mi	End	282
277338	6201202089001	2021-06-21 21:50:33	2021-06-21 21:50:50	Excel_P1	Excel_P1001	แนะนำบทเรียน	End	282
277340	6201202089001	2021-06-21 21:50:50	2021-06-21 21:50:52	Excel_P1	Excel_P1000	การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel ใน Mi	Start	282
277340	6201202089001	2021-06-21 21:50:52	2021-06-21 21:57:52	Excel_P1	Excel_P1000	การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel ใน Mi	Play	282
278963	6201202089001	2021-06-21 21:57:52	2021-06-21 21:57:52	Excel_P1	Excel_P1000	การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel ใน Mi	End	282
278964	6201202089001	2021-06-21 21:57:52	2021-06-21 21:57:52	Excel_P1	Excel_P1004	สรุปการลงทะเบียนใช้งาน และการแก้	End	282

รูปที่ 4.31 ตัวอย่างข้อมูลการบันทึกพฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดีโอรูปแบบ File CSV

2. วิธีการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 และโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) ให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis

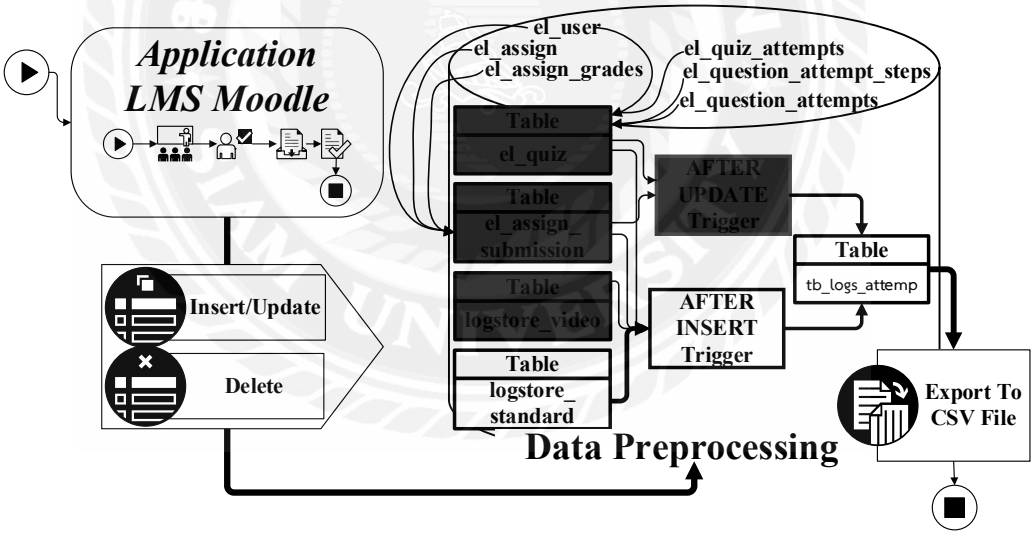


รูปที่ 4.32 การรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เพื่อค้นหาแบบจำลองกระบวนการ

จากการศึกษากระบวนการจัดเก็บข้อมูล และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ ข้อมูลสำหรับใช้วิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการในงานวิจัยนี้ เป็นข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบ e-Learning ด้วยเครื่องมือบริหารจัดการระบบของ LMS Moodle มีการใช้งานระบบอย่างต่อเนื่อง ปริมาณข้อมูลมีขนาดใหญ่ (Big Data) ลักษณะการออกแบบฐานข้อมูล เป็นการออกแบบด้วยเทคนิคการจัดระเบียบตารางในลักษณะ Normalization ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการใช้งานระบบมีการจัดเก็บแยกตามกิจกรรม หลายตารางข้อมูลดังแสดงในโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตาราง รูปที่ 4.18 รูปที่ 4.19 และรูปที่ 4.20 ทำให้การนำข้อมูลมารวมกันด้วยวิธีการ Queries ส่งผลให้การประมวลผลระบบโดยภาพรวมมีความล่าช้า หรือหยุดชะงักเมื่อทำการ Queries ข้อมูล ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดเตรียมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ แบ่งออกเป็น 4 ชุดข้อมูล ก่อนนำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ไปรวมเป็นข้อมูลชุดเดียวกัน ประกอบด้วย ข้อมูลชุดที่ 1 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ ข้อมูลชุดที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัด ข้อมูลชุดที่ 3 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบ ข้อมูลชุดที่ 4 ข้อมูลการเข้าดูสื่อวิดีโอจากโปรแกรมส่วนเสริมที่พัฒนาขึ้นใหม่ และนำข้อมูลทั้ง 4 ชุดมารวมกัน ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

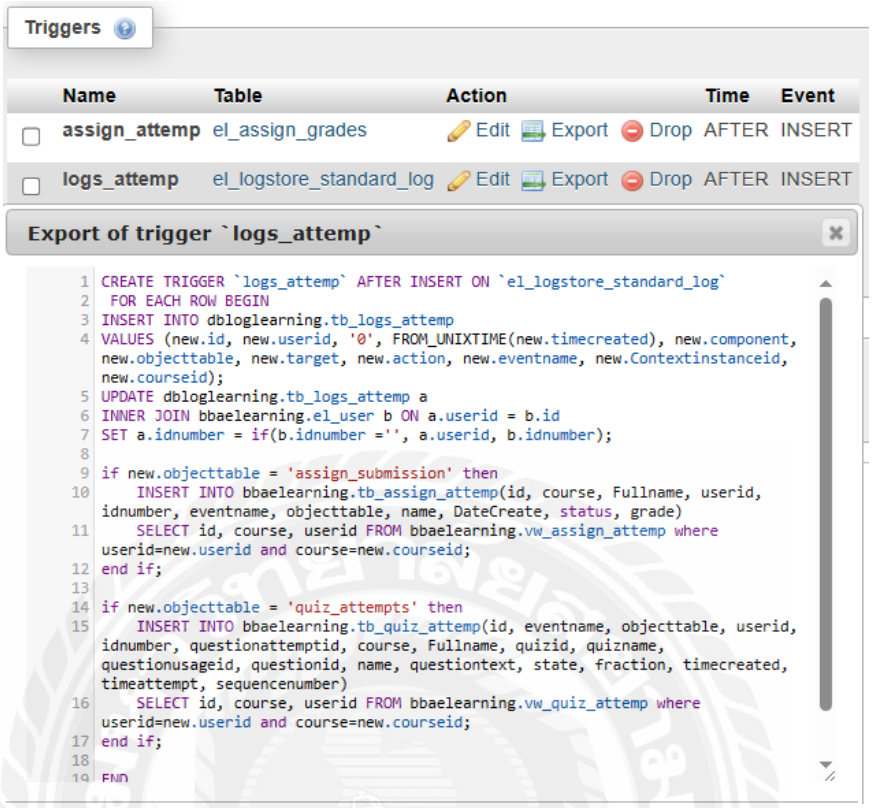
ข้อมูลชุดที่ 1 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ ข้อมูลชุดนี้เป็นข้อมูลที่นำต้นแบบมาจาก รูปที่ 4.18 โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตารางในแบบจำลองข้อมูลแต่ละกระบวนการเข้าดูสื่อวิดีโอผ่าน Module URL, Module Page และ Module Folder และนำมาจัดรูปแบบให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis ซึ่งได้กำหนดเขต

ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ขั้นต่ำไว้ ต้องมีอย่างน้อย 3 องค์ประกอบ คือ Case ID, Activity, และ Timestamp ในที่นี้ Case ID คือ รหัสของกรณีที่สามารถบ่งบอกถึงขอบเขตของกระบวนการที่เกิดขึ้น Activity คือ ชื่อของกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนหรือลำดับ และรายละเอียดที่เกิดขึ้นในแผนผังกระบวนการ Timestamps คือ การประทับวันเวลาสำหรับกำหนดลำดับของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ กรณีที่ต้องการ Filtering ข้อมูล สามารถเพิ่มเติมองค์ประกอบอื่น ๆ (Other Attributes) เพื่อใช้ในการ Filtering ข้อมูลได้ เช่น ต้องการทราบพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาแยกตามรายวิชา หรือแยกตามกลุ่ม หรือแยกตามเกรดที่สอบได้ ดังนั้นข้อมูลประกอบไปด้วยข้อมูลลำดับการเข้าใช้งานระบบ ใครเป็นผู้ใช้งานระบบ เข้าใช้ระบบในวันเวลาใด เข้าใช้งานส่วนใดของระบบ มีการเชื่อมโยงข้อมูลจากตารางใด การกระทำนั้นเป็นการทำกิจกรรมใด และกระทำกิจกรรมในรายวิชาใด ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการจัดเตรียมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรม ด้วยการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์แบบอัตโนมัติด้วย Trigger ดังรูปที่ 4.33 และคำสั่งสร้าง Trigger ดังรูปที่ 4.34 โดยจัดเก็บข้อมูลตามโครงสร้างเขตข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ ชื่อ tb_logs_attemp ดังตารางที่ 4.7 และตัวอย่างข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ ดังตารางที่ 4.8



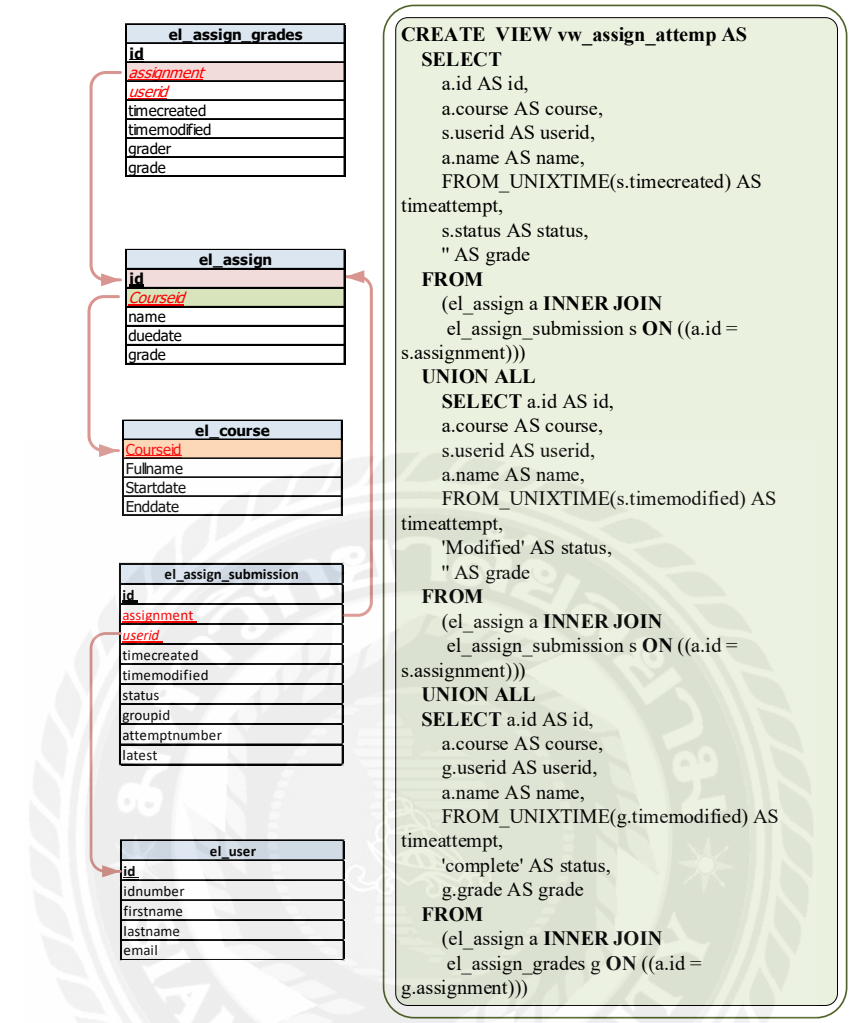
รูปที่ 4.33 โครงสร้างการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ

การถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเข้าใช้งานระบบ จะเริ่มทำงานทันทีเมื่อเกิดเหตุการณ์บันทึกข้อมูลลงในตาราง el_logstore_standard_log ข้อมูลจะถูกส่งไปจัดเก็บในตาราง tb_logs_attemp โดยอัตโนมัติตามโครงสร้างเขตข้อมูล ตารางที่ 4.7

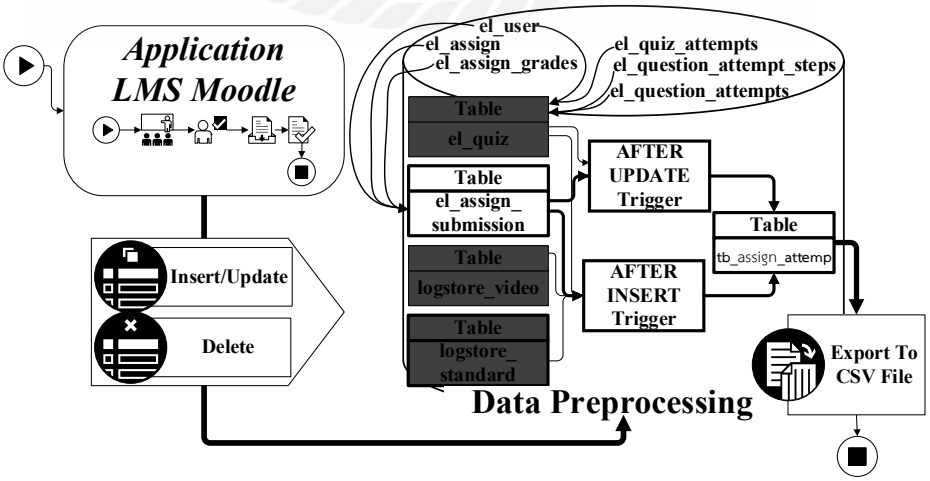


รูปที่ 4.34 Trigger การถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ

ข้อมูลชุดที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัด ข้อมูลชุดนี้จำเป็นต้องใช้เทคนิคการรวบรวมข้อมูลหลายตารางด้วยคำสั่ง UNION เพื่อให้เห็นถึงพฤติกรรมการทำแบบฝึกหัดแบบรายข้อ ด้วยวิธีการสร้าง View รวบรวมข้อมูลตามโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตาราง รูปที่ 4.9 และพบว่าข้อมูลที่จะเก็บไว้ไม่มีการจัดเก็บสถานะการส่งแบบฝึกหัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้วันที่ส่งแบบฝึกหัดเป็นเงื่อนไข สถานะเป็นส่งแบบฝึกหัด (Submitted) กำหนดเงื่อนไขวันที่แก้ไขแบบฝึกหัด เป็นสถานะแก้ไขแบบฝึกหัด (Modified) และกำหนดวันที่ได้รับผลคะแนน เป็นสถานะส่งสำเร็จ (Complete) ดังนั้นการจัดเตรียมข้อมูลชุดนี้จึงต้องใช้เทคนิคสร้าง View ดังแสดงในรูปที่ 4.35 สำหรับจัดเตรียมข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัด และดำเนินการถ่ายโอนข้อมูลไปจัดเก็บไว้ในตาราง tb_assign_attemp แบบอัตโนมัติด้วย Trigger ดังรูปที่ 4.36 Trigger การถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ โดยจัดเก็บข้อมูลตามโครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัด ดังตารางที่ 4.9 และตัวอย่างข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัด ดังตารางที่ 4.10



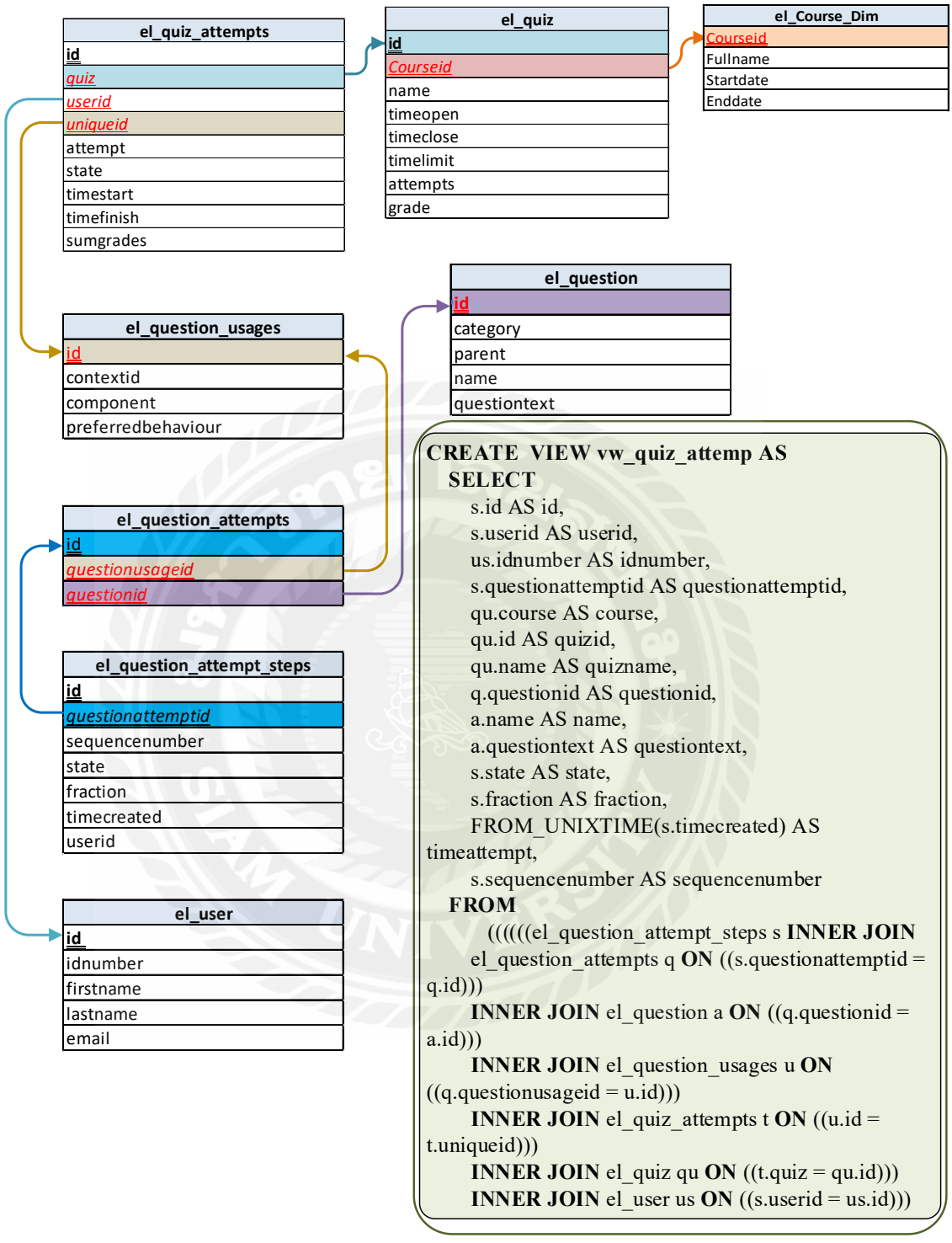
รูปที่ 4.35 การจัดเตรียมข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัดด้วยการสร้าง View



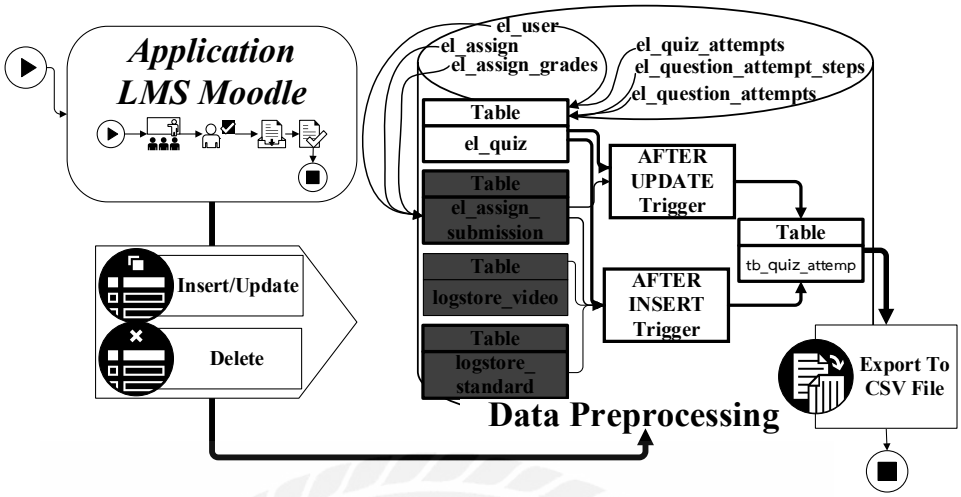
รูปที่ 4.36 โครงสร้างการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการส่งแบบฝึกหัด

ถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการทำแบบฝึกหัดไปจัดเก็บในตาราง tb_assign_attemp เมื่อมีการบันทึกข้อมูลลงในตาราง el_logstore_standard_log และ Trigger ตรวจสอบพบว่าค่าในคอลัมน์ objecttable มีค่าเท่ากับ assign_submission Trigger เริ่มถ่ายโอนข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ซึ่งใน vw_assign_attemp ที่จัดเตรียมไว้จะต้องมีข้อมูล userid และ courseid ตรงตามที่บันทึกลงในตาราง el_logstore_standard_log ข้อมูลที่ตรงตามเงื่อนไขจะถูกส่งไปจัดเก็บในตาราง tb_assign_attemp โดยอัตโนมัติตามโครงสร้างเขตข้อมูล ดังตารางที่ 4.9

ข้อมูลชุดที่ 3 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบ เนื่องด้วยข้อมูลที่สามารถแสดงให้เห็นพฤติกรรมการทำแบบทดสอบเชิงลึกระดับ นักศึกษาทำข้อคำถามข้อใด ตอบคำถามถูกหรือผิด คลิกตอบคำถามวันเวลาใด จึงต้องจัดเตรียมข้อมูลด้วยการสร้าง View ดังรูปที่ 4.37 และการถ่ายโอนข้อมูลไปจัดเก็บไว้ในตาราง tb_quiz_attemp แบบอัตโนมัติด้วย Trigger ดังรูปที่ 4.38 และโครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบ ดังตารางที่ 4.11 และตัวอย่างข้อมูลในตารางที่ 4.12 Trigger การถ่ายโอนข้อมูลของชุดนี้จะเริ่มดำเนินการเมื่อมีการบันทึกข้อมูลลงในตาราง el_logstore_standard_log และ Trigger ตรวจสอบพบว่าค่าในคอลัมน์ objecttable มีค่าเท่ากับ quiz_attempts Trigger เริ่มโอนข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ กล่าวคือใน vw_quiz_attemp ที่จัดเตรียมไว้จะต้องมีข้อมูล userid และ courseid ตรงตามที่บันทึกลงในตาราง el_logstore_standard_log ข้อมูลที่ตรงตามเงื่อนไขจะถูกส่งไปจัดเก็บในตาราง tb_quiz_attemp โดยอัตโนมัติ



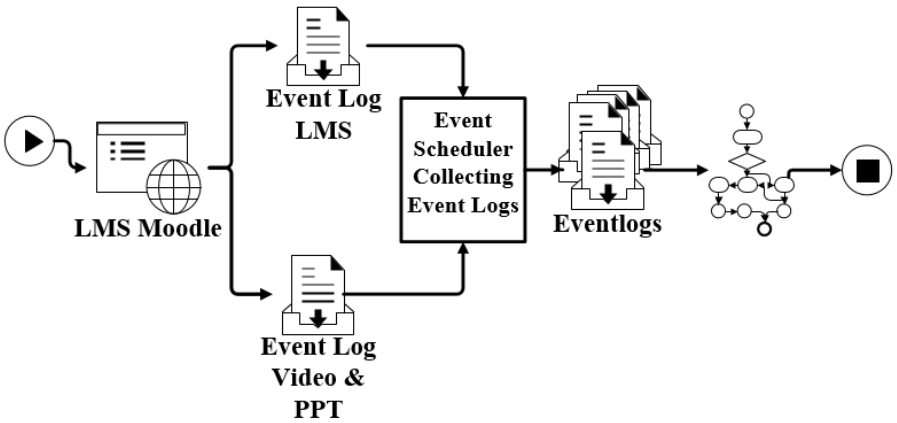
รูปที่ 4.37 การจัดเตรียมข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบด้วยการสร้าง View



รูปที่ 4.38 โครงสร้างการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการทำแบบทดสอบ

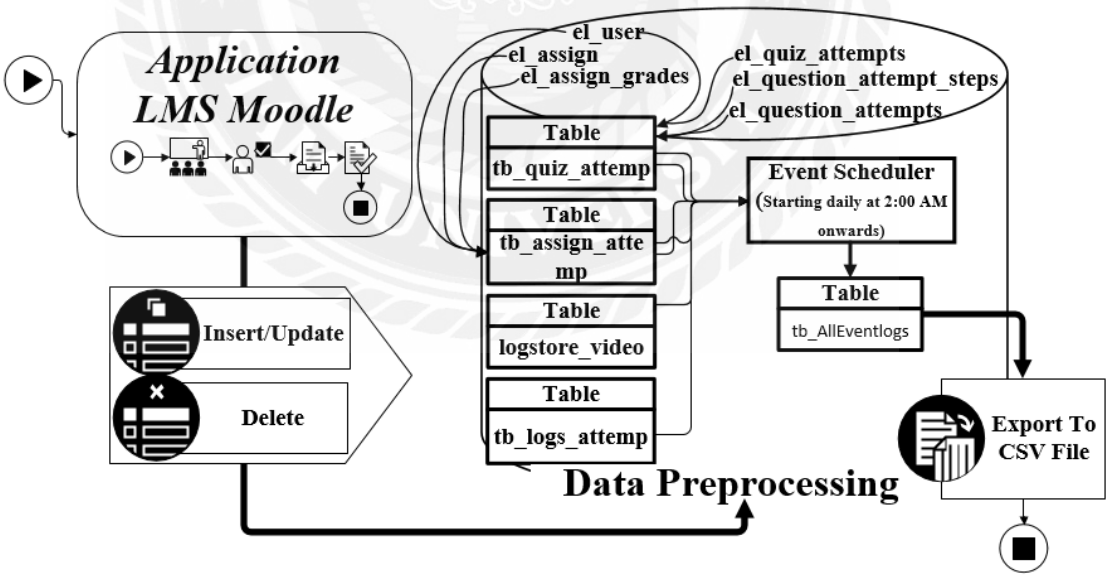
ข้อมูลชุดที่ 4 ชุดข้อมูลจากโปรแกรมส่วนเสริมที่พัฒนาขึ้นใหม่ เป็นข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ข้อมูลชุดนี้ได้ออกแบบเป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis จึงไม่ต้องดำเนินการจัดเตรียมข้อมูล เพื่อรอการถ่ายโอน และข้อมูลชุดนี้สามารถส่งออกเป็น File CSV สำหรับวิเคราะห์ผลพฤติกรรมการเข้าดูสื่อการสอนได้ทันที ดังรูปที่ 4.31 ตัวอย่างข้อมูลการบันทึกพฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดีโอรูปแบบ File CSV

ข้อมูลชุดที่ 5 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์โดยภาพรวม เป็นข้อมูลที่สามารถแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบในภาพรวมทั้งหมด เช่น พฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ พฤติกรรมการส่งแบบฝึกหัด และพฤติกรรมการเข้าทำแบบทดสอบ วิธีการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน

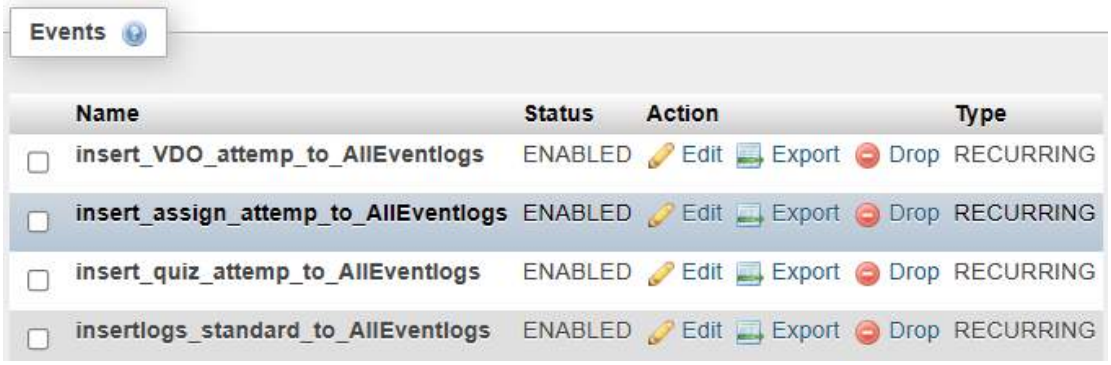


รูปที่ 4.39 การรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ด้วย Event Scheduler เพื่อค้นหาจำลองกระบวนการ

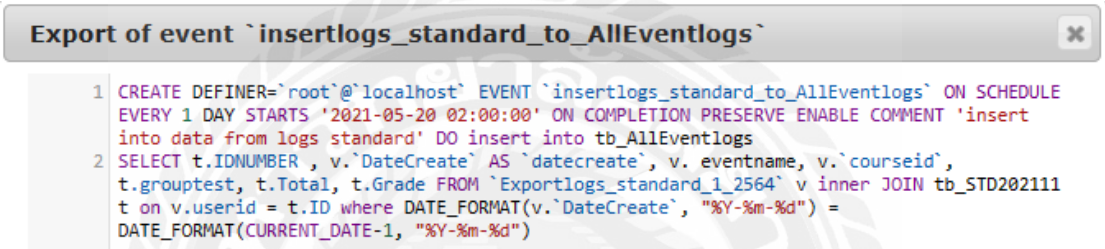
จากรูปที่ 4.41 ผู้วิจัยได้ใช้วิธีตั้งกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลด้วย Event Scheduler เพื่อนำข้อมูลที่จัดเตรียมไว้จากข้อมูลชุดที่ 1 ถึง ข้อมูลชุดที่ 4 ไปจัดเก็บรวมไว้ในโครงสร้างตารางเดียวกัน การทำงานของ Event Scheduler จะเริ่มขึ้นเวลา 02:00 AM ของทุกวัน และลักษณะการบันทึกข้อมูลเป็นการบันทึกแบบรายวัน ด้วยการนำข้อมูลวันที่ในแต่ละชุดข้อมูลมาเปรียบเทียบกับวันที่ปัจจุบันลบด้วย 1 เช่น DATE_FORMAT (วันที่ในชุดข้อมูล, "%Y-%m-%d") = DATE_FORMAT (วันที่ปัจจุบัน-1, "%Y-%m-%d") ดังนั้นข้อมูลทั้งหมดถูกนำมารวมไว้ในตาราง AllEventLogs ภายใต้โครงสร้างตารางข้อมูลเดียวกัน ที่ออกแบบตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis และตามเทคนิคการออกแบบฐานข้อมูลที่จัดระเบียบตารางในลักษณะ Denormalized สามารถบันทึกข้อมูล และ Queries ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว มีผลกระทบต่อการประมวลผลของระบบน้อย เมื่อเทียบกับการดึงข้อมูลมาใช้ประโยชน์ด้วยวิธีการ Queries ข้อมูลจากหลายตาราง สอดคล้องกับข้อแนะนำการออกแบบฐานข้อมูลในงานวิจัยเรื่อง Evaluating Partitioning and Bucketing Strategies for Hive-Based Big Data Warehousing Systems ของ Eduarda Costa และคณะ รวมถึงตารางในลักษณะ Denormalized ง่ายต่อการ Export to File CSV ทำให้สามารถนำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยใช้อัลกอริทึม Fuzzy Miner และอัลกอริทึม Dotted Chart



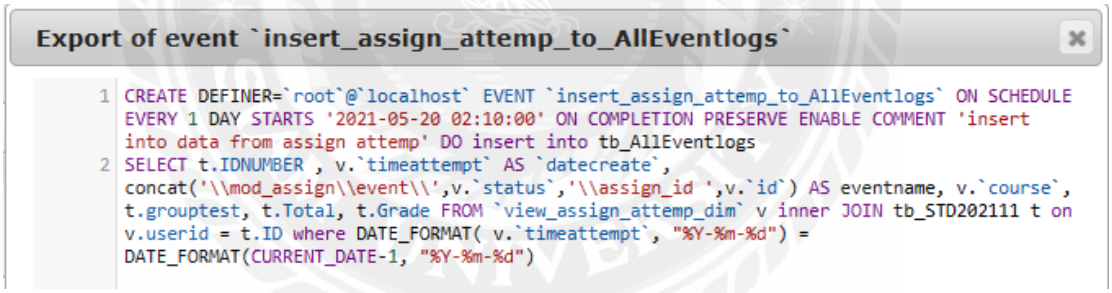
รูปที่ 4.40 โครงสร้างการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ในระบบ e-Learning โดยภาพรวม



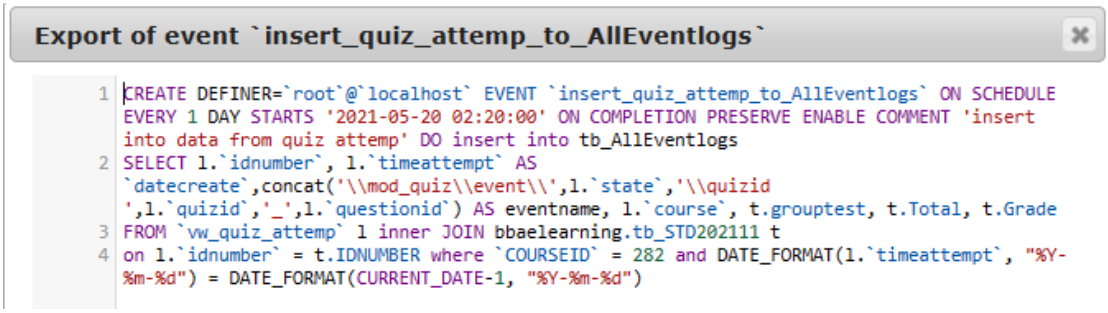
รูปที่ 4.41 รายการกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลด้วย Event Scheduler



รูปที่ 4.42 คำสั่งบันทึกข้อมูลในกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลชุดที่ 1



รูปที่ 4.43 คำสั่งบันทึกข้อมูลในกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลชุดที่ 2



รูปที่ 4.44 คำสั่งบันทึกข้อมูลในกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลชุดที่ 3

Export of event `insert_VDO_attemp_to_AllEventlogs`

```
1 CREATE DEFINER=`root`@`localhost` EVENT `insert_VDO_attemp_to_AllEventlogs` ON SCHEDULE
  EVERY 1 DAY STARTS '2021-05-20 02:30:00' ON COMPLETION PRESERVE ENABLE COMMENT 'insert
  into data from VDO attemp' DO insert into tb_AllEventlogs
2 SELECT l.`STDID`,
  l.`AttemptDate`,concat('\\mod_url\\event\\video\\',l.`ActivityUser`,'_',l.`PageN`) AS
  eventname, `COURSEID`, t.grouptest, t.Total, t.Grade
3 FROM dbloglearning.`tb_eventlogs` l inner JOIN bbaelearning.tb_STD202111 t
4 on l.`STDID` = t.IDNUMBER where `COURSEID` = 282 and DATE_FORMAT(l.`AttemptDate`, "%Y-%m-
  %d") = DATE_FORMAT(CURRENT_DATE-1, "%Y-%m-%d")
```

รูปที่ 4.45 คำสั่งบันทึกข้อมูลในกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลชุดที่ 4

idnumber	datecreate	eventname	courseid	grade
6301104367023	2021-03-07 13:49:21	core/user/loggedin	0	A
6301104367023	2021-03-07 13:49:21	core/dashboard/viewed	0	A
6301104367023	2021-03-07 13:49:58	core/course/viewed	811	A
6301104367023	2021-03-07 13:57:21	mod_url/course_module/viewed(Play Video)	811	A
6301104367023	2021-03-07 13:57:24	mod_url/Start LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 13:57:28	mod_url/Play LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:05:10	mod_url/Pause LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:05:34	mod_url/Play LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:09:19	mod_url/Pause LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:09:22	mod_url/Play LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:11:02	mod_url/Pause LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:11:53	mod_url/Play LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:31:55	mod_url/End LS1	811	A
6301104367023	2021-03-07 14:33:12	core/user/loggedout	0	A
6301104367023	2021-03-10 21:36:15	core/user/loggedin	0	A
6301104367023	2021-03-10 21:36:15	mod_quiz/course_module/viewed	811	A
6301104367023	2021-03-10 21:36:18	mod_quiz/attempt/viewed	811	A
6301104367023	2021-03-10 21:36:18	mod_quiz/attempt/started	811	A
6301104367023	2021-03-10 21:48:25	mod_quiz/attempt_summary/viewed	811	A
6301104367023	2021-03-10 21:48:37	core/user/graded	811	A
6301104367023	2021-03-10 21:48:37	mod_quiz/attempt/submitted	811	A
6301104367023	2021-03-10 21:48:37	course_module/viewed	811	A

รูปที่ 4.46 ตัวอย่างข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ตามข้อกำหนดของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ

จากรูปที่ 4.42 ถึง 4.45 เป็นคำสั่งภาษา SQL สำหรับกำหนดเวลาคิวรี่ข้อมูลด้วย Event Scheduler เพื่อถ่ายโอนข้อมูลไปยังตาราง AllEventLogs ประกอบด้วย 1) คอลัมน์ idnumber เก็บข้อมูลรหัสนักศึกษาที่ชี้เฉพาะตัวนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านระบบ ผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็น Case ID ของกิจกรรมย่อยที่เกิดขึ้นจากพฤติกรรมของนักศึกษาแต่ละคน 2) คอลัมน์ datecreate เก็บข้อมูล ปี-เดือน-วัน เวลา ของกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา 3) คอลัมน์ eventname เก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ของนักศึกษาในแต่ละกิจกรรม 4) คอลัมน์ courseid เก็บรหัสวิชาที่นักศึกษาเข้าเรียนรู้ และ 5) คอลัมน์ grade เก็บข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษา

ตารางที่ 4.17 โครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ในระบบ e-Learning โดยภาพรวม

Field	Description	Example data
Idnumber	ข้อมูลรหัสนักศึกษาที่เข้าเรียนรู้ผ่านระบบ	6301104367023
Datecreate	เก็บข้อมูล ปี-เดือน-วัน เวลา ของกิจกรรม	2020-05-02 10:11:43
eventname	เก็บข้อมูลกิจกรรมของนักศึกษา	Mod_url/Start_LS1
courseid	เก็บรหัสวิชาที่นักศึกษาเข้าเรียนรู้	811
grade	เก็บข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษา	A

ตารางที่ 4.18 ตัวอย่างข้อมูลพฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ในระบบ e-Learning โดยภาพรวม

idnumber	Datecreate	eventname	courseid	Grade
6301102088021	2021-05-28 18:32:33	\core\event\user_loggedin	0	A
6301102088021	2021-05-28 18:32:34	\core\event\dashboard_viewed	0	A
6301102088021	2021-05-28 18:32:41	\core\event\course_viewed	1	A
6301102088021	2021-05-28 18:34:01	\core\event\course_viewed	1	A
6301102057080	2021-05-30 10:33:53	\core\event\user_loggedin	0	B
6301102057080	2021-05-30 10:33:55	\core\event\dashboard_viewed	0	B
...	...	...	...	...

ดังนั้นข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ ทั้ง 5 ชุดข้อมูลข้างต้น ที่ผ่านกระบวนการจัดเตรียมข้อมูล และการถ่ายโอนข้อมูลด้วย Trigger สามารถส่งออกข้อมูล (Export Data) เป็นรูปแบบสกุล File CSV เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยอัลกอริทึม Fuzzy Miner และอัลกอริทึม Dotted Chart ได้

3. ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Event Logs) รูปแบบ File CSV

จากการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ทั้ง 5 ชุดข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลชุดที่ 1 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ ข้อมูลชุดที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัด ข้อมูลชุดที่ 3 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบ ข้อมูลชุดที่ 4 ชุดข้อมูลจากโปรแกรมส่วนเสริมที่พัฒนาขึ้นใหม่ และข้อมูลชุดที่ 5 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์โดยภาพรวม ข้อมูลทุกชุดสามารถ Export ข้อมูลออกในรูปแบบ File CSV พร้อมทั้งนำไปวิเคราะห์พฤติกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านงานระบบ e-Learning แยกเฉพาะกระบวนการ หรือรวมกระบวนการได้

ตัวอย่างข้อมูลชุดที่ 1 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ

idnumber	Datecreate	eventname	courseid	grouptest	Total	Grade
63xxxxxx88021	28/05/2021 18:32	\core\event\user_loggedin	0	3	83	A
63xxxxxx88021	28/05/2021 18:32	\core\event\dashboard_viewed	0	3	83	A
63xxxxxx88021	28/05/2021 18:32	\core\event\course_viewed	1	3	83	A
63xxxxxx88021	28/05/2021 18:33	\core\event\course_viewed	1	3	83	A
63xxxxxx88021	28/05/2021 18:33	\core\event\dashboard_viewed	0	3	83	A
63xxxxxx88021	28/05/2021 18:34	\core\event\course_viewed	1	3	83	A
63xxxxxx57080	30/05/2021 10:33	\core\event\user_loggedin	0	3	71	B
63xxxxxx57080	30/05/2021 10:33	\core\event\dashboard_viewed	0	3	71	B
63xxxxxx57080	30/05/2021 10:34	\core\event\user_profile_viewed	0	3	71	B
64xxxxxx91018	10/06/2021 10:48	\core\event\user_loggedin	0	2	68	C+
64xxxxxx91018	10/06/2021 10:48	\core\event\dashboard_viewed	0	2	68	C+
64xxxxxx91018	10/06/2021 13:38	\core\event\user_loggedin	0	2	68	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:05	\core\event\user_login_failed	0	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:13	\core\event\user_login_failed	0	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:14	\core\event\user_loggedin	0	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:14	\core\event\user_profile_viewed	0	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:14	\core\event\course_viewed	1	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:14	\core\event\course_viewed	1	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:17	\core\event\dashboard_viewed	0	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:17	\core\event\user_profile_viewed	0	2	65	C+
64xxxxxx91018	14/06/2021 09:33	\core\event\user_loggedin	0	2	68	C+

รูปที่ 4.47 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบรูปแบบ File CSV

ตัวอย่างข้อมูลชุดที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัด

idnumber	Datecreate	eventname	courseid	grouptest	Total	Grade
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:20:10	\mod_assign\event\submission_fo	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:21:26	\mod_assign\event\submission_st	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:21:35	\mod_assign\event\submission_fo	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:23:53	\mod_assign\event\submission_fo	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:24:58	\mod_assign\event\submission_st	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:55:55	\mod_assign\event\submission_st	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-16 11:10:20	\mod_assign\event\submission_st	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-16 11:10:37	\mod_assign\event\submission_st	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:20:09	\mod_assign\event\course_modu	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:21:26	\mod_assign\event\course_modu	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:21:35	\mod_assign\event\course_modu	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:23:53	\mod_assign\event\course_modu	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:24:54	\mod_assign\event\course_modu	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:24:58	\mod_assign\event\course_modu	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:55:55	\mod_assign\event\course_modu	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:24:58	\mod_assign\event\assessable_su	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 15:43:49	\mod_assign\event\complete\assi	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:24:55	\mod_assign\event\Modified\assi	282	1	90	A
64xxxxxx49003	2021-07-07 12:20:10	\mod_assign\event\submitted\ass	282	1	90	A
64xxxxxx89004	2021-07-07 12:55:58	\mod_assign\event\submission_fo	282	1	86	A
64xxxxxx89004	2021-07-07 12:56:43	\mod_assign\event\submission_st	282	1	86	A

รูปที่ 4.48 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัดรูปแบบ File CSV

ตัวอย่างข้อมูลชุดที่ 3 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบ

idnumber	Datecreate	eventname	courseid	grouptest	Total	Grade
64xxxxxx49002	2021-06-16 17:40:40	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	70	B
64xxxxxx49002	2021-06-16 17:41:01	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	70	B
62xxxxxx89001	2021-06-21 21:28:46	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	80	A
62xxxxxx89001	2021-06-21 22:59:07	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	80	A
62xxxxxx89001	2021-06-21 22:59:07	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	80	A
62xxxxxx89001	2021-06-23 09:08:32	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	80	A
62xxxxxx89001	2021-06-23 09:08:45	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	80	A
64xxxxxx49010	2021-06-30 14:26:57	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	66	C+
62xxxxxx49004	2021-06-30 17:37:48	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	80	A
62xxxxxx89002	2021-07-02 09:49:40	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	66	C+
62xxxxxx49004	2021-07-02 09:51:42	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	80	A
62xxxxxx49004	2021-07-02 09:52:15	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	80	A
62xxxxxx89002	2021-07-02 09:52:21	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	66	C+
62xxxxxx49004	2021-07-02 09:53:02	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	80	A
62xxxxxx49004	2021-07-02 09:53:23	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	80	A
64xxxxxx49002	2021-07-07 09:20:53	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	68	B
64xxxxxx49001	2021-07-07 09:27:04	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	34	C+
64xxxxxx49002	2021-07-07 09:28:06	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	70	B
64xxxxxx49006	2021-07-07 09:28:34	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	65	C+
62xxxxxx49004	2021-07-07 09:43:39	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	80	A
62xxxxxx49004	2021-07-07 09:44:28	\mod_quiz\event\course_module_	282	1	80	A

รูปที่ 4.49 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบรูปแบบ File CSV

ตัวอย่างข้อมูลชุดที่ 4 ชุดข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเข้าดูสื่อวิดีโอ จากโปรแกรมส่วนเสริมที่พัฒนาขึ้นใหม่

idnumber	Datecreate	eventname	courseid	grouptest	Total	Grade
62xxxxxx89002	2021-06-16 13:50:54	\mod_url\event\course_module_v	282	1	66	C+
62xxxxxx49004	2021-06-16 13:50:55	\mod_url\event\course_module_v	282	1	80	A
64xxxxxx49006	2021-06-16 13:51:04	\mod_url\event\course_module_v	282	1	67	C+
64xxxxxx49003	2021-06-16 13:51:09	\mod_url\event\course_module_v	282	1	90	A
64xxxxxx89004	2021-06-16 13:51:10	\mod_url\event\course_module_v	282	1	86	A
64xxxxxx49006	2021-06-16 13:51:12	\mod_url\event\video\Start\การติด	282	1	67	C+
64xxxxxx49006	2021-06-16 13:51:15	\mod_url\event\video\Play\การติด	282	1	67	C+
62xxxxxx89002	2021-06-16 13:51:17	\mod_url\event\video\Start\การติด	282	1	66	C+
62xxxxxx89002	2021-06-16 13:51:21	\mod_url\event\video\Play\การติด	282	1	66	C+
64xxxxxx89004	2021-06-16 13:51:22	\mod_url\event\video\Start\การติด	282	1	86	A
64xxxxxx89004	2021-06-16 13:51:27	\mod_url\event\video\Play\การติด	282	1	86	A
62xxxxxx49004	2021-06-16 13:51:28	\mod_url\event\video\Start\การติด	282	1	80	A
64xxxxxx89004	2021-06-16 13:51:33	\mod_url\event\video\Pause\การติ	282	1	86	A
64xxxxxx49006	2021-06-16 13:51:43	\mod_url\event\video\Pause\การติ	282	1	67	C+
62xxxxxx49004	2021-06-16 13:52:07	\mod_url\event\video\Play\การติด	282	1	80	A
64xxxxxx49004	2021-06-16 13:52:08	\mod_url\event\course_module_v	282	1	84	A
64xxxxxx49004	2021-06-16 13:52:15	\mod_url\event\video\Start\การติด	282	1	84	A
64xxxxxx49004	2021-06-16 13:52:15	\mod_url\event\video\Play\การติด	282	1	84	A
64xxxxxx49004	2021-06-16 13:52:19	\mod_url\event\video\Play\การติด	282	1	84	A
62xxxxxx49004	2021-06-16 13:52:25	\mod_url\event\video\Seeking\กา	282	1	80	A
62xxxxxx49004	2021-06-16 13:52:26	\mod_url\event\video\Play\การติด	282	1	80	A

รูปที่ 4.50 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเข้าดูสื่อวิดีโอรูปแบบ File CSV

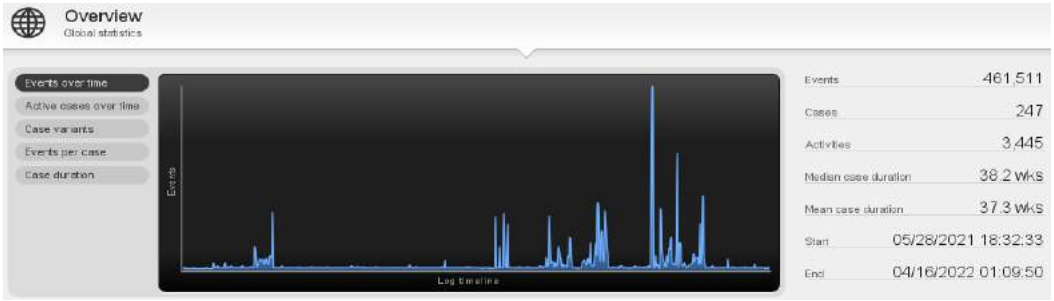
ตัวอย่างข้อมูลชุดที่ 5 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์โดยภาพรวม

idnumber	Datecreate	eventname	courseid	grouptest	Total	Grade
63xxxxxx88021	28/05/2021 18:32	\core\event\user_loggedin	0	3	83	A
63xxxxxx88021	28/05/2021 18:32	\core\event\dashboard_viewed	0	3	83	A
63xxxxxx88021	28/05/2021 18:32	\core\event\course_viewed	1	3	83	A
63xxxxxx88021	28/05/2021 18:33	\core\event\course_viewed	1	3	83	A
63xxxxxx88021	28/05/2021 18:33	\core\event\dashboard_viewed	0	3	83	A
63xxxxxx88021	28/05/2021 18:34	\core\event\course_viewed	1	3	83	A
63xxxxxx57080	30/05/2021 10:33	\core\event\user_loggedin	0	3	71	B
63xxxxxx57080	30/05/2021 10:33	\core\event\dashboard_viewed	0	3	71	B
63xxxxxx57080	30/05/2021 10:34	\core\event\user_profile_viewed	0	3	71	B
64xxxxxx91018	10/06/2021 10:48	\core\event\user_loggedin	0	2	68	C+
64xxxxxx91018	10/06/2021 10:48	\core\event\dashboard_viewed	0	2	68	C+
64xxxxxx91018	10/06/2021 13:38	\core\event\user_loggedin	0	2	68	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:05	\core\event\user_login_failed	0	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:13	\core\event\user_login_failed	0	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:14	\core\event\user_loggedin	0	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:14	\core\event\user_profile_viewed	0	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:14	\core\event\course_viewed	1	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:14	\core\event\course_viewed	1	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:17	\core\event\dashboard_viewed	0	2	65	C+
64xxxxxx81013	14/06/2021 09:17	\core\event\user_profile_viewed	0	2	65	C+
64xxxxxx91018	14/06/2021 09:33	\core\event\user_loggedin	0	2	68	C+

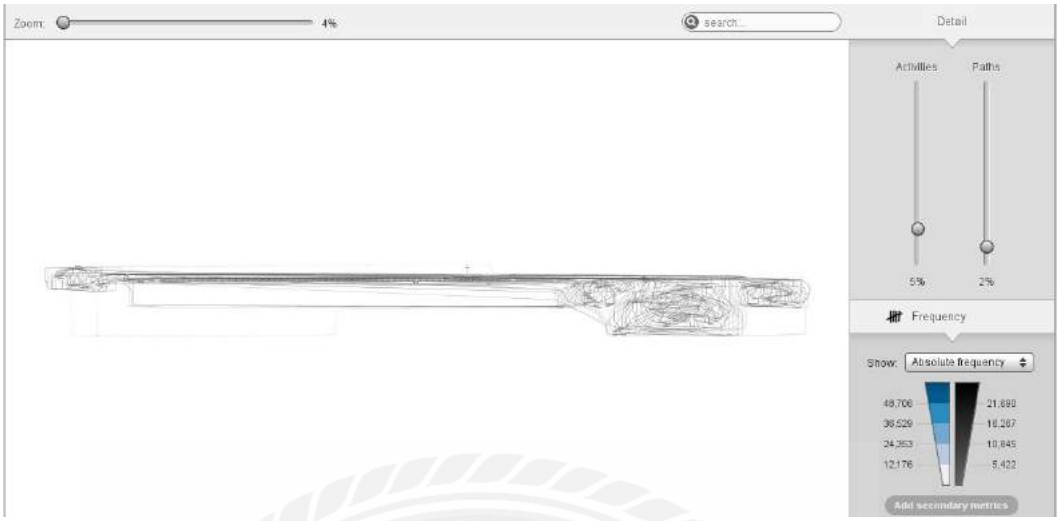
รูปที่ 4.51 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์โดยภาพรวมรูปแบบ File CSV

4.4 ขั้นตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ

ผลจากขั้นตอนที่ 3 ที่ผ่านกระบวนการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis ผู้วิจัยนำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ได้จากผลดังกล่าวเข้าสู่การค้นหากระบวนการด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ ด้วยเครื่องมือ Disco โดยใช้อัลกอริทึม Fuzzy Miner พบกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ของกลุ่มตัวอย่าง 247 คน มีเหตุการณ์เกิดขึ้น 461,511 เหตุการณ์ มีกิจกรรม 3,445 กิจกรรม เริ่มตั้งแต่วันที่ 28 พฤษภาคม 2564 จนถึงวันที่ 10 เมษายน 2565 ระยะเวลาการเข้าเรียนรู้ผ่านระบบโดยเฉลี่ย 37.3 สัปดาห์/คน ดังแสดงค่าสถิติในรูปที่ 4.52 และแผนภาพ Process Map รูปที่ 4.53



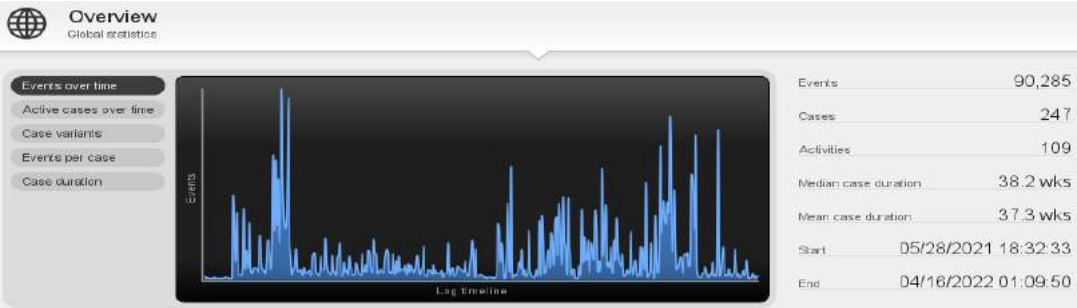
รูปที่ 4.52 ค่าสถิติของกระบวนการเข้าเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning



รูปที่ 4.53 Process Map กระบวนการเข้าเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning (รูปแบบคล้ายสปาเก็ตตี้)

จากรูปที่ 4.53 พบว่าแผนภาพที่แสดงผล มีกิจกรรม และมีเหตุการณ์เกิดจำนวนมาก รวมทั้งเกิดความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์เป็นจำนวนมาก ทำให้แผนภาพ Process Map มีขนาดใหญ่รูปแบบคล้ายสปาเก็ตตี้ ทำให้วิเคราะห์ผลได้ยาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ใช้เครื่องมือ Disco ดำเนินการ Filtering แบ่งข้อมูลออกเป็น 3 กระบวนการ ประกอบด้วย 1) กระบวนการเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ ดังแสดงค่าสถิติในรูปที่ 4.54 และแผนภาพ Process Map รูปที่ 4.55 2) กระบวนการเข้าใช้งานระบบและเข้าทำแบบฝึกหัด ดังแสดงค่าสถิติในรูปที่ 4.58 และแผนภาพ Process Map รูปที่ 4.56 3) กระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ ดังแสดงค่าสถิติในรูปที่ 4.63 และแผนภาพ Process Map รูปที่ 4.65 เพื่อแสดงกระบวนการในมุมมองความถี่ของการเข้าทำกิจกรรมของนักศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม การทำซ้ำของกิจกรรม ความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมตลอดกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา

ผลการค้นหากระบวนการเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ จากการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ (รูปที่ 4.33) และข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ชุดที่ 1 รูปแบบ File CSV (รูปที่ 4.47) ผู้วิจัยนำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ได้จากผลดังกล่าวเข้าสู่การค้นหากระบวนการด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ ด้วยเครื่องมือ Disco โดยใช้อัลกอริทึม Fuzzy Miner พบข้อมูลความถี่ และร้อยละของการเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ ดังตารางที่ 4.19 จากค่าสถิติ มีกิจกรรมทั้งหมด 109 กิจกรรม มีความถี่รวมของเหตุการณ์ (Event) ที่นักศึกษาเข้าทำกิจกรรม 90,285 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 19.56 ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น (เหตุการณ์ดูได้จากรูปที่ 4.54) ระยะเวลาการเข้าเรียนรู้ผ่านระบบโดยเฉลี่ย 37.3 สัปดาห์/คน มีนักศึกษาเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอจำนวน 247 คน นอกจากนี้ยังได้ Process Map ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของกิจกรรม ดังรูปที่ 4.55



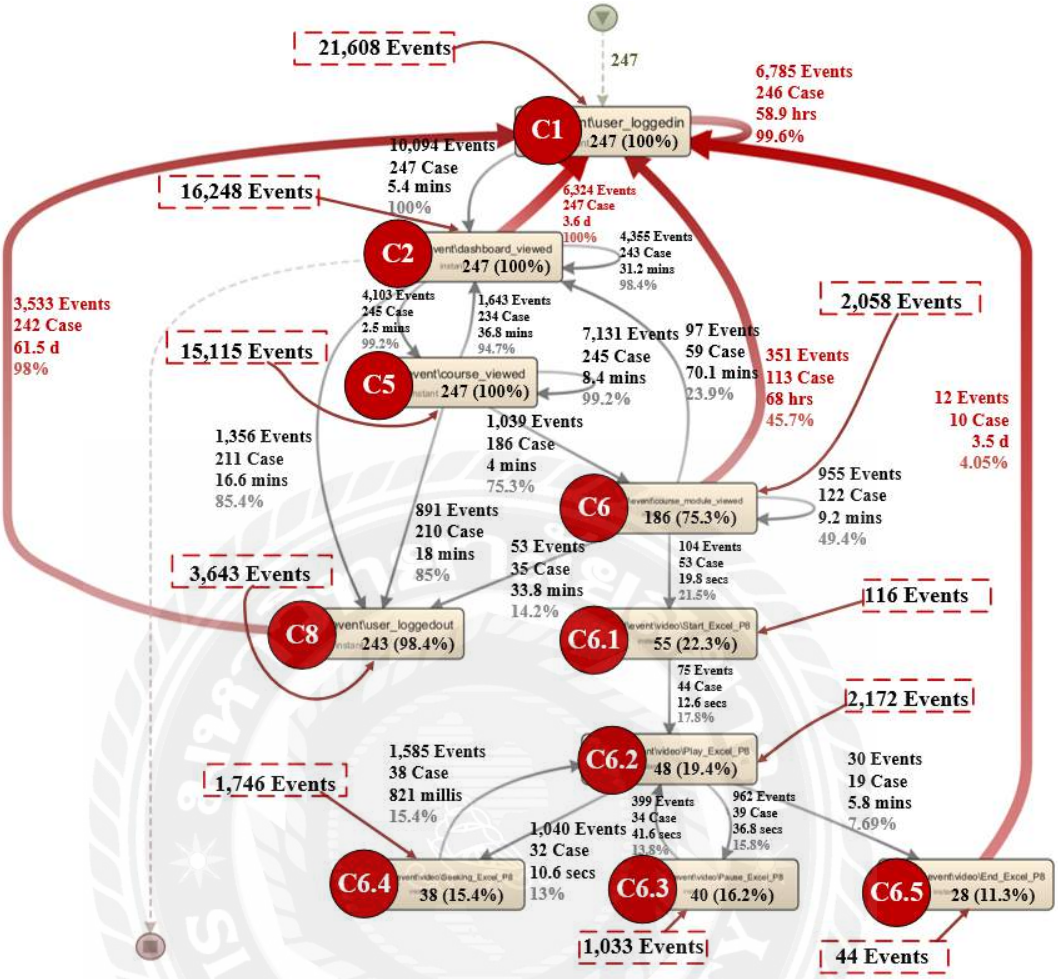
รูปที่ 4.54 ค่าสถิติของกระบวนการเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ

ตารางที่ 4.19 ข้อมูลความถี่ และร้อยละของการเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ

รายการกิจกรรม และบทเรียน	เหตุการณ์	* ร้อยละ	**ร้อยละ
logged in	21,608	23.94	4.69
login failed	4,981	5.52	1.08
dashboard viewed	16,248	18.00	3.53
course viewed	15,115	16.75	3.28
course module viewed	2,058	2.28	0.45
การใช้งาน MICROSOFT TEAMS	994	1.11	0.22
การเข้าห้องเรียน MICROSOFT TEAMS	583	0.65	0.13
E1 เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel	1,354	1.50	0.30
U1 การใช้เครื่องมือ Microsoft excel part 1	376	0.42	0.09
U2 การใช้เครื่องมือ Microsoft excel part 2	269	0.30	0.06
U3 การใช้เครื่องมือ Microsoft excel part 3	410	0.46	0.09
U4 การใช้เครื่องมือ Microsoft excel part 4	633	0.71	0.14
E2 การจัดการข้อมูลในช่องเซลล์	1,288	1.43	0.28
E3 การจัดรูปแบบเซลล์และแผ่นงาน	1,145	1.27	0.25
E4 สูตรการคำนวณ	2,420	2.69	0.53
E5 การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ	1,824	2.03	0.40
E6 การวิเคราะห์และจัดเรียงข้อมูล	1,118	1.24	0.25
E7 การใช้งาน Worksheet ร่วมกัน	673	0.75	0.15
E8 การใช้งานสูตรต่างๆ ใน Excel	1,782	1.98	0.39
P1 การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel ใน Office 365	983	1.09	0.22
P2 แนะนำเมนูโปรแกรม Excel ใน Office 365	1,589	1.76	0.35
P4 ไวยากรณ์ของฟังก์ชันใน Excel ฟังก์ชัน SUM และ SUMIF	895	1.00	0.20
P5 ไวยากรณ์ของฟังก์ชัน if และวิธีการใช้งาน	972	1.08	0.22
P7 การใช้งาน ฟังก์ชัน LOOKUP และ VLOOKUP	2,213	2.46	0.48
P8 การสร้าง Pivot Table และการเชื่อมโยงข้อมูลจาก Microsoft Access	5,111	5.67	1.11
logged out	3,643	4.04	0.79

หมายเหตุ * ร้อยละของเหตุการณ์การเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ ((จำนวนเหตุการณ์ของกิจกรรม x 100)/จำนวนเหตุการณ์รวมของการเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ)

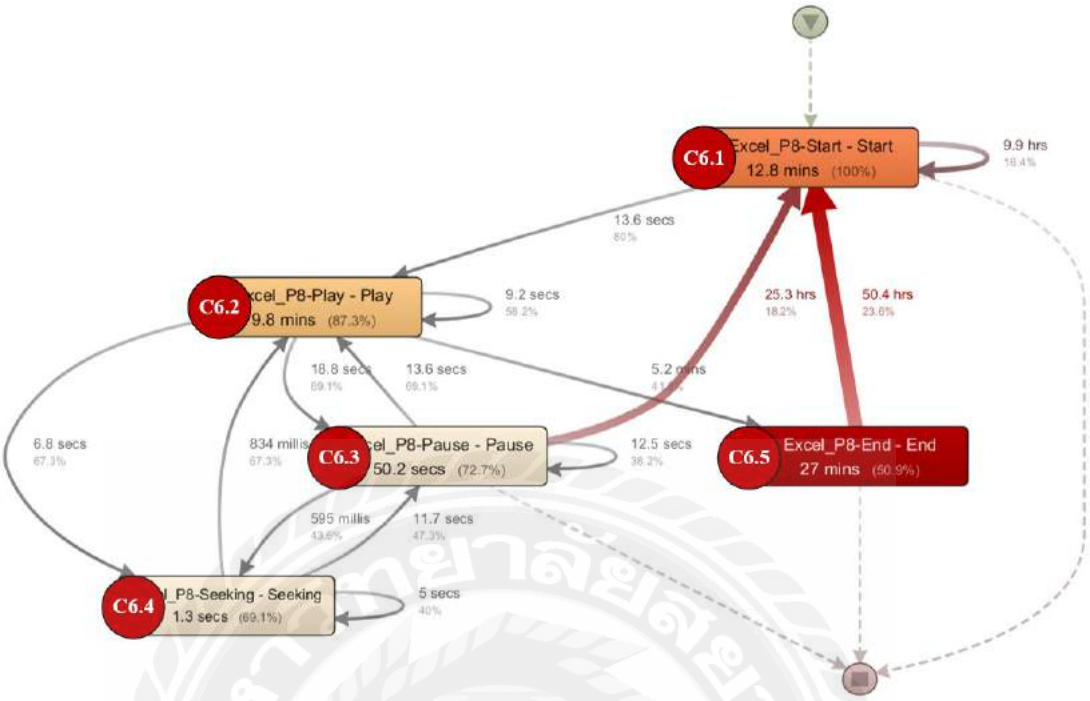
** ร้อยละของเหตุการณ์การเข้าใช้งานระบบโดยภาพรวม ((จำนวนเหตุการณ์ของกิจกรรม x 100)/จำนวนเหตุการณ์รวมทั้งหมด)



รูปที่ 4.55 Process Map นำเสนอ Absolute Frequency, Case Frequency, Performance Mean Duration และ Case Coverage กระบวนการเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ (ชื่อกิจกรรมดูได้จาก ตารางที่ 4.24)

จากรูปที่ 4.55 นำเสนอกรณีตัวอย่างพฤติกรรมเชิงลึก เฉพาะกระบวนการเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ P8 การสร้าง Pivot Table และการเชื่อมโยงข้อมูลจาก Microsoft Access พบว่ากิจกรรม C1 : กลุ่มตัวอย่างเข้าสู่ระบบ (Login) จำนวน 247 คน คิดเป็นร้อยละ 100 มีเหตุการณ์ (Event) เกิดขึ้น 21,608 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 33. 88 ของเหตุการณ์ มีการทำซ้ำในกิจกรรม C1 จำนวน 6,785 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 10.64 ของเหตุการณ์ เกิดจากนักศึกษา 246 คน คิดเป็นร้อยละ 99.6 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมักเข้าสู่ระบบผิดพลาดบ่อยครั้ง เช่น กรอกรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านไม่ถูกต้อง หรือเข้าระบบทิ้งไว้จนคุกกี้เว็บไซต์หมดอายุจึงต้องเข้าสู่ระบบใหม่ กิจกรรม C2 : กลุ่มตัวอย่างเข้าสู่หน้าแสดงผลภาพรวมรายการกิจกรรมส่วนบุคคล จำนวน 247 คน คิดเป็นร้อยละ 100 มีเหตุการณ์ เกิดขึ้น 16,248 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 25.48 ของเหตุการณ์ มีการทำซ้ำในกิจกรรม C2 จำนวน 4,355 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 6.83 ของเหตุการณ์ เกิดจากกลุ่ม

ตัวอย่าง 243 คน คิดเป็นร้อยละ 98.39 เนื่องด้วยกิจกรรม C2 เป็นกิจกรรมหลักที่กลุ่มตัวอย่างทุกคนกลับสู่กิจกรรมนี้หลังจากเข้าทำกิจกรรมภายในรายวิชา (C6) กิจกรรม C5 : เป็นกิจกรรมแสดงรายวิชาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียน ซึ่งเกิดจากกลุ่มตัวอย่างคลิกเมนูรายวิชาของฉัน (My Courses) จำนวน 247 คน คิดเป็นร้อยละ 100 มีเหตุการณ์ เกิดขึ้น 15,114 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 23.70 ของเหตุการณ์ มีการทำซ้ำในกิจกรรม C5 จำนวน 7,131 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 11.19 ของเหตุการณ์ เกิดจากกลุ่มตัวอย่าง 245 คน คิดเป็นร้อยละ 92.20 จากกิจกรรม C5 จะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมความสัมพันธ์ หรือความเชื่อมโยงกิจกรรม 2 เส้นทาง คือ มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 186 คน คิดเป็นร้อยละ 75.31 ที่คลิกเข้า C6 : ดูสื่อการสอน มีเหตุการณ์ เกิดขึ้น 2,058 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 3.23 ของเหตุการณ์ มีการทำซ้ำในกิจกรรม C6 จำนวน 955 เหตุการณ์ เกิดจากกลุ่มตัวอย่าง 122 คน คิดเป็นร้อยละ 49.40 และ มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 210 คน คิดเป็นร้อยละ 81.38 ที่มักไปทำกิจกรรมอื่นๆ ก่อนไปทำกิจกรรม C8 : กลุ่มตัวอย่างออกจากระบบ จากกิจกรรม C6 มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 55 คน คลิกกิจกรรม C6.1 : เริ่มต้นเข้าดูสื่อวิดีโอ P8 คิดเป็นร้อยละ 22.27 มีเหตุการณ์ เกิดขึ้น 116 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 0.19 ของเหตุการณ์ กิจกรรมนี้เป็นเพียงกิจกรรมเริ่มเข้าดูเนื้อหาวิดีโอแต่ยังไม่คลิกเล่นวิดีโอ (Play Video) กิจกรรมที่แสดงให้ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างได้เข้าดูสื่อวิดีโอ คือ กิจกรรม C6.2 เป็นกิจกรรมคลิกเล่นวิดีโอ (Play Video) ซึ่งพบว่ามีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 9.44 มีเหตุการณ์ เกิดขึ้น 2,172 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 3.41 ของเหตุการณ์ ระหว่างที่กลุ่มตัวอย่างดูสื่อวิดีโอมีกการคลิก C6.3 : หยุดเล่นวิดีโอ จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 16.20 มีเหตุการณ์เกิดขึ้น 1,033 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 1.62 ของเหตุการณ์ มีการคลิก C6.4 : คลิกข้ามไปยังตำแหน่งที่ต้องการดู จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 15.39 มีเหตุการณ์เกิดขึ้น 1,764 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 2.74 ของเหตุการณ์ และเข้าทำกิจกรรม C6.5 : คลิกปิดวิดีโอ จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 11.34 มีเหตุการณ์เกิดขึ้น 44 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 0.07 ของเหตุการณ์

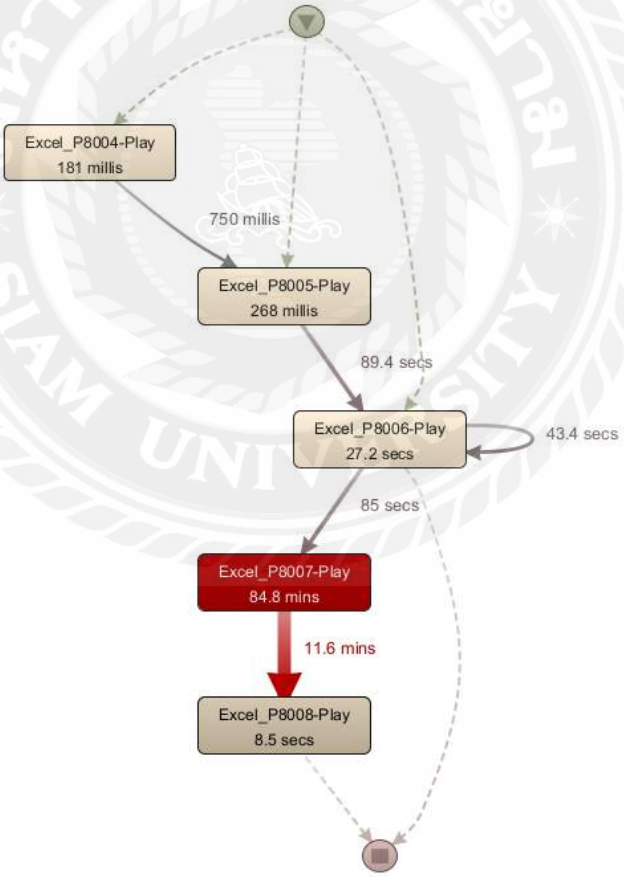


รูปที่ 4.56 Process Map นำเสนอ Performance Mean Duration และ Case Coverage พฤติกรรมเชิงลึกเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในหัวข้อ Excel Part 8 (ชื่อกิจกรรมดูได้จาก ตารางที่ 4.24)

จากรูปที่ 4.56 จะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างที่เข้าเรียนในหัวข้อ Excel Part 8 เริ่มจากกิจกรรม C6.1 จนถึง กิจกรรม C6.5 พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างเพียง 55 คน มีเหตุการณ์ เกิดขึ้น 5,111 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 8.2 ของเหตุการณ์ และคงเหลือกลุ่มตัวอย่างที่คลิกดูสื่อวิดิโอจริงเพียงร้อยละ 9.44 เท่านั้น (เฉพาะคนที่คลิก C6.2 : Play Video) เมื่อวิเคราะห์ Performance Mean Duration พบว่า กลุ่มตัวอย่างใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการทำกิจกรรม (Process Time) C6.1 เป็นเวลา 12:8 นาที ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 13.6 วินาที ในการเปลี่ยนไปทำกิจกรรม (Waiting Time) C6.2 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการดูสื่อวิดิโอในกิจกรรม C6.2 เป็นเวลา 9:8 นาที ระหว่างที่ดูวิดิโอกลุ่มตัวอย่างได้คลิกทำกิจกรรม C6.3 ซึ่งเป็นการหยุดดูวิดิโอชั่วคราวใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 50.2 วินาที นอกนี้ยังพบว่ากลุ่มตัวอย่างจำนวน 21 คน มีพฤติกรรมคลิกซ้ำที่กิจกรรมหยุดดูวิดิโอจำนวน 45 เหตุการณ์ ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 12.50 วินาที และกลุ่มตัวอย่างคลิกกลับไปดูวิดิโออีกครั้ง (Waiting Time) ที่ C6.2 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 13.6 วินาที มีการคลิกข้ามเนื้อหาวิดิโอจำนวน 38 คน มีเหตุการณ์เกิดขึ้น 1,746 เหตุการณ์ ใช้ระยะเวลาในกิจกรรมนี้เฉลี่ย 1.30 วินาที แล้วกลับไปดูวิดิโออีกครั้งที่ C6.2 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 834 มิลลิวินาที และกลุ่มตัวอย่างได้คลิกปิดสื่อวิดิโอ จำนวน 28 คน ใช้ระยะเวลาในกิจกรรมนี้เฉลี่ย 27 นาที สามารถดูรายละเอียดความถี่ และระยะเวลาเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอในแต่ละบทเรียน ดังตารางที่ 4.21 พฤติกรรมจากกรณีตัวอย่างทำให้ค้นพบกระบวนการการเข้าเรียนรู้

ผ่านสื่อวิดีโอ และสื่อไมโครซอฟท์พาวเวอร์พอยต์ ซึ่งใช้เทคนิคเดียวกัน ใช้โครงสร้างข้อมูลบันทึกเหตุการณ์โครงสร้างเดียวกัน สามารถแสดงให้เห็นถึงกระบวนการเชิงลึกของพฤติกรรมได้ชัดเจน ทั้งความถี่ในการเข้าดูสื่อ (Frequency ทั้งของกิจกรรมและกลุ่มตัวอย่าง) ระยะเวลาการดูสื่อ (Process Time) ระยะเวลาระหว่างการเปลี่ยนกิจกรรม (Waiting Time) ความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning

จากรูปที่ 4.55 เมื่อ Filtering ดูข้อมูลเชิงลึกของพฤติกรรมการคลิกเข้าดูสื่อวิดีโอ (Play) บทเรียนหัวข้อ Excel Part 8 พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างเข้าดูจำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 22.27 ดังแสดงในรูปที่ 4.57และพบว่ากลุ่มตัวอย่างใช้เวลาโดยเฉลี่ยในการดูสื่อวิดีโอหัวข้อย่อยที่ Excel_P8007 อยู่ที่ 1:24 ชั่วโมง ใช้เวลาดูสื่อวิดีโอในหัวข้อ Excel_P8004 จำนวน 181 มิลลิวินาที และ Excel_P8005 จำนวน 268 มิลลิวินาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญกับเนื้อหาที่เน้นการปฏิบัติ เน้นการปรับใช้มากกว่าเนื้อหาที่อาจารย์ผู้สอนอธิบายถึงความหมาย หรืออธิบายทฤษฎี



รูปที่ 4.57 Process Map นำเสนอ Performance Mean Duration พฤติกรรมเชิงลึกเฉพาะการคลิกเข้าดูสื่อวิดีโอ (Play) หัวข้อ Excel Part 8

ตารางที่ 4.20 สรุปพฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดีโอแต่ละหัวข้อในบทเรียน Excel_P8 การสร้าง Pivot Table ใน Microsoft Excel โดยเชื่อมโยงข้อมูลจาก Microsoft Access ความยาววิดีโอ 38.5 นาที

รหัสบทเรียน	รหัสหัวข้อย่อย	หัวข้อการเรียนรู้	ช่วงเวลา (นาที)		ความถี่สัมบูรณ์	ร้อยละการดูสื่อวิดีโอ	เวลาเฉลี่ย
			เริ่ม	สิ้นสุด			
Excel_P8	Excel_P8001	แนะนำบทเรียน	0.00	0.81	65	4%	00:00:55:107
Excel_P8	Excel_P8002	Pivot Table คืออะไร	0.81	4.27	161	9%	00:00:00:142
Excel_P8	Excel_P8003	เครื่องมือเสริมของ Pivot Table	4.27	6.70	93	5%	00:00:38:279
Excel_P8	Excel_P8004	Pivot Table มีประโยชน์อย่างไร	6.70	13.55	209	12%	00:00:00:181
Excel_P8	Excel_P8005	Power Pivot	13.55	16.36	175	10%	00:00:00:268
Excel_P8	Excel_P8006	การจัดเตรียมข้อมูลใน Access	16.36	24.11	394	22%	00:00:27:162
Excel_P8	Excel_P8007	การเชื่อมข้อมูลจาก Access กับ Excel	24.10	30.5	288	16%	01:24:00:000
Excel_P8	Excel_P8008	การสร้าง Pivot Table	30.47	38.5	425	23%	00:00:08:524

จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ของกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ จำนวน 20 บทเรียน พบพฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดีโอของกลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญกับเนื้อหาที่เน้นการปฏิบัติ เน้นการปรับใช้ และวิธีการใช้สูตร หรือฟังก์ชันที่ซับซ้อน เช่น ฟังก์ชัน IF ฟังก์ชัน VLOOKUP การสร้าง Drop Down List การเชื่อมต่อข้อมูลภายนอก Excel จึงใช้เวลาเรียนรู้ในหัวข้อดังกล่าวนานกว่า หัวข้อเกี่ยวกับแนะนำบทเรียน และหัวข้อการใช้งานฟังก์ชันที่ไม่ซับซ้อน

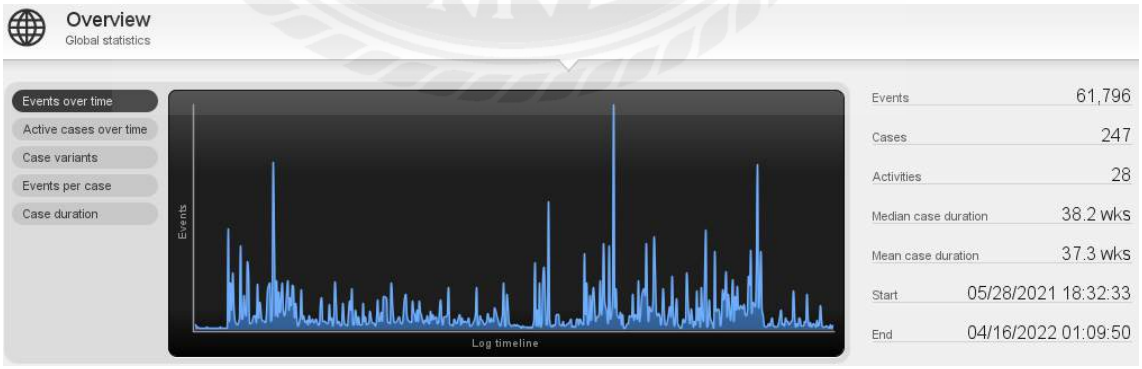
ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาสื่อการสอน อาจารย์ผู้สอนต้องลดการอธิบายในส่วนของการแนะนำบทเรียนให้น้อยลง เพิ่มเนื้อหาเชิงปฏิบัติ และวิธีการปรับใช้ให้มากขึ้น นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงภูมิหลังทางการศึกษาของนักศึกษา เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อกลุ่มผู้เรียน หัวข้อใดที่เป็นเรื่องง่าย หรือนักศึกษาเคยเรียนรู้มาก่อนแล้ว ไม่ควรนำมาสร้างสื่อการสอนซ้ำ

ตารางที่ 4.21 ข้อมูลความถี่ และระยะเวลาเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอในแต่ละบทเรียน

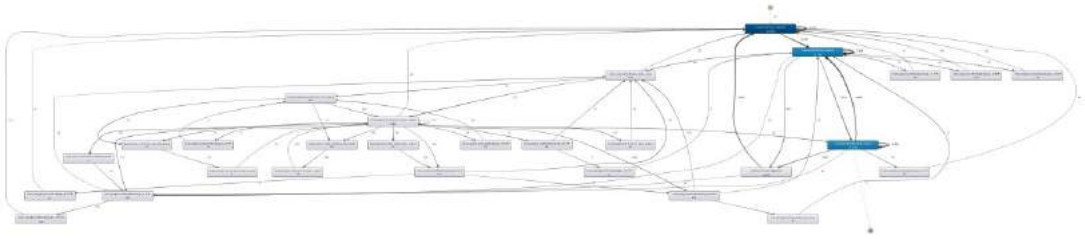
รายการบทเรียน	เหตุการณ์	ระยะเวลาเฉลี่ยที่เข้าดูสื่อการสอน
การใช้งาน MICROSOFT TEAMS	994	55 mins, 33 secs, 411 millis
การเข้าห้องเรียน MICROSOFT TEAMS	583	44 mins, 44 secs, 323 millis
E1 เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel	1,354	34 mins, 47 secs, 956 millis
U1 การใช้เครื่องมือ Microsoft excel part 1	376	29 mins, 31 secs, 103 millis
U2 การใช้เครื่องมือ Microsoft excel part 2	269	03 mins, 12 secs, 21 millis
U3 การใช้เครื่องมือ Microsoft excel part 3	410	21 mins, 20 secs, 786 millis
U4 การใช้เครื่องมือ Microsoft excel part 4	633	10 mins, 21 secs, 234 millis
E2 การจัดการข้อมูลในช่องเซลล์	1,288	28 mins, 31 secs, 805 millis
E3 การจัดรูปแบบเซลล์และแผ่นงาน	1,145	22 mins, 10 secs, 636 millis

รายการบทเรียน	เหตุการณ์	ระยะเวลาเฉลี่ยที่เข้าดูสื่อการสอน
E4 สูตรการคำนวณ	2,420	10 mins, 50 secs, 37 millis
E5 การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ	1,824	13 mins, 30 secs, 501 millis
E6 การวิเคราะห์และจัดเรียงข้อมูล	1,118	17 mins, 04 secs, 444 millis
E7 การใช้งาน Worksheet ร่วมกัน	673	06 mins, 54 secs, 957 millis
E8 การใช้งานสูตรต่างๆ ใน Excel	1,782	02 mins, 59 secs, 545 millis
P1 การตั้งค่าก่อนการใช้งาน Excel ใน Office 365	983	39 mins, 22 secs, 258 millis
P2 แนะนำเมนูโปรแกรม Excel ใน Office 365	1,589	07 hours, 32 mins, 07 secs, 162 millis
P4 ไวยากรณ์ของฟังก์ชัน SUM และ SUMIF	895	01 mins, 20 secs, 242 millis
P5 ไวยากรณ์ของฟังก์ชัน if และวิธีการใช้งาน	972	39 mins, 00 secs, 2 millis
P7 การใช้งาน ฟังก์ชัน LOOKUP และ VLOOKUP	2,213	01 hours, 19 mins, 43 secs, 979 millis
P8 การสร้าง Pivot Table และการเชื่อมโยงข้อมูลจาก Microsoft Access	5,111	50 mins, 24 secs, 789 millis

ผลการค้นหากระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด จากการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการส่งแบบฝึกหัด (รูปที่ 4.36) และข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ชุดที่ 2 รูปแบบ File CSV (รูปที่ 4.48) ผู้วิจัยนำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์จากผลดังกล่าวเข้าสู่การค้นหากระบวนการด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ ด้วยเครื่องมือ Disco โดยใช้อัลกอริทึม Fuzzy Miner พบกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ของกลุ่มตัวอย่าง 247 คน มีเหตุการณ์เกิดขึ้น 61,976 เหตุการณ์ มีกิจกรรม 28 กิจกรรม เริ่มตั้งแต่วันที่ 28 พฤษภาคม 2564 จนถึงวันที่ 10 เมษายน 2565 ระยะเวลาการเข้าเรียนรู้ผ่านระบบโดยเฉลี่ย 37.3 สัปดาห์/คน ดังแสดงค่าสถิติในรูปที่ 4.57 และแผนภาพ Process Map รูปที่ 4.58

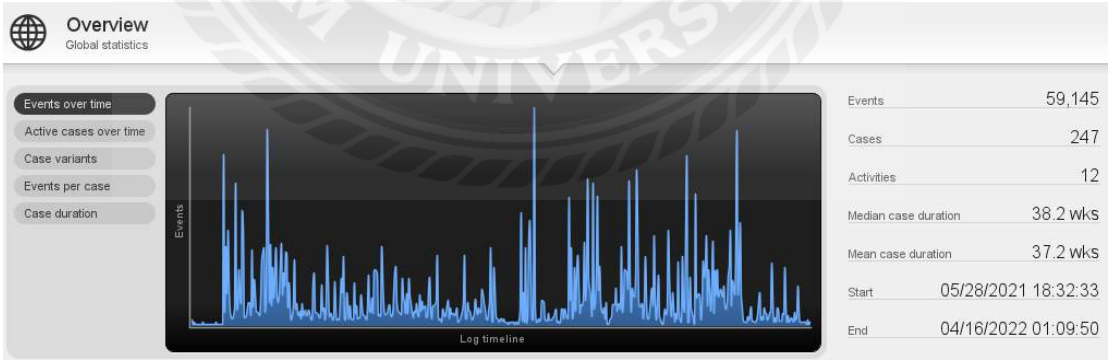


รูปที่ 4.58 ค่าสถิติของกระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด

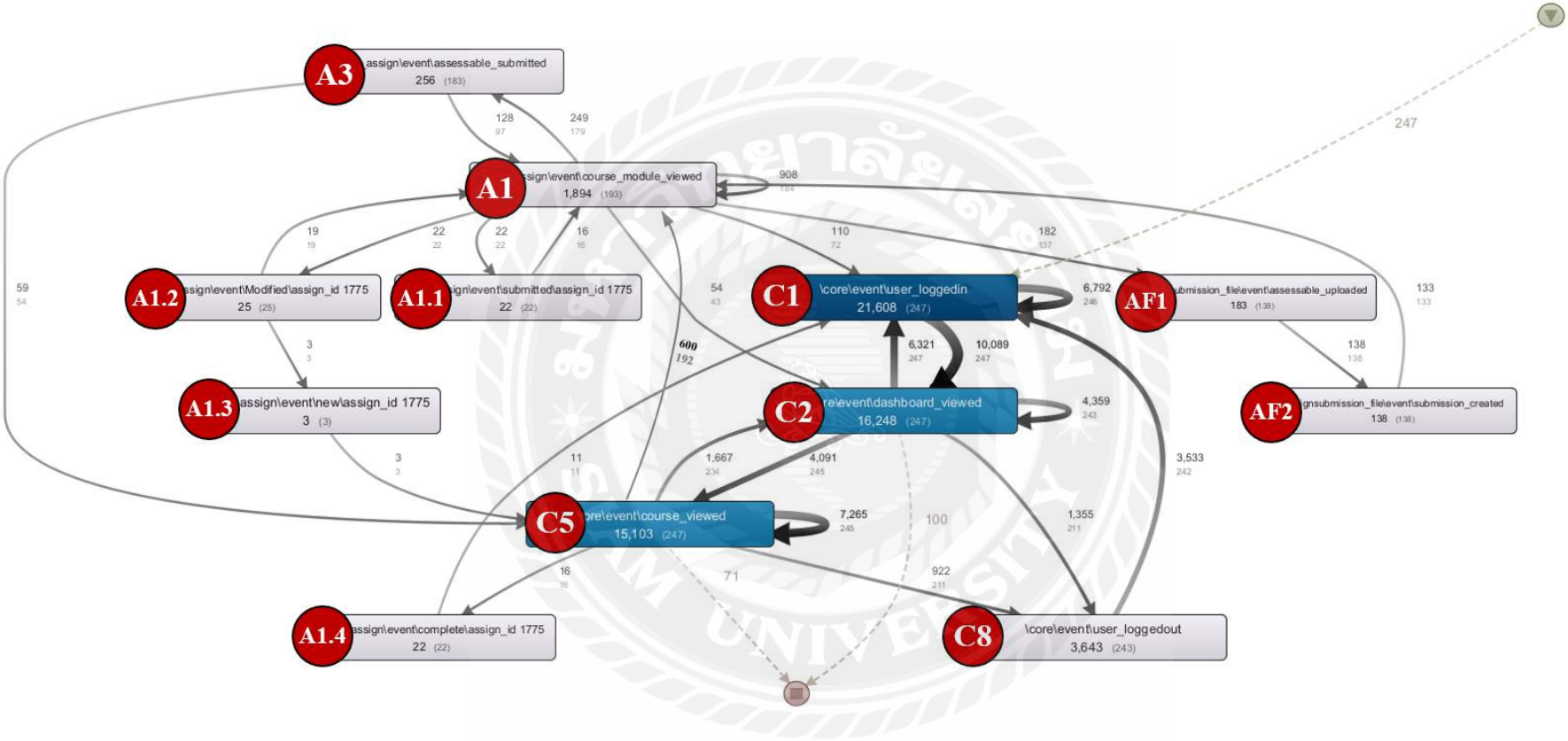


รูปที่ 4.59 ภาพรวม Process Map กระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด

จากรูปที่ 4.58 มีกิจกรรม และมีเหตุการณ์เกิดจำนวนมาก รวมทั้งเกิดความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์เป็นจำนวนมาก ทำให้แผนภาพ Process Map มีขนาดใหญ่รูปแบบคล้ายสปาเก็ตตี้ วิเคราะห์ผลได้ยาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกกรณีศึกษาแบบฝึกหัด id1775 สำหรับใช้ในการกรองข้อมูลในเครื่องมือ Disco ซึ่งแบบฝึกหัดนี้มีการกำหนดกิจกรรมให้กลุ่มตัวอย่างส่งแบบฝึกหัดลักษณะแนบไฟล์หรือส่งแบบ Upload File ผลการค้นหากระบวนการ พบข้อมูลความถี่ และร้อยละของการเข้าทำแบบฝึกหัด ดังรูปที่ 4.59 และตารางที่ 4.19 จากค่าสถิติ มีกิจกรรมทั้งหมด 12 กิจกรรม มีความถี่รวมของเหตุการณ์ (Event) ที่นักศึกษาเข้าทำกิจกรรม 59,145 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 12.82 ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด 461,511 เหตุการณ์ ระยะเวลาการเข้าเรียนรู้และส่งแบบฝึกหัดผ่านระบบโดยเฉลี่ย 37.2 สัปดาห์/คน มีนักศึกษาเข้าใช้งานระบบและเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดีโอจำนวน 247 คน นอกจากนี้ยังได้ Process Map ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของกิจกรรมดังแสดงในรูปที่ 4.60



รูปที่ 4.60 ค่าสถิติของกระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด (กรณีตัวอย่างแบบฝึกหัด id1775)



รูปที่ 4.61 Process Map นำเสนอ Absolute Frequency และ Case Frequency กระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด กรณีตัวอย่างแบบฝึกหัด id1775 (ชื่อกิจกรรมดูได้จาก ตารางที่ 4.21)

จากรูปที่ 4.60 นำเสนอกรณีตัวอย่างพฤติกรรมเชิงลึก เฉพาะกระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด id1775 พบว่ากิจกรรม C1 : กลุ่มตัวอย่างเข้าสู่ระบบ (Login) จำนวน 247 คน คิดเป็นร้อยละ 100 มีเหตุการณ์ (Events) เกิดขึ้น 21,608 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 33. 88 ของเหตุการณ์มีการทำซ้ำในกิจกรรม C1 จำนวน 6,792 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 11.48 ของเหตุการณ์ เกิดจากนักศึกษา 246 คน คิดเป็นร้อยละ 99.6 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมักเข้าสู่ระบบผิดพลาดบ่อยครั้ง เช่น กรอกรหัสผู้ใช้ และรหัสผ่านไม่ถูกต้อง หรือเข้าระบบทิ้งไว้จนคุกกี้เว็บไซต์หมดอายุ จึงต้องเข้าสู่ระบบใหม่ กิจกรรม C2 : กลุ่มตัวอย่างเข้าสู่หน้าแสดงผลภาพรวมรายการกิจกรรมส่วนบุคคล จำนวน 247 คน คิดเป็นร้อยละ 100 มีเหตุการณ์ เกิดขึ้น 16,248 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 25.48 ของเหตุการณ์ มีการทำซ้ำในกิจกรรม C2 จำนวน 4,359 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 7.37 ของเหตุการณ์ เกิดจากกลุ่มตัวอย่าง 243 คน คิดเป็นร้อยละ 98.39 กิจกรรม C5 : เป็นกิจกรรมแสดงรายวิชาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียน ซึ่งเกิดจากกลุ่มตัวอย่างคลิกเมนูรายวิชาของฉัน (My courses) จำนวน 247 คน คิดเป็นร้อยละ 100 มีเหตุการณ์ เกิดขึ้น 15,103 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 24.44 ของเหตุการณ์ มีการทำซ้ำในกิจกรรม C5 จำนวน 7,265 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 12.28 ของเหตุการณ์ เกิดจากกลุ่มตัวอย่าง 245 คน คิดเป็นร้อยละ 99.20 จากกิจกรรม C5 กลุ่มตัวอย่างมักมีพฤติกรรมเข้าทำกิจกรรมตามความสนใจของตนเอง ในกรณีนี้ผู้วิจัยขอมุ่งประเด็นไปที่การส่งแบบฝึกหัด ดังนั้นจากกิจกรรม C5 กลุ่มตัวอย่างจะเริ่มทำกิจกรรม A1 : เป็นกิจกรรมที่กลุ่มตัวอย่างคลิกเริ่มเข้าทำแบบฝึกหัด ระบบแสดงโจทย์ และเงื่อนไขการทำแบบฝึกหัดตามที่อาจารย์ผู้สอนกำหนด มีกลุ่มตัวอย่างเข้าทำกิจกรรมนี้ จำนวน 193 คน คิดเป็นร้อยละ 78.10 มีเหตุการณ์ เกิดขึ้น 1,894 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 3.06 ของเหตุการณ์ มีการทำซ้ำในกิจกรรม A1 จำนวน 908 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 1.53 ของเหตุการณ์ กรณีกลุ่มตัวอย่างคลิกปุ่ม A1.1 : ส่งแบบฝึกหัด หมายถึงกลุ่มตัวอย่างได้เข้าสู่กระบวนการส่งคำตอบ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะต้องดำเนินการตามเงื่อนไข เช่น พิมพ์คำตอบ หรือแนบไฟล์ หรืออื่น ๆ ตามเงื่อนไขในกิจกรรมนี้พบกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 8.91 มีความถี่ของการทำกิจกรรม 22 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 0.04 กรณีที่ต้องการแก้ไขแบบฝึกหัดที่ส่งไปแล้ว กลุ่มตัวอย่างจะเข้าสู่กิจกรรม A1.2 : สถานะการคลิกแก้ไขแบบฝึกหัด กรณีที่เคยส่งแล้วก่อนหน้านี้ มีกลุ่มตัวอย่างเข้ากิจกรรมนี้ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 10.10 มีความถี่ของการทำกิจกรรม 25 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 0.04 และจะเห็นว่าการทำกิจกรรมในกระบวนการส่งแบบฝึกหัด ระบบมักจะย้อนกลับไปที่ A1 เสมอ การส่งแบบฝึกหัดจะเสร็จสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อแบบฝึกหัดได้รับการตรวจ และให้คะแนน จากอาจารย์ผู้สอน สถานะการส่งแบบฝึกหัดจึงจะอยู่ในสถานะ A1.4 : Complete จากกรณีตัวอย่างนี้ค้นพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการเข้าส่งแบบฝึกหัดน้อยมาก เมื่อดูจากความถี่ของกิจกรรม A1.1 และร้อยละของการเข้าทำกิจกรรม แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบ e-Leaning จะต้องมีการควบคุมติดตามอย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้ว่าเป้าหมายที่ตนเองต้องการบรรลุ

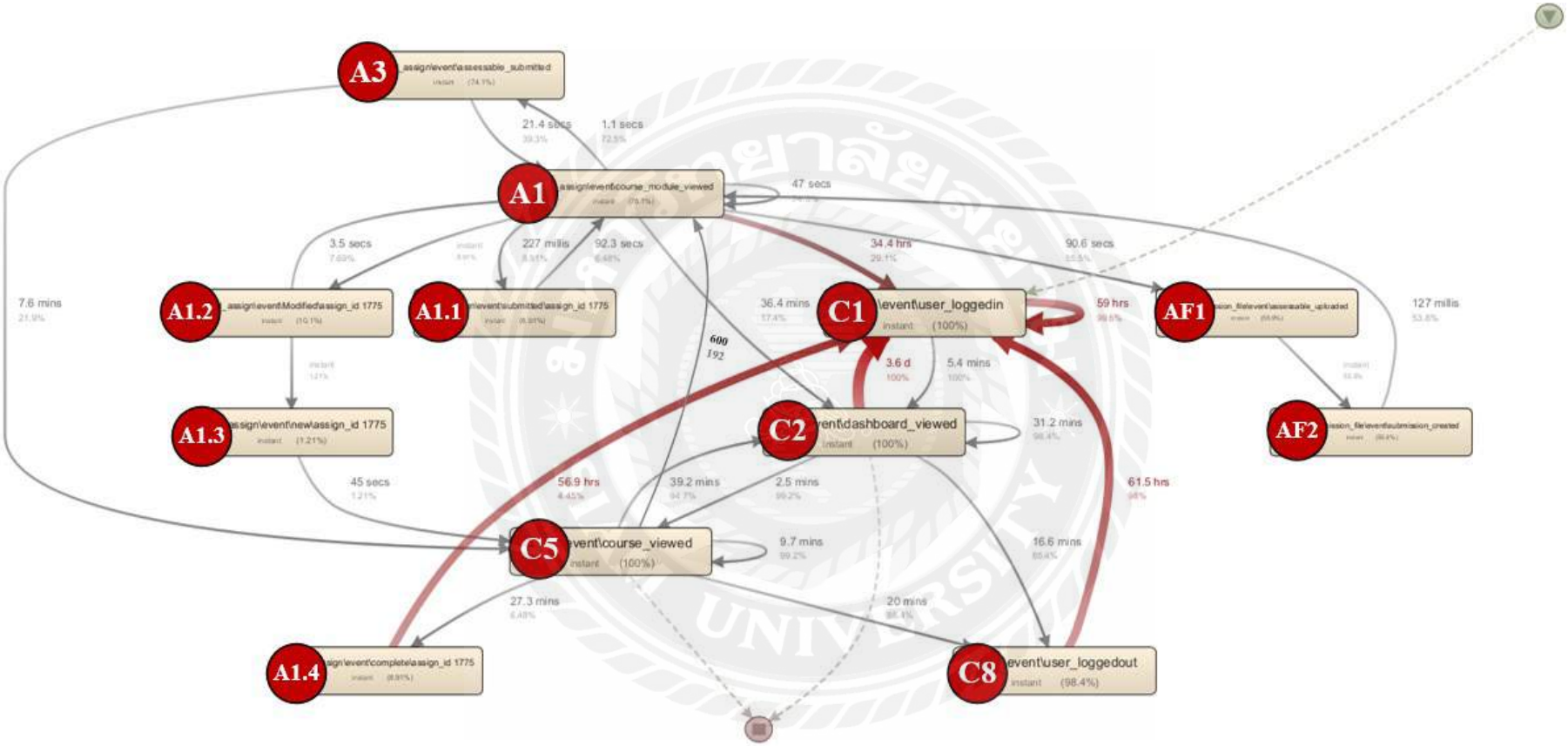
ก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะเรียนอะไร ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่าการรู้เป้าหมายการเรียนรู้มีบทบาทสำคัญที่ส่งผลให้เกิดความพยายามของผู้เรียนในการเรียนรู้แบบ Online ดังนั้นการเรียนรู้แบบ Online จะไม่เกิดขึ้นถ้าปล่อยให้ผู้เรียน เรียนอย่างอิสระโดยไม่รู้เป้าหมาย (Sun et al., 2022) ถ้าผู้เรียนรับรู้ถึงประโยชน์ รับรู้ถึงความง่ายในการใช้งานระบบ จะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ (Yajuan, 2021)

ตารางที่ 4.22 ข้อมูลความถี่ และร้อยละของกระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด

รายการกิจกรรม	เหตุการณ์	*ร้อยละ	**ร้อยละ
\core\event\user_loggedin	21,608	34.97%	4.69
\core\event\dashboard_viewed	16,248	26.29%	3.53
\core\event\course_viewed	15,103	24.44%	3.28
\core\event\user_loggedout	3,643	5.90%	0.79
\mod_assign\event\course_module_viewed	1,894	3.06%	0.42
\mod_assign\event\submission_status_viewed	1,035	1.67%	0.23
\mod_assign\event\submission_form_viewed	481	0.78%	0.11
\mod_assign\event\assessable_submitted	256	0.41%	0.06
\mod_assign\event\Modified\assign_id 3120	186	0.30%	0.05
\assignsubmission_file\event\assessable_uploaded	183	0.30%	0.04
\mod_assign\event\new\assign_id 3120	138	0.22%	0.03
\assignsubmission_file\event\submission_created	138	0.22%	0.03
\mod_assign\event\Modified\assign_id 3378	121	0.20%	0.03
\mod_assign\event\complete\assign_id 3378	118	0.19%	0.03
\mod_assign\event\submitted\assign_id 3378	116	0.19%	0.03
\assignsubmission_onlinetext\event\assessable_uploaded	100	0.16%	0.03
\assignsubmission_onlinetext\event\submission_created	74	0.12%	0.02
\mod_assign\event\remove_submission_form_viewed	65	0.11%	0.02
\mod_assign\event\complete\assign_id 3120	52	0.08%	0.02
\mod_assign\event\submitted\assign_id 3120	48	0.08%	0.02
\assignsubmission_file\event\submission_updated	45	0.07%	0.01
\mod_assign\event\submission_status_updated	41	0.07%	0.01
\assignsubmission_onlinetext\event\submission_updated	26	0.04%	0.01
\mod_assign\event\Modified\assign_id 1775	25	0.04%	0.01
\mod_assign\event\submitted\assign_id 1775	22	0.04%	0.01
\mod_assign\event\complete\assign_id 1775	22	0.04%	0.01
\mod_assign\event\new\assign_id 3378	5	0.01%	0.01
\mod_assign\event\new\assign_id 1775	3	0%	0.01

หมายเหตุ * ร้อยละของเหตุการณ์กระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด ((จำนวนเหตุการณ์ของกิจกรรม x 100)/จำนวนเหตุการณ์รวมของการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด)

** ร้อยละของเหตุการณ์การเข้าใช้งานระบบโดยภาพรวม ((จำนวนเหตุการณ์ของกิจกรรม x 100)/จำนวนเหตุการณ์รวมทั้งหมด)



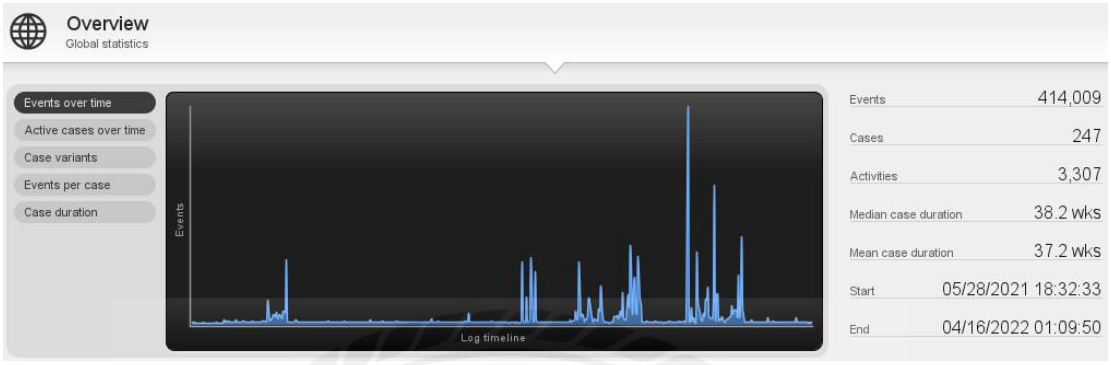
รูปที่ 4.62 Process Map นำเสนอ Performance Mean Duration และ Case Coverage พฤติกรรมเชิงลึกการเข้าทำกิจกรรมส่งแบบฝึกหัด เฉพาะกรณีตัวอย่างกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ แบบฝึกหัด id1775 (ชื่อกิจกรรมดูได้จาก ตารางที่ 4.24)

จากรูปที่ 4.61 จะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างที่เข้าทำกิจกรรมส่งแบบฝึกหัดเฉพาะกรณีตัวอย่างกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ แบบฝึกหัด id 1775 ประกอบด้วยกิจกรรม A1⟶A1.1 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างกิจกรรม 227 มิลลิวินาที เมื่อดำเนินการตอบคำถาม เช่น พิมพ์คำตอบ หรือแนบ File ตามเงื่อนไขที่กำหนด กรณีที่มีการแนบ File กระบวนการจะเริ่มจาก A1.1⟶A1, A1⟶ AF1, AF1⟶AF2, AF2⟶ A1 จากกิจกรรม A1.1 ย้อนกลับไปที่ A1 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 92.3 วินาที จากกิจกรรม A1 ไปที่กิจกรรม AF1 : Upload File คำตอบแบบฝึกหัด ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 90.6 วินาที จากกิจกรรม AF2 : ระบบสร้างสถานะการเชื่อมโยง File ที่ Upload เข้ากับแบบฝึกหัด และผู้ส่งแบบฝึกหัด ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 0 มิลลิวินาที จากกิจกรรม AF2 ไปที่กิจกรรม A1 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 127 มิลลิวินาที กรณีที่มีการแก้ไขคำตอบของแบบฝึกหัด กระบวนการจะเริ่มจาก A1⟶A1.2, A1.2⟶A1, A1⟶AF1, AF1⟶AF2, AF2⟶ A1 จากกิจกรรม A1 ไปกิจกรรม A1.2 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 0 มิลลิวินาที จากกิจกรรม A1.2 ย้อนกลับไปที่ A1 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 3.5 วินาที จากกิจกรรม A1 ไปที่กิจกรรม AF1 : Upload file คำตอบแบบฝึกหัด ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 90.6 วินาที จากกิจกรรม AF2 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 0 มิลลิวินาที และกรณีที่แก้ไขคำตอบเรียบร้อยแล้วระบบจะแจ้งให้ยืนยันการแก้ไข กิจกรรมจะต่อเนื่องจาก A1.2⟶A1.3, A1.3⟶C5 ดังนั้นจากกิจกรรม A1.2 ไปที่กิจกรรม A1.3 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 0 มิลลิวินาที จากกิจกรรม A1.3 ไปที่กิจกรรม C5 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 45 วินาที

จากกระบวนการของพฤติกรรมเชิงลึกการเข้าทำกิจกรรมส่งแบบฝึกหัดกรณีตัวอย่างแบบฝึกหัด id 1775 แสดงให้เห็นการเชื่อมโยงของกิจกรรมลงลึกถึงพฤติกรรมการทำแบบฝึกหัดแต่ละข้อ ในรายวิชาที่เปิดสอนผ่านระบบ e-Learning รวมทั้งแสดงให้เห็นถึงระยะเวลาในการรอคอยระหว่างกิจกรรม ซึ่งทำให้ผู้สอนสามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดรูปแบบการทำกิจกรรมส่งแบบฝึกหัดให้มีการประมวลผลที่รวดเร็ว ใช้เป็นข้อมูลเสริมเกี่ยวกับการประเมินความยากง่ายของแบบฝึกหัด รวมถึงใช้ในการวางแผนปรับพฤติกรรมการส่งแบบฝึกหัดของผู้เรียน และใช้เป็นข้อมูลในการแจ้งปัญหาความล่าช้าในการประมวลผลของระบบในขั้นตอนของการส่งแบบฝึกหัดให้แก่ ผู้บริหารระบบการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบ e-Learning สำหรับปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพ

ผลการค้นหากระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ จากการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าทำแบบทดสอบ (รูปที่ 4.38) และข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ชุดที่ 3 รูปแบบ File CSV (รูปที่ 4.49) ผู้วิจัยนำข้อมูลบันทึกเหตุการณ์กระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ เข้าสู่การค้นหากระบวนการด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ ด้วยเครื่องมือ Disco โดยใช้อัลกอริทึม Fuzzy Miner พบกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ของกลุ่มตัวอย่าง 247 คน มีเหตุการณ์เกิดขึ้น 414,009 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 89 มีกิจกรรม 3,307 กิจกรรม เริ่มตั้งแต่วันที่

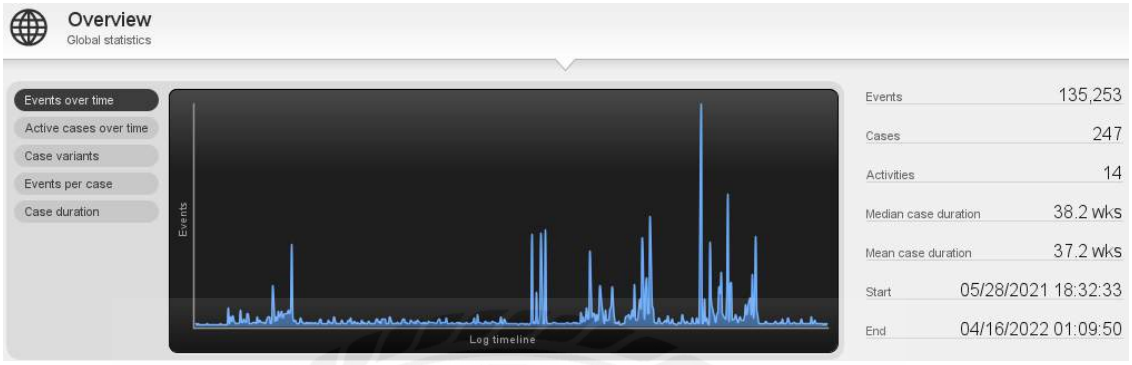
28 พฤษภาคม 2564 จนถึงวันที่ 10 เมษายน 2565 ระยะเวลาการเข้าเรียนรู้ผ่านระบบโดยเฉลี่ย 37.3 สัปดาห์/คน ดังแสดงค่าสถิติในรูปที่ 4.63 และแผนภาพ Process Map รูปที่ 4.65



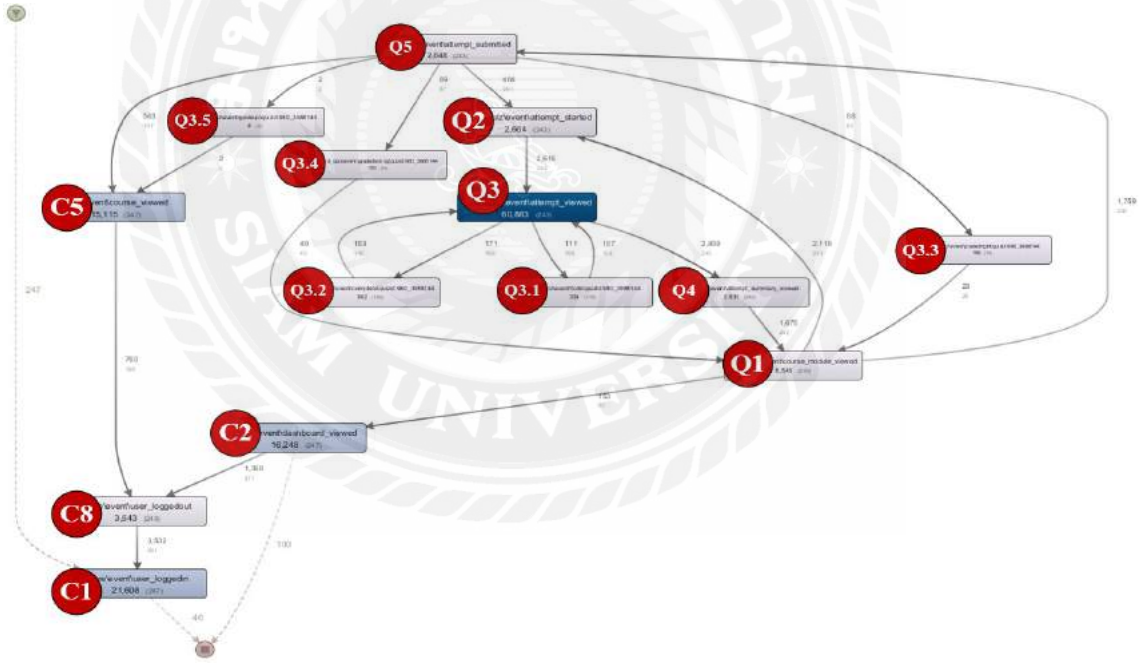
รูปที่ 4.63 ค่าสถิติของกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ

ด้วยกิจกรรม และเหตุการณ์ที่ค้นพบจากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์กระบวนการเข้าทำแบบทดสอบมีจำนวนมาก การวิเคราะห์หาความเชื่อมโยงของกิจกรรม และวิเคราะห์ระยะเวลาระหว่างกิจกรรมให้เห็นภาพทั้งหมดให้ชัดเจนนั้นทำได้ยาก ผู้วิจัยจึงใช้เครื่องมือ Disco มา Filtering ข้อมูลการเข้าทำแบบทดสอบจากกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกแสดงเฉพาะพฤติกรรมการทำข้อสอบในชุดที่ 980 ข้อคำถามเลขที่ 3988144 เพื่อใช้เป็นกรณีตัวอย่างในการวิเคราะห์กระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ ดังรูปที่ 4.64 และตารางที่ 4.23 พบว่ามีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชุดข้อสอบ 980 จำนวน 135,253 เหตุการณ์ มี Activity เกิดขึ้น 14 กิจกรรม ซึ่งนำเสนอให้เห็นในรูปที่ 4.64 และยังพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เข้าทำข้อสอบชุด 980 ได้รับข้อคำถามเลขที่ 3955144 จำนวน 172 คน คิดเป็นร้อยละ 69.6 เนื่องจากชุดข้อสอบเป็นลักษณะการสุ่มข้อคำถามจากคลังข้อสอบ ในการเข้าทำข้อคำถามในแต่ละข้อของชุดข้อสอบ มีกิจกรรมย่อยภายในประกอบด้วย Q 3.1 : กิจกรรมการเข้าทำข้อสอบ (Todo) Q 3.2 : ส่งคำตอบ (Complete) , Q 3.3 : ผลของคำตอบกรณีตอบถูก (Graded right) หรือ Q 3.4 : ผลคำตอบกรณีตอบผิด (Graded wrong) และ Q 3.5 : กิจกรรมการทำสัญลักษณ์ปักธง (Gave up) จากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างเข้าทำข้อสอบชุดที่ 980 รหัสข้อคำถาม 3988144 ได้คลิกเข้าทำ (Q 3.1 : Todo 980_3988144) ข้อคำถามข้อนี้ จำนวน 354 ครั้ง และย้อนกลับมาทำซ้ำอีก จำนวน 177 ครั้ง มีกลุ่มตัวอย่างส่งคำตอบในข้อนี้ (Q 3.2 : Complete 980_3988144) จำนวน 170 คน คิดเป็นร้อยละ 68.4 มีเหตุการณ์เกิดขึ้น 362 ครั้ง กลุ่มตัวอย่างตอบถูก (Q 3.3 : Graded right 980_3988144) จำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 30.8 มีเหตุการณ์เกิดขึ้น 156 ครั้ง กลุ่มตัวอย่างตอบผิด (Q 3.4 : Graded wrong 980_3988144) จำนวน 94 คน คิดเป็นร้อยละ 38.1 มีเหตุการณ์เกิดขึ้น 192 ครั้ง มีกลุ่มตัวอย่างทำกิจกรรมเลือกทำสัญลักษณ์ปักธง (Q 3.5 : Gave up 980_3988144) จำนวน 2 คน 0.8% มีเหตุการณ์เกิดขึ้น 4 ครั้ง และพบทั้ง 2 คน ไม่ส่งคำตอบในข้อ

นี้ เมื่อนำไปวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อคำถามนี้พบว่า P = 0.44 ระดับความยากพอเหมาะ ระดับดีสามารถเก็บข้อคำถามนี้ไว้ใช้ต่อไปได้



รูปที่ 4.64 ค่าสถิติของกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ กรณีตัวอย่างข้อสอบในชุดที่ 980 ข้อคำถามเลขที่ 3988144



รูปที่ 4.65 Process Map นำเสนอ Absolute Frequency และ Case Frequency กระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ กรณีตัวอย่างข้อสอบในชุดที่ 980 ข้อคำถามเลขที่ 3988144 (ชื่อกิจกรรมดูได้จาก ตารางที่ 4.24)

จากผลการค้นหากระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ รูปที่ 4.65 ทำให้ทราบว่ามีนักศึกษาเข้าทำข้อสอบชุดที่ 980 รหัสข้อคำถาม 3988144 จำนวน 172 คน ส่งคำตอบในข้อนี้จำนวน 170 ตอบถูกจำนวน 76 คน ตอบผิดจำนวน 94 คน มีการทำสัญลักษณ์ปักธงจำนวน 2 คน และทั้ง 2 คน ไม่ส่ง

คำตอบในข้อนี้ เมื่อนำไปวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อคำถามด้วยสูตรการคำนวณค่าความยากง่าย P=R/N พบว่า P = 0.44 ระดับความยากพอเหมาะ ระดับดีสามารถเก็บข้อคำถามนี้ไว้ใช้ต่อไปได้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)

ตารางที่ 4.23 ข้อมูลความถี่ และร้อยละของกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ กรณีตัวอย่างข้อสอบในชุดที่ 980 ข้อคำถามเลขที่ 3988144

รายการกิจกรรม	เหตุการณ์	ร้อยละของความถี่
C1 \core\event\user_loggedin	21,608	15.98%
C2 \core\event\dashboard_viewed	16,248	12.01%
C5 \core\event\course_viewed	15,115	11.18%
C8 \core\event\user_loggedout	3,643	2.69%
Q1 \mod_quiz\event\course_module_viewed	8,545	6.32%
Q2 \mod_quiz\event\attempt_started	2,664	1.97%
Q3 \mod_quiz\event\attempt_viewed	60,883	45.01%
Q3.1 \mod_quiz\event\todo\quizid 980_3988144	354	0.26%
Q3.2 \mod_quiz\event\complete\quizid 980_3988144	362	0.27%
Q3.3 \mod_quiz\event\gradedright\quizid 980_3988144	156	0.12%
Q3.4 \mod_quiz\event\gradedwrong\quizid 980_3988144	192	0.14%
Q3.5 \mod_quiz\event\gaveup\quizid 980_3988144	4	0.00%
Q4 \mod_quiz\event\attempt_summary_viewed	2,831	2.09%
Q5 \mod_quiz\event\attempt_submitted	2,648	1.96%

รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ กระบวนการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัด และกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ

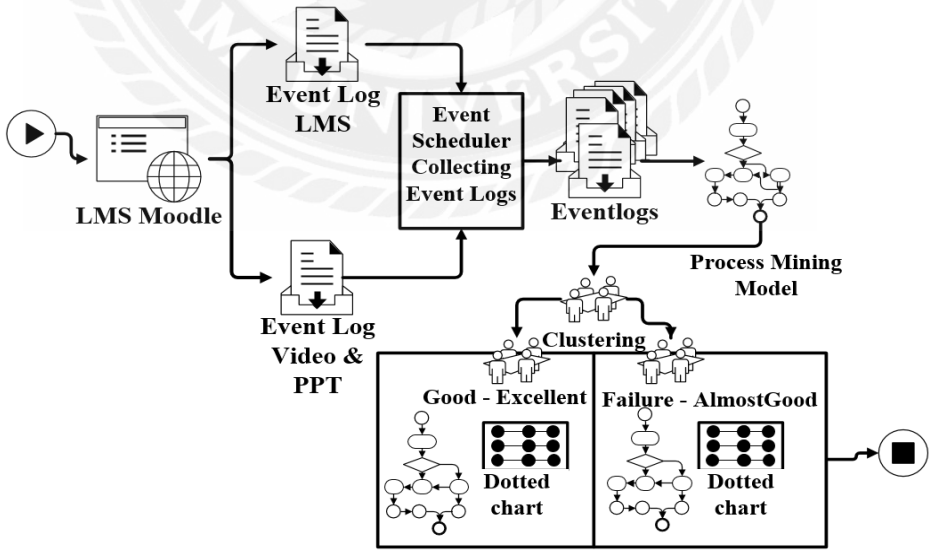
ตารางที่ 4.24 รายการกิจกรรมที่ใช้สำหรับค้นหากระบวนการเรียนรู้

ชื่อย่อ	ชื่อกิจกรรม	คำอธิบายกิจกรรม
C1	\core\event\user_loggedin	นักศึกษา Login เข้าสู่ระบบ
C2	\core\event\dashboard_viewed	แสดงผลภาพรวมรายการกิจกรรมส่วนบุคคล
C3	\core\event\user_profile_viewed	แสดงรายการข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ระบบ
C4	\core\event\user_updated	ผู้ใช้ปรับปรุงข้อมูลส่วนตัว
C5	\core\event\course_viewed	แสดงรายวิชาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียน
C6	\mod_url\event\course_module_viewed	แสดงรายการกิจกรรมภายในรายวิชา
C6.1	\mod_url\event\Start Video	สถานะการคลิกเริ่มเปิดวิดิโอ
C6.2	\mod_url\event\Play Video	สถานะการคลิกเล่น หรือดูวิดิโอ
C6.3	\mod_url\event\ Pause Video	สถานะการคลิกหยุดดูวิดิโอชั่วคราว
C6.4	\mod_url\event\ Seeking Video	สถานะการคลิกข้ามวิดิโอไปยังวินาทีที่ต้องการดูวิดิโอ
C6.5	\mod_url\event\End Video	สถานะการคลิกปิดวิดิโอ

ชื่อย่อ	ชื่อกิจกรรม	คำอธิบายกิจกรรม
C7	\mod_page\event\course_module_viewed	เป็นกิจกรรมที่นักศึกษาเปิดดูสื่อการสอนผ่าน Module Page
C8	\core\event\user_loggedou	นักศึกษาออกจากระบบ
A1	\mod_assign\event\submission_status_viewed	ระบบแสดงโจทย์ข้อมูลรายละเอียดการส่งแบบฝึกหัด หลังจากคลิกยืนยันส่งแบบฝึกหัด
A1.1	\mod_assign\event\submitted\assign_id 3378	สถานะการคลิกปุ่มส่งแบบฝึกหัดรายข้อ เช่น แบบฝึกหัดเลขที่ 3378 ซึ่งที่นี้หมายถึง การคลิกเข้าสู่หน้าส่งแบบฝึกหัดเพื่อแนบ File หรือพิมพ์คำตอบ ตามเงื่อนไขที่กำหนด
A1.2	\mod_assign\event\Modified\assign_id 3378	สถานะการคลิกแก้ไขแบบฝึกหัด กรณีที่เคยส่งแล้วก่อนหน้านี้
A1.3	\mod_assign\event\new\assign_id 3378	สถานะการคลิกส่งแบบฝึกหัดรายข้อครั้งแรกที่คลิกยืนยันส่งแบบฝึกหัด
A1.4	\mod_assign\event\complete\assign_id 3378	สถานะการคลิกยืนยันส่งแบบฝึกหัด
A2	\mod_assign\event\course_module_ viewed	เป็นกิจกรรมที่นักศึกษาคลิกเริ่มเข้าทำแบบฝึกหัด ระบบแสดงโจทย์ และเงื่อนไขการทำแบบฝึกหัดตามที่อาจารย์ผู้สอนกำหนด
A3	\mod_assign\event\submission_form_ viewed	เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนเข้ามาตรวจสอบดูผลของการส่งแบบฝึกหัดที่เคยส่ง หากยังไม่หมดเวลาส่งแบบฝึกหัด ผู้เรียนสามารถแก้ไขและส่งคำตอบในกิจกรรมนี้ใหม่ได้
A4	\mod_assign\event\assessable_submitted	เป็นกิจกรรมที่นักศึกษาคลิกปุ่มส่งแบบฝึกหัด กรณีที่อาจารย์ผู้สอนกำหนดวิธีการส่งเป็นแบบฝึกหัดนอกระบบ เช่น ส่งเป็น เอกสาร หรือนำเสนอในชั้นเรียน หรืออื่น ๆ ซึ่งในกิจกรรมนี้นักศึกษาสามารถเข้ามาอ่านโจทย์ได้อย่างเดียว
A5	\mod_assign\event\submission_status_ updated	เป็นกิจกรรมปรับปรุงสถานะการส่งแบบฝึกหัด หลังการแก้ไข
AF1	\assignsubmission_file\event\assessable_ uploaded	กิจกรรม Upload file ส่งแบบฝึกหัด
AF2	\assignsubmission_file\event\submission_ created	กิจกรรมคลิกส่งแบบฝึกหัดหลังจาก Upload file เสร็จแล้ว
AF3	\assignsubmission_file\event\submission_ updated	กิจกรรมแก้ไขและส่งแบบฝึกหัด กรณีจะเกิดเมื่อมีการแก้ไข หรือมีการ Upload File ใหม่แทนที่ File ที่เคยส่ง
AT1	\assignsubmission_onlinetext\event\assessable_uploaded	กิจกรรมพิมพ์คำตอบลงในกล่องข้อความที่กำหนด กรณีนี้จะเกิดขึ้นเมื่ออาจารย์ผู้สอนกำหนดวิธีการส่งเป็นแบบส่งข้อความผ่านระบบ
AT2	\assignsubmission_onlinetext\event\submission_created	กิจกรรมคลิกยืนยันการส่งคำตอบแบบข้อความ
AT3	\assignsubmission_onlinetext event\submission_updated	กิจกรรมคลิกยืนยันแก้ไขคำตอบแบบข้อความ และส่งใหม่อีกครั้ง

ชื่อย่อ	ชื่อกิจกรรม	คำอธิบายกิจกรรม
Q1	\mod_quiz\event\course_module_viewed	กิจกรรมเข้าสู่แบบทดสอบ ซึ่งจะแสดงเงื่อนไข เช่น วัน เวลา เปิดปิดแบบทดสอบ หรือเงื่อนไขอื่น ๆ ที่อาจารย์ผู้สอนกำหนดไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจเงื่อนไขก่อนเริ่มคลิกเมนูเริ่มทำแบบทดสอบ
Q3.2	\mod_quiz\event\complete\quizid 980_3988144	กิจกรรมส่งคำตอบในข้อนั้น ๆ หรือคลิกเปลี่ยนข้อคำถาม ระบบจะบันทึกคำตอบของข้อคำถามนั้นทันที
Q3.3	\mod_quiz\event\gradedright\quizid 980_3988144	กิจกรรมบันทึกคำตอบ กรณีตอบคำถามถูกต้อง
Q3.4	\mod_quiz\event\gradedwrong\quizid 980_3988144	กิจกรรมบันทึกคำตอบ กรณีตอบคำถามผิด
Q3.5	\mod_quiz\event\gaveup\quizid 980_3988144	กิจกรรมการทำสัญลักษณ์ปักธง ในข้อคำถามนั้น เพื่อแสดงให้เห็นว่าข้อคำถามดังกล่าวยังไม่ได้ตอบคำถามหรือยังไม่แน่ใจในคำตอบ
Q4	\mod_quiz\event\attempt_summary_viewed	กิจกรรมแสดงผลรายการข้อคำถามที่นักศึกษาตอบและยังไม่ได้ตอบขึ้นมาทั้งหมดเพื่อให้ตรวจสอบว่าข้อใดตอบแล้ว หรือยังไม่ได้ตอบ
Q5	\mod_quiz\event\attempt_submitted	กิจกรรมคลิกยืนยันการส่งแบบทดสอบ
Q6	\gradereport_user\event\grade_report_viewed	กิจกรรมแสดงผลคะแนนของแบบทดสอบนั้น ๆ
Q7	\gradereport_overview\ event\grade_report_viewed	กิจกรรมแสดงผลคะแนนภาพรวมทั้งหมดของรายวิชานั้น ๆ

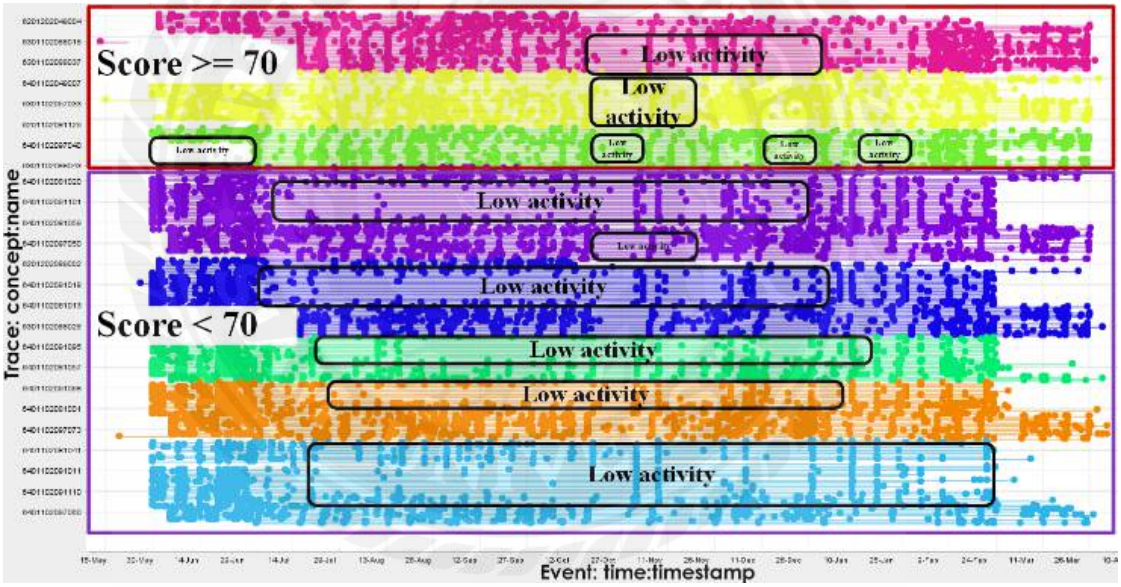
4.5 ขั้นตอที่ 5 ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์



รูปที่ 4.66 แผนภาพการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มผู้เรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับ Good – Excellent และกลุ่มผู้เรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับ Failure-Almost Good เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมด้วยอัลกอริทึม Dotted Chart

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ Disco Filtering ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ โดยกำหนด Filtering Mode แบบ Keep Selected เฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอในรายวิชา 20 2111 Applied Business Programing จำนวน 20 บทเรียน พบว่ามีเหตุการณ์เกิดขึ้น 85,304 เหตุการณ์ มีกลุ่มตัวอย่างเข้าเรียน จำนวน 247 คน และมีกิจกรรมเกิดขึ้นทั้งหมด 106 กิจกรรม และได้ Filtering แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป เป็นผู้เรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับ Good – Excellent สอบได้คะแนนตั้งแต่ 70.00 – 100.00 คะแนน กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 เป็นผู้เรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับ Failure-Almost good สอบได้คะแนนตั้งแต่ 00.00 – 69.99 คะแนน ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ทดสอบความรู้ของผู้เรียน ด้วยการสอบเก็บคะแนนระหว่างเรียน (Formative) 60 คะแนน และสอบเก็บคะแนนปลายภาค (Summative) 40 คะแนน รวมคะแนนทั้งหมด 100 คะแนน รวมถึงได้กำหนดช่วงคะแนนเพื่อตัดเกรด และสีของจุด เพื่อแบ่งกลุ่มตามระดับคะแนน ดังแสดงในตารางที่ 3.1 พบว่า กลุ่มที่ 1 มีจำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 29.96 มีเหตุการณ์เกิดขึ้น 37,637 เหตุการณ์ กลุ่มที่ 2 มีจำนวน 173 คน คิดเป็น 70.04% มี เหตุการณ์เกิดขึ้น 47,677 เหตุการณ์ และ Export ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ รูปแบบ File EXS ที่ผ่านการ Filtering ด้วยเครื่องมือ Disco เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วย Dotted Chart โดยใช้เครื่องมือ ProM (Silva et al., 2020) เพื่อวิเคราะห์ความผันแปรในความถี่ของกิจกรรมสำหรับเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง และได้ Export ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ รูปแบบ File CSV เพื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเข้าเรียน ระยะเวลาในการเข้าเรียน และผลการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบ e-Learning รวมทั้งนำข้อมูลไปสร้างกราฟแบบ Spectrogram เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ (แกน Y) และเวลา (แกน X) ผลของ Dotted Chart จะแสดงผลออกมาในรูปแบบจุด กล่าวคือ 1 จุดเท่ากับ 1 Events จุดเรียงต่อกันเป็นแถว 1 คือพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่าง 1 คน ดังนั้นทำให้ทราบว่าความถี่ในการเข้าเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน สังเกตได้จากความถี่ของจุด และความต่อเนื่องของจุดการเข้าทำกิจกรรม ดังรูปที่ 4.67 การเข้าสู่ระบบ e-Learning, เข้าดูสื่อวิดิโอ (จำนวน 20 หัวข้อการเรียนรู้), และการออกจากระบบ e-Learning ในแผนภูมิได้แสดงเซสชั่น ของผู้เรียนแต่ละคนสอดคล้องกับจำนวน Case (จำนวนกลุ่มตัวอย่าง) โดยแสดงเป็นเส้นแนวนอนในแผนภูมิ มีจำนวน 247 แถว ในหนึ่งแถว คือการทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่าง 1 คน จุดในแต่ละเส้นแสดงให้เห็นถึงความถี่การเข้าดูสื่อวิดิโอเริ่มตั้งแต่เปิดภาคเรียนจนสิ้นสุดภาคเรียน สีของจุดแสดงถึงความแตกต่างของระดับผลการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ช่องว่างระหว่างจุดแสดงให้เห็นถึงการทิ้งช่วงความถี่ของการเข้าดูสื่อวิดิโอของกลุ่มตัวอย่าง แผนภูมิ Dotted Chart ที่ผู้วิจัยได้กำหนดให้แกน X Axis Attribute เท่ากับวันเวลาที่กลุ่มตัวอย่างเข้าดูสื่อ (Event:time:timestamp) และกำหนดแกน Y Axis Attribute เท่ากับรหัสนักศึกษา หรือ CaseID (Trace:concept:name) การจัด

เรียงลำดับ (Trace Sorting) กำหนดให้เรียงลำดับตามเกรดที่ได้ (Sort on Grade of trace) และกำหนดสีสำหรับแบ่งกลุ่ม (Color Attribute) ด้วยเกรดของกลุ่มตัวอย่าง (Trace:Grade) ได้แผนภาพ Dotted Chart ดังรูปที่ 4.67 จะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับ Good – Excellent ประกอบด้วยจุดสีเขียว จุดสีเหลือง และสีชมพู แสดงผลเรียงกันต่อเนื่อง มีช่องว่างระหว่างจุดน้อยมาก แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 มีพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เริ่มตั้งแต่เปิดเรียนจนสิ้นสุดภาคเรียน และความถี่ของจุดเบาบางเพียงช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับ Failure-Almost Good จะเห็นว่าความถี่ของจุดสีม่วง สีฟ้า สีเขียวอ่อน ส้ม และฟ้าอ่อน ในแต่ละแถวมีความหนาแน่นเฉพาะช่วงต้นภาคเรียน และช่วงใกล้สิ้นสุดภาคเรียนเท่านั้น ช่วงระหว่างภาคเรียนความถี่ของจุดมีความห่างสูง แสดงให้เห็นว่ามีการทิ้งช่วงระยะห่างของจุดสูงกว่ากลุ่มที่ 1 ดังนั้น Dotted Chart ของกลุ่มที่ 2 ทำให้ทราบว่าการเรียนรู้ไม่มีความต่อเนื่อง จึงส่งผลให้ผลการเรียนอยู่ในระดับ Failure-Almost good



รูปที่ 4.67 แผนภาพ Dotted Chart จากกิจกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์เข้าเรียน ระยะเวลาในการเรียน และผลการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบ e-Learning ดังแสดงในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเข้าเรียน ระยะเวลาในการเข้าเรียน และผลการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบ e-Learning (n = 247)

		ความถี่ในการเข้าเรียน	ระยะเวลาในการเข้าเรียน	ผลการเรียน
ความถี่ในการเข้าเรียน	ค่าสหสัมพันธ์	-	.263**	.532**
	P	-	.000	.000
	ระดับความสัมพันธ์		ปานกลาง	มากที่สุด
ระยะเวลาในการเข้าเรียน	ค่าสหสัมพันธ์		-	.133*
	P		-	.037
	ระดับความสัมพันธ์			น้อยที่สุด

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.25 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนผ่านระบบ e-Learning กับผลการเรียน คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการเข้าเรียนกับระยะเวลาในการเข้าเรียน มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการเข้าเรียน กับผลการเรียน มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 มีความสัมพันธ์ระดับมากที่สุด และระยะเวลาในการเข้าเรียน กับผลการเรียน มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความสัมพันธ์ระดับน้อยที่สุด ดังนั้นความถี่ในการเข้าเรียน ระยะเวลาในการเข้าเรียนและผลการเรียนของผู้เรียนจึงมีความสัมพันธ์กัน แสดงว่าตัวแปรที่ได้จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เกี่ยวข้องกับกระบวนการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอในรายวิชา 20 2111 Applied Business Programing ที่นำมาใช้พยากรณ์เป็นตัวแปรที่ดีสามารถนำไปวิเคราะห์ความผันแปรในความถี่ของกิจกรรมสำหรับเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างได้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การแปลผลค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ของ Best ในการวิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ในงานวิจัยนี้ ตามที่ สถิรา มะลาสิน และ ประสพชัย พสุนนท์ (2564) ได้สรุปการแปลความหมายค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ของ Best (1981) ไว้ดังนี้ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 = น้อยที่สุด, 1.50 - 2.49 = น้อย, 2.50 - 3.49 = ปานกลาง, 3.50 - 4.49 = มาก, 4.50 - 5.00 = มากที่สุด (สถิรา มะลาสิน และ ประสพชัย พสุนนท์, 2564)

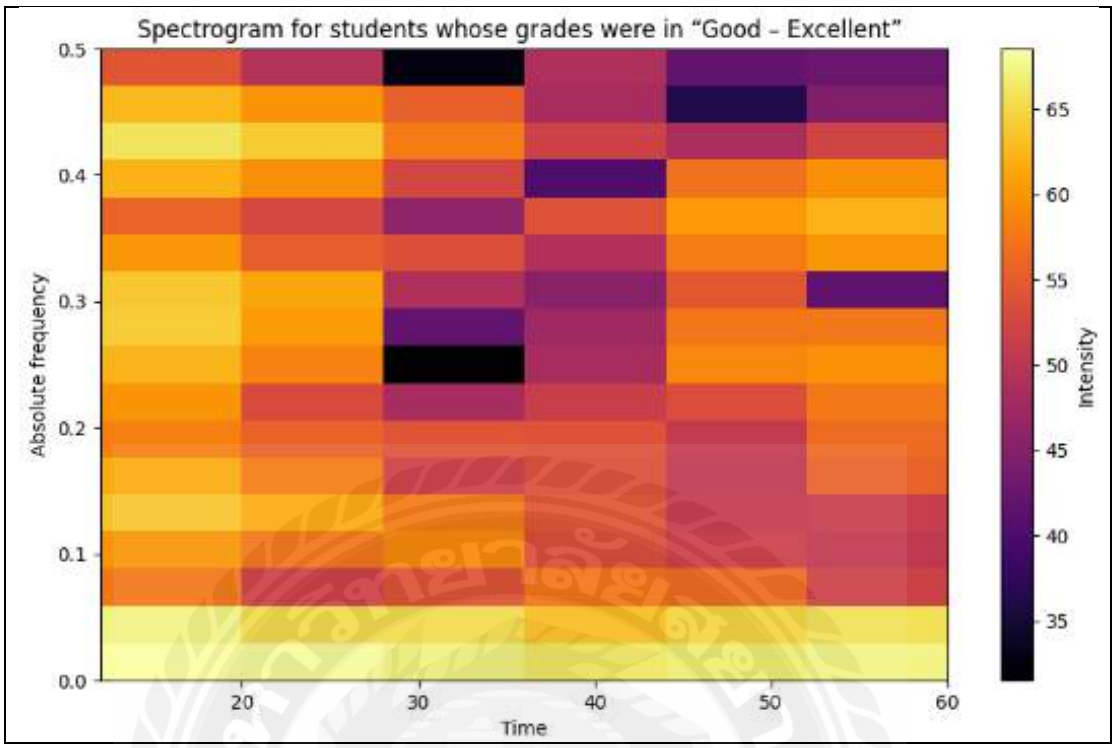
ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบ e-learning เป็นตัวแปรตามโดยวิธี Enter (n = 247)

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย		t	p
	b	β		
ความถี่ในการเข้าเรียน	.013	.537	9.517	<0.001
ระยะเวลาในการเข้าเรียน	.000	-.007	-.133	.894
SE_{est} = ±14.518; R = .533; R^2 = .284; Adj R^2 = .278; F =48.92; p-value = .000				

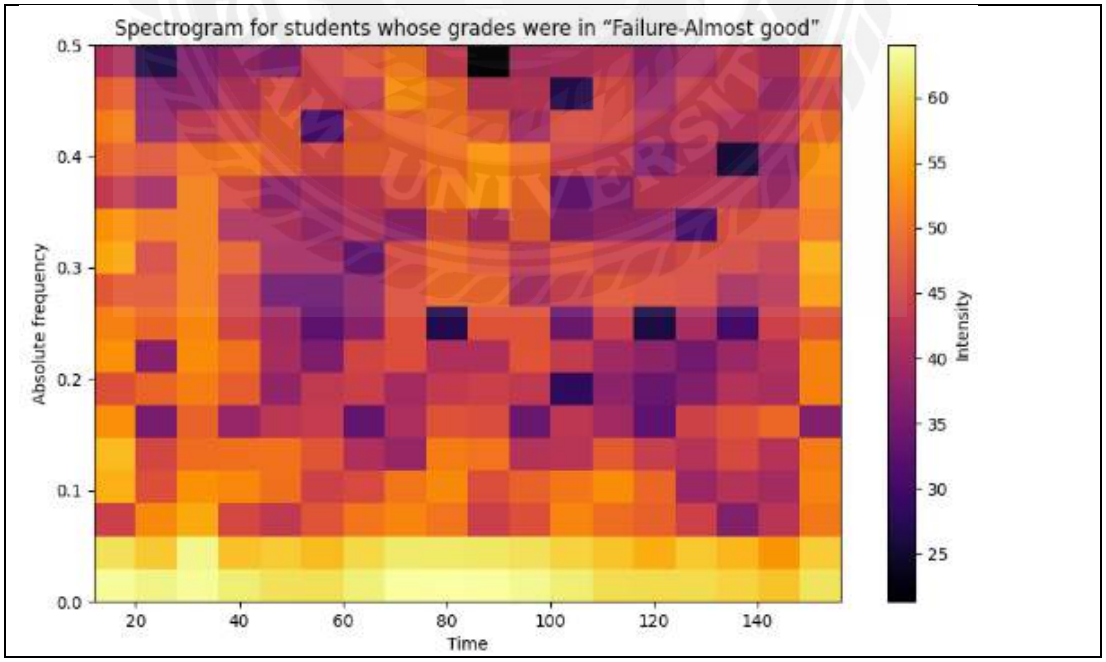
** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบ e-Learning อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R2) เท่ากับ 0.278 แสดงว่าปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบ e-Learning ได้ร้อยละ 27.80 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ความถี่ในการเข้าเรียน (Beta = 0.537) มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบ e-Learning อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการสร้างแผนภูมิแบบ Spectrogram เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ (แกน Y) และช่วงเวลา (แกน X) สีที่เข้ม แสดงถึงช่วงเวลาที่มีความถี่สูง ในขณะที่สีสว่าง แสดงถึงช่วงเวลาที่ความถี่ต่ำ (Guo et al., 2019) ซึ่ง Qiang Guo และคณะ ได้นำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างการแผ่รังสีฮาร์มอนิกของสายไฟ และเส้นสนามแม่เหล็กการแผ่รังสีทั่วจีนโดยใช้กราฟแบบ Spectrogram พร้อมทั้งอธิบายถึงความเข้มของสีบนกราฟไว้ว่า เส้นสเปกตรัมที่มีความถี่ลอยอยู่ระหว่าง 300 เฮิรตซ์ ถึง 600 เฮิรตซ์ แสดงให้เห็นว่าไม่มีการแผ่รังสี หลังจากนั้นความสว่างของแสงค่อย ๆ ลดลงตามความถี่ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยได้ใช้วิธีการอ่านสี จากกราฟตามที่ Qiang Guo และคณะ ได้นำเสนอ ผลของกราฟ Spectrogram ที่สร้างด้วย Python Library Matplotlib.Pyplot โดยกำหนดให้ ความถี่ในการเข้าเรียนเป็นแกน Y หน่วยเป็น Hz และแกน X เกิดจากแปลงค่าเวลาจากความถี่ของแกน Y ด้วย Library Matplotlib.Pyplot โดยอัตโนมัติ หน่วยเป็น Hz แสดงให้เห็นความถี่การเข้าเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป จำนวน 74 คน ดังรูปที่ 4.68 เริ่มพบค่าความเข้มของสีบนกราฟมีช่องขนาดที่ยาวกว่า โดยเฉพาะช่วง Y=0.2 จนถึง X=60 แสดงให้เห็นถึงความต่อเนื่องของความถี่ในการเข้าเรียนผ่านระบบ ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 จำนวน 173 คน ดังรูปที่ 4.69 พบความเข้มของสีแบ่งเป็นช่องขนาดเล็กกระจายบนกราฟสลับกับสีที่อ่อนลง แสดงให้เห็นถึงความไม่ต่อเนื่องของความถี่ในเข้าเรียนผ่านระบบ



รูปที่ 4.68 กลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป



รูปที่ 4.69 กลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องการสร้างและการรวบรวมบันทึกเหตุการณ์ในระบบ e-Learning เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยเหมืองกระบวนการ มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษากระบวนการเข้าใช้งานของนักศึกษาในระบบ e-Learning จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้แบบออนไลน์ 2) เพื่อศึกษากระบวนการ และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ การเข้าเรียนรู้เนื้อหารายวิชา การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบของระบบ LMS Moodle จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้แบบออนไลน์ เพื่อออกแบบกระบวนการ การจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis 3) เพื่อพัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เข้าเรียนผ่านสื่อวิดิโอ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ และการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis 4) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การกรณีศึกษาเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยแสดงในมุมมองความถี่ของการเข้าทำกิจกรรมของนักศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม การทำซ้ำของกิจกรรม ความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมตลอดกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยขั้นตอนวิธี Fuzzy Miner 5) เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผ่านระบบ e-Learning ระหว่างนักศึกษาที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักศึกษาที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 ด้วยอัลกอริทึม Dotted Chart

จากผลการวิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนั้นการสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ จะดำเนินการแบ่งเป็น 5 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 การศึกษากระบวนการเข้าใช้งานของนักศึกษาในระบบ e-Learning จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ

ส่วนที่ 2 ศึกษากระบวนการจัดเก็บข้อมูล และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ เช่น การเข้าเรียนรู้เนื้อหารายวิชา การเข้าทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบ เพื่อออกแบบกระบวนการ การจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้เป็นไปตามโครงสร้างตารางที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเหมืองกระบวนการ

ส่วนที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เข้าเรียนผ่านสื่อวิดิโอ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ และการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ให้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis

ส่วนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยแสดงในมุมมองความถี่ของการเข้าทำกิจกรรมของนักศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม การทำซ้ำของกิจกรรม ความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมตลอดกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วยขั้นตอนวิธี Fuzzy Miner

ส่วนที่ 5 การเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผ่านระบบ e-Learning ระหว่างนักศึกษาที่สอบได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักศึกษาที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 ด้วยอัลกอริทึม Dotted Chart

5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปราย

ส่วนที่ 1 การศึกษากระบวนการเข้าใช้งานของนักศึกษาในระบบ e-Learning

จากการวิจัย พบว่าข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ในตาราง el_logstore_standard ของ LMS Moodle สามารถใช้วิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning โดยใช้เทคนิคเหมืองกระบวนการได้ แสดงให้เห็นการเชื่อมโยงกิจกรรมที่เกิดจากพฤติกรรมการคลิกไปยังเมนูใช้งานของระบบ e-Learning แสดงให้เห็นถึงความถี่การเข้าใช้งานระบบ รวมถึงระยะเวลาระหว่างที่ใช้ในการเปลี่ยนไปทำกิจกรรมอื่น ๆ และทราบได้ว่าแต่ละกิจกรรมในระบบ e-Learning ส่งข้อมูลไปจัดเก็บไว้ในโครงสร้างตารางใด ข้อสังเกตพบว่ากระบวนการเรียนรู้ที่ค้นพบจากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ในตาราง el_logstore_standard ยังไม่มีกระบวนการเกี่ยวกับพฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดีโอ เช่น การคลิกเข้าดูวิดีโอ คลิกเล่นวิดีโอ คลิกหยุดวิดีโอ คลิกข้ามตำแหน่งในวิดีโอ และคลิกปิดวิดีโอ รวมทั้งไม่สามารถทราบได้ว่าใช้ระยะเวลาเท่าไรในการดูสื่อวิดีโอ ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีเพิ่มสื่อการสอนด้วย Module Label โดยนำ Embed Videos YouTube ฝังในระบบ วิธีนี้ไม่สามารถทราบได้เช่นกันว่าผู้เรียนเข้าดูสื่อวิดีโอหรือไม่ จะทราบเพียงผู้เรียนคลิกกิจกรรมเข้ารายวิชาเท่านั้น

ในส่วนของการค้นพบกระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด การส่งแบบฝึกหัด ทั้งรูปแบบส่งแบบข้อความ และการ Upload File การยกเลิก หรือลบคำตอบของแบบฝึกหัด การแก้ไขคำตอบที่เคยส่งก่อนหน้านี้ การยืนยันการส่งแบบฝึกหัด ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้เป็นกิจกรรมหนึ่งในวิธีการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ (เมทินี ทนงกิจ และ สุนทรี สกุลพราหมณ์, 2565) แต่พบว่ากิจกรรมที่บันทึกไว้ในข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ ของตาราง el_logstore_standard ยังไม่สามารถแสดงให้เห็นพฤติกรรมเชิงลึกเกี่ยวกับการเข้าส่งแบบฝึกหัดของบทเรียนใด และข้อใดของบทเรียนนั้น ไม่ว่าการส่งแบบข้อความ และการ Upload File หรือการแก้ไขแบบฝึกหัดหลังส่งหรือไม่

กระบวนเข้าทำแบบทดสอบ จากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ในตาราง el_logstore_standard ของ LMS Moodle ก่อนใช้เทคนิคการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ในงานวิจัยนี้ พบว่ากระบวนการที่ค้นพบสามารถแสดงให้เห็นพฤติกรรมการเข้าทำแบบทดสอบ และการเชื่อมโยงกิจกรรมเพียงบางส่วน

เช่น แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างคลิกเข้าทำแบบทดสอบ ของรายวิชาใด เกิดการคลิกแบบทดสอบกี่ครั้ง แต่ไม่สามารถแสดงให้ทราบได้ว่าการคลิกแบบทดสอบแต่ละครั้ง ได้คลิกไปที่แบบทดสอบชุดใด ข้อคำถามข้อใด ตอบคำถามถูกหรือผิด

ดังนั้นข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ในตาราง el_logstore_standard ของ LMS Moodle สามารถใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนในเบื้องต้นได้ แต่ยังไม่สามารถใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนในระดับเชิงลึกได้ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนในระดับเชิงลึกได้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษากระบวนการจัดเก็บข้อมูล และแหล่งจัดเก็บข้อมูลในส่วนที่ 2 ดังนี้

ส่วนที่ 2 ศึกษากระบวนการจัดเก็บข้อมูล และแหล่งจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ

จากการศึกษาในส่วนที่ 2 นี้ พบว่าข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเข้าใช้งานระบบได้มีการจัดเก็บตามกิจกรรมของหน่วยโปรแกรมประยุกต์ (Activity Module) เช่น กิจกรรมการเข้าเรียนรู้เนื้อหารายวิชา มีการจัดเก็บภาพรวมของกระบวนการเข้าใช้งานไว้ในโครงสร้างตารางข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ชื่อ el_logstore_standard และสามารถค้นหา รายละเอียดของกิจกรรมได้ตามโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตาราง ดังรูปที่ 4.18 กิจกรรมการเข้าทำแบบฝึกหัด มีการจัดเก็บข้อมูลกระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัดไว้ในโครงสร้างตารางข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ชื่อ el_logstore_standard เช่นกัน แต่กรณีที่ต้องการทราบรายละเอียดเชิงลึกของการเข้าทำแบบฝึกหัด เช่น ทำแบบฝึกหัดข้อใด ส่งสำเร็จหรือไม่ สามารถค้นหารายละเอียดของกิจกรรมได้ตามโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตาราง ดังรูปที่ 4.19 ซึ่งจะเห็นว่าข้อมูลการทำแบบฝึกหัดมีการจัดเก็บไว้ในโครงสร้างตารางแยกกันหลายตารางตามรูป และกิจกรรมการทำแบบทดสอบ มีการจัดเก็บข้อมูลกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบไว้ในโครงสร้างตารางข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ชื่อ el_logstore_standard เช่นกัน แต่กรณีที่ต้องการทราบรายละเอียดเชิงลึกของการเข้าทำแบบทดสอบ เช่น ทำแบบทดสอบชุดใด ในชุดข้อสอบนั้นประกอบไปด้วยข้อคำถามข้อใด ตอบคำถามถูกหรือผิด สามารถค้นหารายละเอียดของกิจกรรมได้ตามโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตาราง ดังรูปที่ 4.20

จากการค้นพบการจัดเก็บข้อมูล และโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตาราง จะเห็นว่าข้อมูลมีการจัดเก็บไว้ในหลายตาราง ที่ออกแบบตามเทคนิคการออกแบบฐานข้อมูลที่จัดระเบียบตารางในลักษณะ Normalization การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ต้องการสร้าง Queries เรียกใช้ข้อมูลจากหลายตาราง และพบว่าข้อมูลที่จัดเก็บไว้มีปริมาณข้อมูลจำนวนมาก ระหว่างการศึกษาทดลองยังพบว่าการประมวลผลเพื่อนำข้อมูลออกมาใช้ประโยชน์ต้องใช้ทรัพยากรเครื่องแม่ข่าย (Server) สูง ใช้เวลาประมวลผลที่ยาวนาน และมีผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิธีการถ่ายโอนข้อมูลไม่ให้มีผลกระทบต่อการประมวลผลของเครื่องแม่ข่าย และพัฒนาโปรแกรมส่วน

เสริมสำหรับจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ของการเข้าเรียนผ่านสื่อวิดิโอ สื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ซึ่งจากส่วนที่ 1 ได้ค้นพบว่าเป็นข้อมูลที่ยังไม่ได้จัดเก็บไว้ในข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ จึงได้ดำเนินการตามส่วนที่ 3 ต่อไป

ส่วนที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมส่วนเสริม (Plug in) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์และการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์

จากการวิจัย พบว่าผลการพัฒนาโปรแกรมส่วนเสริมเชื่อมโยงกับระบบ MLS Moodle สามารถจัดเก็บข้อมูลบันทึกเหตุการณ์เป็นไปตามความต้องการของการวิเคราะห์ด้วย Process Mining Analysis ดังตัวอย่างข้อมูลบันทึกพฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดิโอรูปแบบ File CSV รูปที่ 4.31 การจัดเก็บข้อมูลทุกรายการได้จัดเก็บข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการคลิกดูสื่อวิดิโอ ประกอบด้วยพฤติกรรมการคลิกเริ่มเข้าดูวิดิโอ (Start) คลิกเริ่มเล่นวิดิโอ (Play) คลิกข้ามวิดิโอ (Seeking) คลิกหยุดดูวิดิโอชั่วคราว (Pause) และคลิกปิดวิดิโอ (End) ในการคลิกบนสื่อวิดิโอทุกครั้งได้จัดเก็บข้อมูลวันเวลาเริ่มต้น ตั้งแต่เริ่มต้นคลิก (StartAttemptDate) จนกระทั่งคลิกทำกิจกรรมอื่นบนวิดิโอ (EndAttemptDate) เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ช่วงระยะเวลาที่กลุ่มตัวอย่างเข้าดูสื่อวิดิโอ (Performance Duration) ดังนั้นโครงสร้างเขตข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการเข้าเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ และสื่อไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ที่แสดงในตารางที่ 4.18 สามารถใช้สำหรับค้นหากระบวนการการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นการเชื่อมโยงกิจกรรมการดูสื่อวิดิโอ ระยะเวลาการดูสื่อวิดิโอ ช่วงเวลาที่เปลี่ยนไปทำกิจกรรมอื่นในวิดิโอ การดูซ้ำในช่วงเวลาเดิม ช่วงเวลาที่มีการคลิกข้ามเนื้อหาวิดิโอ นอกจากนี้วิธีการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ด้วยการปรับใช้ Trigger ในส่วนของข้อมูลชุดที่ 1 ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการเข้าใช้งานระบบ ดังรูปที่ 4.47 ข้อมูลชุดที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการส่งแบบฝึกหัด ดังรูปที่ 4.48 ข้อมูลชุดที่ 3 ข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการทำแบบทดสอบ ดังรูปที่ 4.49 และข้อมูลชุดที่ 4 ชุดข้อมูลจากโปรแกรมส่วนเสริมที่พัฒนาขึ้นใหม่ ดังรูปที่ 4.50 พบว่าสามารถนำข้อมูลทั้ง 4 ชุด ไปใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมแยกตามชุดข้อมูลได้ และสามารถนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันให้เป็นชุดข้อมูลชุดเดียวกัน ดังรูปที่ 4.51 ด้วยวิธีการปรับใช้การทำงานของ Event Scheduler ตามโครงสร้างเขตข้อมูลที่ใช้เทคนิคการออกแบบฐานข้อมูลที่จัดระเบียบตารางในลักษณะ Denormalized สามารถถ่ายโอนข้อมูล หรือการ Queries ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับการดึงข้อมูลมาใช้ประโยชน์ด้วยวิธีการ Queries ข้อมูลจากหลายตาราง (Costa et al., 2019)

ข้อมูลที่ได้จากวิธีการรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้เป็นไปตาม Data Requirements ของ Process Mining Analysis สามารถนำไปใช้ในการค้นหากระบวนการด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการได้ และทุกสถาบันการศึกษาทั้งในประเทศไทย หรือต่างประเทศ หรือองค์กรต่าง ๆ ที่ใช้เครื่องมือ LMS

Moodle สามารถนำวิธีการในงานวิจัยนี้ไปปรับใช้พัฒนาต่อยอดเพื่อพัฒนากระบวนการศึกษาในสถาบันการศึกษาของตนเองได้

นอกเหนือจากการวิเคราะห์ และค้นหากระบวนการ การเข้าใช้งานระบบ e-Learning งานวิจัยนี้ยังทำให้ผู้วิจัยทราบถึงสาเหตุของปัญหาที่ทำให้นักศึกษา และอาจารย์ของมหาวิทยาลัยธนบุรี ไม่สามารถยืนยันตัวตนในการเข้าใช้งานระบบ e-Learning ช่วงเริ่มต้นของการเปิดใช้ระบบ ซึ่งพบว่าระบบได้เกิดปัญหาคอขวด (Bottleneck Problem) ในการแจ้งเตือน e-mail เพื่อให้ผู้ใช้งานยืนยันตัวตน จนระบบไม่สามารถส่ง e-mail ได้ เนื่องจากระบบได้จัดส่ง e-mail เกินขีดจำกัดการส่งรายวันต่อบัญชีผู้ใช้จำนวน 2,000 ครั้ง ในการตั้งค่ารับส่ง e-mail ผู้วิจัยได้ใช้บริการ SMTP ของ Google (Google, 2023) ผู้วิจัยจึงได้แก้ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการปรับการตั้งค่าระบบในส่วนของการจัดการ Authentication เป็นรูปแบบเชื่อมต่อกับระบบบริหารการศึกษาของมหาวิทยาลัยธนบุรี เพื่อปรับใช้รหัสผู้ใช้ และรหัสผ่านตัวเดียวกัน เพื่อลดขั้นตอนการสมัครสมาชิก และการยืนยันตัวตน ทำให้ปัญหาคอขวดในการแจ้งเตือน e-mail ไม่เกิดขึ้นอีก และได้พบปัญหาคอขวดจากการเลือกข้อคำถาม เพื่อนำไปใช้ในชุดข้อสอบ ปัญหานี้เกิดจากเลือกคำถามแบบสุ่มในคลังข้อสอบคลังเดียวกันซ้ำกันตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป ในชุดข้อสอบเดียวกัน พบว่าไม่ใช่ปัญหาของระบบ แต่เป็นปัญหาความเข้าใจในการใช้งานระบบจึงแก้ไขปัญหาด้วยการจัดทำคู่มือการจัดทำชุดข้อสอบและการเลือกข้อคำถามแบบสุ่ม พร้อมทั้งจัดฝึกอบรมให้แก่อาจารย์ผู้สอน (คู่มือการใช้งานระบบ e-Learning https://www.thonburi-u.ac.th/cc/Doc/e-LearningV4.pdf และสามารถเข้าเรียนรู้จากระบบ e-Learning ได้ที่ https://bbal.thonburi-u.ac.th/course/view.php?id=90) ปัจจุบันไม่พบปัญหาคอขวดจากการเลือกข้อคำถาม และนับตั้งแต่ช่วงการระบาดใหญ่ของการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 จนถึงปัจจุบัน มหาวิทยาลัยธนบุรียังใช้ระบบ e-Learning ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้อย่างต่อเนื่อง

ส่วนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ

จากการวิจัย พบว่าการวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่เกิดจากการเข้าเรียนของกลุ่มตัวอย่างตลอดกระบวนการ แสดงให้เห็นถึงความถี่ในการเข้าทำกิจกรรม แสดงให้เห็นระยะเวลาที่ใช้ในการดูเนื้อหา ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างกิจกรรม การทำซ้ำของกิจกรรม กรณีตัวอย่าง เช่น จากรูปที่ 4.55 กลุ่มตัวอย่าง Login เข้าสู่ระบบจำนวน 247 คน ผลปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่าง ได้คลิก C6.1 เข้าสู่หน้าแสดงผลวิดิโอหัวข้อ Excel Part 8 จำนวน 55 คน ระบบได้บันทึกข้อมูลพฤติกรรมเป็นเริ่มต้นเข้าสู่บทเรียนแต่วิดิโอยังไม่เริ่มเล่น เมื่อกลุ่มตัวอย่างคลิก C6.2 Play Video ระบบเริ่มบันทึกพฤติกรรมเป็น ดูวิดิโอ ซึ่งเป็นกิจกรรมแสดงให้เห็นถึงการเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอที่เกิดขึ้น

จริง พบว่ามีเพียง 48 คน คิดเป็นร้อยละ 19.4 ที่มีการคลิกกิจกรรม C6.2 ส่วนอีก 7 คน คิดเป็นร้อยละ 2.8 หลังจากคลิก C6.1 หน้าแสดงวิดิโอ กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมเปิดหน้าแสดงวิดิโอทิ้งไว้โดยไม่ทำกิจกรรมใด ๆ จะเห็นว่าความถี่ของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าทำกิจกรรม Play Video, Pause Video และ Seeking Video ภายในวิดิโอ ๆ ต่ำมาก และจากรูปที่ 4.54 แสดงให้เห็นถึงระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการดูวิดิโอ Excel Part 8 มีความยาวของวิดิโอ 38.45 นาที พบว่ากลุ่มตัวอย่างใช้ระยะเวลารวมในการเข้าดูวิดิโอ 44.17 นาที (โดยผู้วิจัยได้นำระยะเวลาที่อยู่ในกิจกรรม C6.2 ถึง C6.5 และระยะเวลาระหว่างกิจกรรม C6.2⟶C6.3, C6.3⟶C6.2, C6.2⟶C6.4, C6.4⟶C6.2, C6.4⟶C6.3, C6.2⟶C6.5 ระยะเวลาทำซ้ำใน C6.2, C6.3 และ C6.4 มารวมกันเป็นระยะเวลารวมในการดูวิดิโอ) เป็นการใช้เวลาเข้าดูวิดิโอที่นานกว่าความยาวของวิดิโอ

ผลของ Process Map พฤติกรรมการเข้าทำแบบฝึกหัด พบว่ามีกิจกรรมเชิงลึกเพิ่มเติมจากรูปที่ 4.11 คือ แสดงให้เห็นถึงการเข้าทำกิจกรรมแบบฝึกหัดรายข้อ โดยมีสถานะ A1.1 : Submitted, A1.2 : Modified, A1.3 : New และ A1.4 : Complete สามารถแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่างได้อย่างชัดเจน ลงลึกถึงพฤติกรรมการทำแบบฝึกหัดในแต่ละข้อ ซึ่งในตารางบันทึกเหตุการณ์ el_logstore_standard ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมเชิงลึกในส่วนนี้ ส่วนกระบวนการของพฤติกรรมการเข้าทำแบบฝึกหัดที่ค้นพบเป็นไปตามที่อธิบายไว้ใต้รูปที่ 4.58 และรูปที่ 4.59

จากรูปที่ 4.65 Process Map นำเสนอ Absolute frequency และ Case frequency กระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ กรณีตัวอย่างข้อสอบในชุดที่ 980 ข้อคำถามเลขที่ 3988144 พบว่าการวิเคราะห์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ แสดงให้เห็นพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่างในมุมมองความถี่ของการเข้าทำแบบทดสอบในแต่ละข้อ ทราบถึงความสัมพันธ์ หรือความเชื่อมโยงของกิจกรรมการเข้าทำแบบทดสอบ ดังอธิบายใต้รูปที่ 4.65 กระบวนการที่ค้นพบเป็นกระบวนการที่ได้จากพฤติกรรมจริงของการคลิกใช้งานในระบบ e-Learning ของกลุ่มตัวอย่าง แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมลงลึกถึงการทำแบบทดสอบรายข้อคำถาม ในชุดข้อสอบของรายวิชานั้น ในที่นี้หมายถึง ในหนึ่งวิชาอาจารย์ผู้สอนสามารถสร้างคลังข้อสอบสำหรับจัดเก็บข้อคำถามแบ่งตามบทเรียนหรือตามความยากง่ายของข้อคำถาม หลังจากได้คลังข้อสอบแล้ว อาจารย์ผู้สอนสามารถสร้างชุดข้อสอบที่ต้องการวัดผล และตามด้วยเลือกข้อคำถามจากคลังข้อสอบที่เตรียมไว้มาแสดงในชุดข้อสอบที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถทำได้ทั้งแบบสุ่มเลือกข้อคำถาม หรือเลือกข้อคำถามแบบเจาะจงข้อ จากการศึกษาพฤติกรรม และกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ รูปที่ 4.13 ตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 พบว่าสามารถแสดงให้เห็นเพียงพฤติกรรมนักศึกษาคลิกเข้าทำแบบทดสอบ แต่ยังไม่สามารถแสดงให้เห็นว่านักศึกษาเข้าทำแบบทดสอบชุดใด และทำข้อสอบข้อใดในชุดข้อสอบนั้น ๆ มีพฤติกรรมเชิงลึกในการทำข้อสอบอย่างไร เมื่อผู้วิจัยได้ศึกษา และทดลองรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ ดังตารางที่ 4.11 และทำการถ่ายโอนข้อมูลบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการทำแบบทดสอบดังรูปที่ 4.38 ทำให้สามารถ

ค้นหากระบวนการของพฤติกรรมการเข้าทำแบบทดสอบลงลึกถึงระดับรายข้อคำถาม ดังอธิบายใต้รูปที่ 4.64

ดังนั้นวิธีการสร้างข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ในงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อค้นหากระบวนการเชิงลึกของกระบวนการเข้าเรียนรู้แบบ Online ผ่านระบบ e-Learning ได้ทั้งการค้นหากระบวนการเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอ กระบวนการเข้าทำแบบฝึกหัด และกระบวนการเข้าทำแบบทดสอบ ส่งผลดีต่อการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ Online ทำให้อาจารย์ผู้สอนทราบพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากกระบวนการที่ค้นพบ อาจารย์ผู้สอนสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับนโยบายการจัดการเรียนการสอน ปรับเงื่อนไขการเรียนรู้ หรือกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการยอมรับการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (Chang et al., 2018) ซึ่งการรับรู้เป้าหมายการเรียนรู้ มีบทบาทสำคัญที่ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความพยายามในการเรียนรู้แบบ Online และการจัดการเรียนการสอนต้องมีการควบคุมการเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning ไม่ปล่อยให้ผู้เรียน เรียนรู้อย่างอิสระมากจนเกินไป (Sun et al., 2022)

ส่วนที่ 5 การเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผ่านระบบ e-Learning

จากการวิจัย พบว่าความผันแปรในความถี่ของพฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลคะแนนสอบรวมตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป มีความแตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่มีความต่อเนื่องในการเรียนรู้ด้วยตนเองมักสอบได้คะแนนสูงกว่าผู้เรียนที่เข้าเรียนอย่างไม่ต่อเนื่อง สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง Behavior Analysis of Students in Video Classes ของ Genivan et al. (2020) ดังนั้นผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ผ่านระบบ e-Learning ระหว่างนักศึกษาที่สอบได้คะแนนรวม ร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักศึกษาที่สอบได้คะแนนต่ำกว่า ร้อยละ 70 ด้วยอัลกอริทึม Dotted Chart มีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ที่แสดงผลด้วยกราฟแบบ Spectrogram และผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเข้าเรียน ระยะเวลาในการเข้าเรียน และผลการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบ e-Learning มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 และวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณพิจารณารายด้าน พบว่า ความถี่ในการเข้าเรียน (Beta = 0.537) มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบ e-Learning อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เพื่อปรับนโยบายการเรียนรู้ หรือกำหนดเงื่อนไขการเรียนรู้ในระบบ e-Learning อาจารย์ผู้สอนควรเน้นความต้องการในการเรียนรู้ผ่านสื่อวิดิโอหรือสื่อการสอนอื่นที่เหมาะสม เช่น หัวข้อการเรียนรู้แต่ละบทเรียน แบบฝึกหัดที่ผู้เรียนจะส่ง หรือแบบทดสอบที่ผู้เรียนต้องสอบ ระบบจะต้องตรวจสอบก่อนว่าผู้เรียนได้เรียนรู้สื่อการสอนตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ เพื่อปลูกฝังการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยปล่อยให้ระบบเป็นตัวขับเคลื่อน และส่งเสริมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้เน้นเสนอแนวคิดในการรวมข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ การวิเคราะห์พฤติกรรมการดูวิดิโอของนักศึกษาในระหว่างนักศึกษาที่เข้าร่วมในการทดลองเรียนรู้ผ่านระบบ e-Learning จากระบบที่เปิดใช้งานจริง แต่การวิจัยนี้ก็มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น การตรวจสอบและวิเคราะห์พฤติกรรมของนักศึกษาขณะดูวิดิโอบนแพลตฟอร์มออนไลน์ไม่ใช่วิธีเดียว และไม่ใช่วิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ในการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษา ตัวชี้วัดและองค์ประกอบอื่น ๆ อีกมากมายที่ควรนำมาประเมินและตรวจสอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้ การจัดการเรียนการสอน การออกแบบหลักสูตร และการพัฒนาบริหารจัดการในสถาบันการศึกษา

ในงานวิจัยนี้ มีการใช้เทคนิคเหมืองกระบวนการ ในการค้นหากระบวนการ จำนวน 2 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคขั้นตอนวิธี Fuzzy Miner และแผนภูมิจุด (Dotted Chart) ซึ่งชุดข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ที่ผ่านกระบวนการรวบรวมจากงานวิจัยนี้ ยังสามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเหมืองกระบวนการได้อีกหลายเทคนิค Algorithm เช่น Alpha Miner, Heuristic Miner, Social Network Analysis และ Association Rule Mining ซึ่งแต่ละเทคนิคมีวัตถุประสงค์ในการค้นหากระบวนการและความสัมพันธ์ของกิจกรรมคล้ายกัน

กลุ่มตัวที่ใช้ในการทดลอง เป็นการทดลองเพียง 1 รายวิชา ที่มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียน จำนวน 247 คน ซึ่งเป็นข้อจำกัดด้านจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ในอนาคตควรต้องมีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้น ไม่จำกัดเพียงหนึ่งรายวิชา และมีความหลากหลายของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

ในการวิจัยเพิ่มเติม ผู้วิจัยได้วางแผนที่จะค้นหาและตรวจสอบพฤติกรรมการเข้าดูสื่อวิดิโอของนักศึกษา ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการที่มีความแตกต่างกัน ทั้งสถานที่ รายวิชา/ตามสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อปรับปรุงวิธีการ และความแม่นยำของผลลัพธ์

บรรณานุกรม

จริยาภรณ์ เจริญชีพ. (2566, กุมภาพันธ์ 21). *อริสโตเติล : บิดาแห่งการพัฒนาการการเรียนรู้ของมนุษย์*. Bsru.Net. https://bsru.net/อริสโตเติล-บิดาแห่งการ/

ณฐภัทร ติณเวส, และ ฐาปนีย์ ธรรมเมธา. (2556). การศึกษารูปแบบการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ของอุดมศึกษาไทย. *Veridian E-Journal, Silpakorn University, 9*(3), 1463-1479.

ธนพรรณ ทรัพย์ธนาดล. (2554). ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนบทเรียนออนไลน์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. *Veridian E-Journal SU, 4*(1), 652–666.

บุญญลักษม์ ตำนานจิตร. (2565). การจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนออนไลน์ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ โดยใช้การเรียนรู้ผ่านการเล่าเรื่องด้วยสื่อดิจิทัล. *พัฒนาเทคนิคศึกษา, 34*(123), 3–12.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 7). สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ภูริเดช อาภาสัตย์, และ นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์. (2562). Analysis of teaching contents materials using process mining techniques. *Engineering Journal of Siam University, 20*(1), 54–59.

ภูริเดช อาภาสัตย์, นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์, และ วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์. (2562). Using Process mining for discovery working together of students in a classroom. *Science and Technology RMUTT Journal, 19*(1), 91–100

เมทินี ทนงกิจ, และ สุนทรี สกุลพราหมณ์. (2565, ธันวาคม). การประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ ศรีนครินทรวิโรฒ, 23*(2), 262-279.

วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์. (2556). Process mining. *Engineering Journal of Siam University, 16*(1), 1–9.

สถิรา มะลาสิน, และ ประสพชัย พสุนนท์. (2564). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อต่างประเทศของนักเรียนไทยในสาขาวิชาด้านอุตสาหกรรมการบริการและการท่องเที่ยว. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, *9*(1), 206-214.

อิสริยา เลาหตีรานนท์. (2553, พฤษภาคม 21). *อีเลิร์นนิง*. สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. http://legacy.orst.go.th/?knowledges=อีเลิร์นนิง-๒๑-พฤษภาคม-๒๕๕๓

Almaiah, M. A., & Alyoussef, I. Y. (2019). Analysis of the effect of course design, Course content support, Course Assessment and Instructor Characteristics on the Actual Use of E-Learning System. *IEEE Access, 7*, 171907–171922. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2956349

Ayadat, T., Khasawneh, M. A., Chowdhury, S. R., Nayeemuddin, M., Ahmed, D., & Asiz, A. (2021). Effects of students' home environment, tools, and technology used on online learning experience in a civil engineering program. *International Journal of Information and Education Technology, 11*(8), 356–367. https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.8.1535

Bemthuis, R., Govers, R., & Lazarova-Molnar, S. (2023). *Using process mining for face validity assessment in agent-based simulation models: An exploratory case study. lecture notes in computer science (Including subseries lecture notes in artificial intelligence and lecture notes in bioinformatics),* 14353 LNCS, 311–326. https://doi.org/10.1007/978-3-031-46846-9_17

Boonsit, P., Kijtorntham, W., & Supparerkchaisakul, N. (2020). Development of self-directed learning in English among of Thai undergraduate students for the free flow of skilled labor in the ASEAN community 1. *Development of Self-Directed Learning in English, 26*(1), 123–137.

Buijs, J. C. A. M., Van Dongen, B. F., & Van Der Aalst, W. M. P. (2014). Quality dimensions in process discovery: The importance of fitness, precision, generalization and simplicity. *International Journal of Cooperative Information Systems, 23*(1). https://doi.org/10.1142/S0218843014400012

Cambiaghi, M., & Sacchetti, B. (2015). Ivan Petrovich Pavlov (1849–1936). *Journal of Neurology, 262*(6), 1599–1600. https://doi.org/10.1007/s00415-015-7743-2

Chang, C.-C., Liang, C., Chou, P.-N., & Liao, Y.-M. (2018). Using e-portfolio for learning goal setting to facilitate self-regulated learning of high school students. *Behaviour & Information Technology, 37*(12), 1237–1251. https://doi.org/10.1080/0144929X.2018.1496275

Chansanam, W., Tuamsuk, K., Poonpon, K., & Ngootip, T. (2021). Development of online learning platform for thai university students. *International Journal of Information and Education Technology, 11*(8), 348–355. https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.8.1534

Costa, E., Costa, C., & Santos, M. Y. (2019). Evaluating partitioning and bucketing strategies for Hive-based Big Data Warehousing systems. *Journal of Big Data, 6*(1), 34. https://doi.org/10.1186/s40537-019-0196-1

Daradoumis, T., Bassi, R., Xhafa, F., & Caballé, S. (2013). A review on massive e-learning (MOOC) design, delivery and assessment. In *Proceedings - 2013 8th International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, 3PGCIC 2013*, (pp. 208–213). https://doi.org/10. 1109/3PGCIC.2013.37

Dwivedi, A., Dwivedi, P., Bobek, S., & Sternad Zabukovšek, S. (2019). Factors affecting students' engagement with online content in blended learning. *Kybernetes, 48*(7), 1500–1515. https://doi.org/10.1108/K-10-2018-0559

Fluxicon BV. (2022a, December). *Data requirements*. Fluxicon BV. https://fluxicon.com/book/read/dataext/

Fluxicon BV. (2022b, December). *Filtering*. Fluxicon BV. https://fluxicon.com/book/read/filtering/

Geng, L., Zheng, Q., Zhong, X., & Li, L. (2020). Longitudinal Relations Between Students' Engagement and Their Perceived Relationships with Teachers and Peers in a Chinese Secondary School. *The Asia-Pacific Education Researcher, 29*(2), 171–181. https://doi.org/10.1007/s40299-019-00463-3

Genivan, F., Thiago, S., Da, R., Alan, S., Santana, O., & Aranha, E. (2020). Behavior analysis of students in video classes. In *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE),* (pp. 1–8).

Google. (2023, December). *Gmail sending limits in Google Workspace.* Google. https://support.google.com/a/answer/166852?sjid=961725231474240211-AP

Gopal, R., Singh, V., & Aggarwal, A. (2021). Impact of online classes on the satisfaction and performance of students during the pandemic period of COVID 19*. Education and Information Technologies, 26*(6), 6923–6947. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10523-1

Gorgodze, S., Macharashvili, L., & Kamladze, A. (2019). Learning for earning: Student Expectations and Perceptions of University. *International Education Studies, 13*(1), 42. https://doi.org/10.5539/ies.v13n1p42

Gray, J. A., & Diloreto, M. (2016). The effects of student engagement, Student satisfaction, and perceived learning in online learning environments. *NCPEA International Journal of Educational Leadership Preparation, 11*(1).

Günther, C. W., & Van Der Aalst, W. M. P. (2007). Fuzzy mining – adaptive process simplification based on multi-perspective metrics. In G. Alonso, P. Dadam, & M. Rosemann (Eds.), *Business Process Management* (pp. 328–343). Springer Berlin Heidelberg.

Guo, Q., Wu, J., Yue, C., & Xie, L. (2019). Correlation between Power Line Harmonic Radiation and Magnetospheric Line Radiation over China. *IEEE Access, 7,* 146857–146865. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2946099

Hein, J., Daumiller, M., Janke, S., Dresel, M., & Dickhäuser, O. (2019). How learning time mediates the impact of university Scholars' learning goals on professional learning in research and teaching. *Learning and Individual Differences, 72*, 15–25. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.04.002

Huser, V. (2012). Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. *Journal of Biomedical Informatics, 45*(5), 1018–1019. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2012. 06.007

Jeong, K. O. (2017). The use of moodle to enrich flipped learning for english as a foreign language education. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 95*(18), 4845–4852. www.jatit.org

Karatas, K., & Arpaci, I. (2021). The role of self-directed learning, metacognition, and 21st century skills predicting the readiness for online learning. *Contemporary Educational Technology, 13*(3). https://doi.org/10.30935/cedtech/10786

Maqableh, M., Jaradat, M., & Azzam, A. (2021). Exploring the determinants of students' academic performance at university level: The mediating role of internet usage continuance intention. *Education and Information Technologies, 26*(4), 4003–4025. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10453-y

Mertens, K., Bernerstätter, R., & Biedermann, H. (2020). Value stream mapping and process mining: A lean method supported by data analytics. In *Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics*, (pp. 119–126). https://doi.org/10.15488/9653

Moodle Pty Ltd. (2013, July 25). *Quiz statistics calculations*. Moodle Pty Ltd. https://docs.moodle.org/dev/Quiz_statistics_calculations

Moodle Pty Ltd. (2020a, June 24). *Logs of course activity*. Moodle Pty Ltd. https://docs.moodle.org/311/en/Logs

Moodle Pty Ltd. (2020, July 22). *Quiz statistics report.* Moodle Pty Ltd. https://docs.moodle.org/311/en/Quiz_statistics_report

Moodle Pty Ltd. (2020b, November 18). *Using course completion.* Moodle Pty Ltd. https://docs.moodle.org/311/en/Using_Course_completion

Mukala, P., Buijs, J., Leemans, M., & Van Der Aalst, W. (2015). *Exploring Students' Learning Behaviour in MOOCs using Process Mining Techniques. BPM Report*, 179–196.

Nammakhunt, A., Porouhan, P., & Premchaiswadi, W. (2023). Creating and collecting e-learning event logs to analyze learning behavior of students through process mining. *International Journal of Information and Education Technology, 13*(2), 211–222. https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.2.1798

Nammakhunt, A., Romsaiyud, W., Porouhan, P., & Premchaiswadi, W. (2012). Process mining: Converting data from MS-Access Database to MXML format. In *2012 Tenth International Conference on ICT and Knowledge Engineering*, (pp. 205–212). https://doi.org/10.1109/ICTKE. 2012.6408557

Nammakhunt, A., & Sooksai, T. (2019). Integrating situation-based and simulation-based approaches for teaching computer network design by the process mining technique: fuzzy model article history. *PSAKU International Journal of Interdisciplinary Research, 8*(1). https://ssrn.com/abstract=3398121

Oracle. (2022). *Using triggers*. Mysql.Com. https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/triggers.html

Ouajdouni, A., Chafik, K., & Boubker, O. (2022). Evaluation of e-learning system during the Covid-19 Pandemic in Morocco: A partial least squares modeling approach. *International Journal of Information and Education Technology, 12*(6), 492–499. https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.6.1646

Phakham, P., Intrasingh, S., & Assapaporn, N. (2021). Guidelines digital competence enhancement for undergraduate students of faculty of education, Chiang Mai University, In Education 4.0 Era. *Journal of Graduate Research, 12*(2), 119–131.

Pintar, D., Begušić, D., Škopljanac-Mačina, F., & Vranić, M. (2018). Automatic extraction of learning concepts from exam query repositories. *Journal of Communications Software and Systems, 14*(4), 312–319. https://doi.org/10.24138/jcomss.v14i4.605

Puriwat, W., & Tripopsakul, S. (2021). The impact of e-learning quality on student satisfaction and continuance usage intentions during covid-19*. International Journal of Information and Education Technology, 11*(8), 368–374. https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.8.1536

Ramires, F. da S. (2020). *Process mining and lean six sigma: A blended approach to improve the purchasing process of a hospital*.

Ratnarathon, A. (2020). Coronavirus infectious disease-2019 (COVID-19) : a case report, the first patient in Thailand and outside China. *Journal of Bamrasnaradura Infectious Diseases Institute, 14*(2), 116–139.

Rozinat, A. (2010). *ProM tips-which mining algorithm should you use.* Fluxicon.Com.

Rozinat, A. (2022, March 17). *Lean six sigma and process mining*. Fluxicon.Com.

Santos, M. Y., Martinho, B., & Costa, C. (2017). Modelling and implementing big data warehouses for decision support. *Journal of Management Analytics, 4*(2), 111–129. https://doi.org/10.1080/ 23270012.2017.1304292

Silva, F. G., Silva, T. R. da, Santana, A. de O., & Aranha, E. (2020). Behavior analysis of students in video classes. In *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE),* (pp. 1–8). https://doi.org/10. 1109/FIE44824.2020.9274274

Sun, W., Hong, J.-C., Dong, Y., Huang, Y., & Fu, Q. (2023). Self-directed learning predicts online learning engagement in Higher Education Mediated by Perceived Value of Knowing Learning Goals. *The Asia-Pacific Education Researcher, 32*(3), 307–316. https://doi.org/10. 1007/s40299-022-00653-6

Tirtanawati, M. R., & Prastiwi, C. H. W. (2022). Evaluation of LMS moodle use in english literature classes. *Ideas: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Budaya, 8*(1), 311. https://doi.org/10.32884/ ideas.v8i1.569

Tumnanchit, B. (2022). The Instruction with Online Lessons Combined with Cooperative Learning by Using Learning Through Digital Storytelling. *พัฒนาเทคนิคศึกษา, 34*(123), 3–12.

Van Der Aalst, W. (2016). *Process mining* (2nd ed.). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/ 10.1007/978-3-662-49851-4

Van Der Aalst, W. M. P. (2001). Exterminating the dynamic change bug: A concrete approach to support workflow change. *Information Systems Frontiers, 3*(3), 297–317. https://doi.org/ 10.1023/A:1011409408711

Van Der Aalst, W. M. P. (2005). Business alignment: Using process mining as a tool for Delta analysis and conformance testing. *Requirements Engineering, 10*(3), 198–211. https://doi.org/10.1007/s00766-005-0001-x

Van Der Aalst, W. M. P. (2011). Process mining: Discovering and improving Spaghetti and Lasagna processes. In *2011 IEEE Symposium on Computational Intelligence and Data Mining (CIDM),* (pp. 1–7). https://doi.org/10.1109/CIDM.2011.6129461

Van Der Aalst, W. M. P. (2011). *Process mining.* Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19345-3

Van Der Aalst, W. M. P. (2011, April 11). Process mining: Discovering and Improving Spaghetti and Lasagna Processes. In *2011 IEEE Symposium on Computational Intelligence and Data Mining (CIDM).*

Viriyasittharod, K., & Piromsombat, C. (2022). Development of online courses for enhancing coding abilities with microlearning for student teachers. *Journal of Educational Measurement, 39*(106), 38–49.

Weijters, A. J. M. M., Van Der Aalst, W., & Rozinat, A. (2007). Process Mining with ProM. In *Conference: Proceedings of the 19th Belgium-Netherlands Conference on Artificial Intelligence (BNAIC 2007).* www.processmining.org.

Xu, H., Pang, J., Zhang, W., Li, X., Li, M., & Zhao, D. (2021). Predicting recurrence for patients with ischemic cerebrovascular events based on process discovery and transfer learning. IEEE *Journal of Biomedical and Health Informatics, 25*(7), 2445–2453. https://doi.org/10.1109/JBHI.2021.3065427

Yajuan, C. (2021). Self-efficacy for self-regulated learning and chinese students' intention to use online learning in covid-19: A moderated mediation model. *International Journal of Information and Education Technology, 11*(11), 532–537. https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.11.1561

Zhu, M. (2021). Enhancing MOOC learners' skills for self-directed learning. *Distance Education, 42*(3), 441–460. https://doi.org/10.1080/01587919.2021.1956302

ภาคผนวก ก

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายเอนก นามขันธ์
วันเดือนปีเกิด	18 มกราคม พ.ศ. 2521
วุฒิการศึกษา (ตั้งแต่ป.ตรีขึ้นไป)	- ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยธนบุรี บริหารธุรกิจบัณฑิต (บธ.บ) สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ, 2543 - ปริญญาโท มหาวิทยาลัยสยาม วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ, 2556
ทุนการศึกษา	มหาวิทยาลัยธนบุรี
ประวัติการทำงาน	หัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์และสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธนบุรี (2548 – ปัจจุบัน) อาจารย์ประจำคณะบริหารธุรกิจ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี (2556 – ปัจจุบัน) เจ้าหน้าที่ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และผู้ช่วยสอน สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี (2546 – 2547) โปรแกรมเมอร์ บริษัท Extreme Systems (2543 - 2545)
ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน	หัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์และสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธนบุรี