การใช้เหมืองกระบวนการตรวจสอบความสอดคล้องกระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียน

Applying Process Mining to Conformance checking Process of learning in Classroom

ภูริเดช อาภาสัตย์[1], สุนิพันธ์ ศรีสุพจนานนท์[2], ธนวัฒน์ จัตุรงค์พัฒนา[3],
สงกรานต์ สีมา[4], มายาวีร์ สุภาควัฒน์[5],จินตนา อิ่มรักษา[6] และ นิวัฒน์ เตชะเกียรตินันท์[7]
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสยาม[1]
สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจดิจิทัล คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธนบุรี[2]
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม[3, 4, 5, 6, 7]
E-mail: poohridate.arp@siam.edu[1], suniphantru2017@gmail.com[2], tanawat.jat@siam.edu[3],
songkran.see@siam.edu[4], mayawee.sup@siam.edu[5], jintana.imr@siam.edu[6], niwat.tec@siam.edu[7]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอถึงการใช้เหมืองกระบวนการตรวจสอบความสอดคล้องกระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียน ของกระบวนการเรียนที่เกิดขึ้นจริงกับแบบจำลองการเรียน โดยแบ่งกลุ่มพฤติกรรมของผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพสูง และกลุ่มพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพต่ำ วิธีการดำเนินการวิจัยมีทั้งหมด 3 ขั้นตอนคือ 1. การนำเสนอรูปแบบของบันทึกเหตุการณ์ 2. เก็บข้อมูลจริงกับผู้เรียนบนระบบ 3. การตรวจสอบความสอดคล้องกันของกระบวนการบนซอฟต์แวร์ Rapid miner studio (RapidProM) โดยใช้อัลกอริทึม Alpha Miner และ Conformance checking จากผลการวิจัยพบถึงกระบวนการเรียนสำคัญที่ผู้เรียนข้ามไปมากที่สุดคือกระบวนการ “การทบทวนบทเรียน” คิดเป็นจำนวน 56.52% และค้นพบความแตกต่างของพฤติกรรมกลุ่มผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพสูงกับกลุ่มผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพต่ำ ผลลัพธ์จากแบบจำลองนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพฤติกรรมและเพิ่มประสิทธิภาพของผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพต่ำ จากข้อมูลจริงโดยอ้างอิงจากพฤติกรรมกลุ่มผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพสูง

คำสำคัญ: เหมืองกระบวนการ, บันทึกเหตุการณ์, การตรวจสอบความสอดคล้อง

Abstract

This research emphasizes on applying Process Mining for conformance checking of learning processes in a real-life learning classroom, based on the simulation of learning processes. To do this, the behavior of the learners is divided into 2 groups: High and Low-Performances groups. Methods of conducting research have all three steps: 1. Presentation of the event log format. 2. Collection of data with system 3. Analysis and Conformance checking on Rapid miner studio software (RapidProM) using Alpha Miner algorithm and Conformance checking algorithm. The results and findings of the research indicated that, the most important

learning process which was skipped by the students was the “Lesson review” process, which accounted for 56.52% of the total activities. Moreover, it discovered the difference between the high-performing learners versus the low-performing learners was discovered and visualized. Accordingly, the proposed approach in this study can be used as a guideline for behavior improvement of students and for enhancement of low-performing learners based on real data and in comparison, with behavior of the high-performing learners.

Keywords: Process Mining, Event log, Conformance checking

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอนยุคดิจิทัล ที่เปลี่ยนวิธีการเรียนรู้รูปแบบเดิม ๆ ในห้องเรียนขึ้นสู่บนระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบ E-learning หรือ MOOC (Massive Open Online Course) อีกทั้งแนวโน้มของการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาในปัจจุบันให้ความสำคัญเรื่องการจัดการเรียนการสอน ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ [1]

ในการวางแผนการสอนภายในห้องเรียน ผู้สอนสามารถควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียนได้ แต่ในระบบการเรียนการสอนออนไลน์นั้น หลาย ๆ ระบบมีความยืดยุ่นมากในกระบวนการเรียนการสอน ทำให้ผู้สอนไม่อาจจะทราบได้ว่า ผู้เรียนของตนเองกำลังเรียนหรือลงมือทำอยู่ในขั้นตอนใด

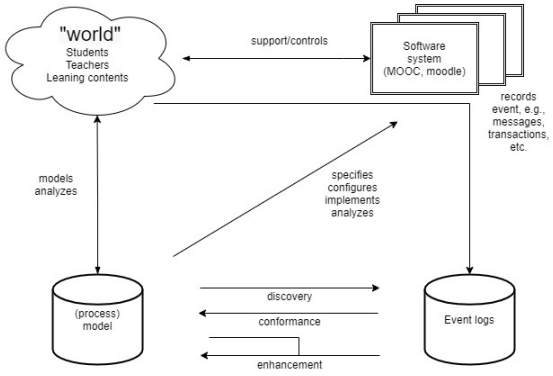
เหมืองกระบวนการเป็นเทคนิคหนึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักคือแสดงกระบวนการทำงานทางธุรกิจในรูปแบบ แบบจำลอง [2] และมี 3 ส่วนประกอบหลักคือ การค้นพบกระบวนการ (Discovery) การตรวจสอบความสอดคล้อง (Conformance checking) และการปรับปรุงให้ดีขึ้น (Enhancements) จากข้อมูลเหตุการณ์หรือการกระทำของผู้ใช้ที่ถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งเรียกว่า บันทึกเหตุการณ์ (Event log) โดยในเทคนิคเหมืองกระบวนการนั้นมีหลากหลายซอฟต์แวร์ และอัลกอริทึมให้เลือกใช้

งานวิจัยนี้จึงเสนอถึงการวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนการสอนและตรวจสอบความสอดคล้องกันของกระบวนการจริงของผู้เรียนได้เรียนบนระบบและแบบจำลองการเรียนด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยมีการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนสองกลุ่มคือ กลุ่มผู้เรียนที่มีผลการเรียนสูง และกลุ่มผู้เรียนที่มีผลการเรียนต่ำ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เหมืองกระบวนการ

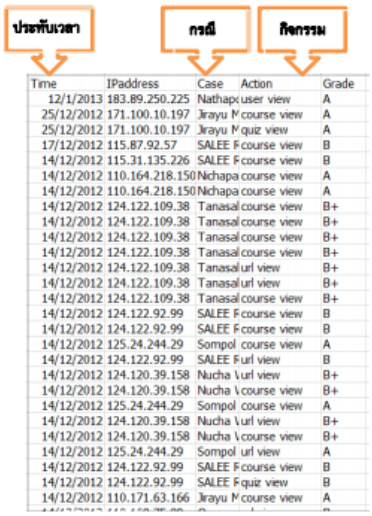
คือเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีส่วนสำคัญแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ การค้นพบกระบวนการ การตรวจสอบความสอดคล้อง และการปรับปรุงให้ดีขึ้น ดังรูปที่ 2 โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นั้น จะใช้ข้อมูล บันทึกเหตุการณ์ (Event log) ที่ผู้ใช้งานกระทำขึ้นจริงบนระบบ [3]



รูปที่ 1 Process mining model. [2]

2.2 บันทึกเหตุการณ์

บันทึกเหตุการณ์คือชุดของเหตุการณ์ที่ใช้เพื่อเป็นข้อมูลในการนำเข้า ของการใช้เทคนิคเหมืองกระบวนการ โดยเหตุการณ์นั้นจะต้องเกิดขึ้นภายในระบบอย่างอัตโนมัติ จึงจะเป็นบันทึกเหตุการณ์ที่สมบูรณ์ โดยส่วนสำคัญประกอบด้วย กรณี (Case) กิจกรรม (Activity) ทรัพยากร (Resource) และประทับเวลา (Timestamp) [4] [5] ดังนั้นจะต้องทราบถึงความต้องการของอัลกอริทึมแต่ละตัวก่อนที่จะออกแบบฐานข้อมูลเพื่อให้ได้บันทึกเหตุการณ์ที่ตรงตามความต้องการก่อนการวิเคราะห์จึงเป็นสิ่งสำคัญ



Time	IPaddress	Case	Action	Grade
12/1/2013	183.89.250.225	Nathap	user view	A
25/12/2012	171.100.10.197	Jirayu N	course view	A
25/12/2012	171.100.10.197	Jirayu N	quiz view	A
17/12/2012	115.87.92.57	SALEE F	course view	B
14/12/2012	115.31.135.226	SALEE F	course view	B
14/12/2012	110.164.218.150	Nichapa	course view	A
14/12/2012	110.164.218.150	Nichapa	course view	A
14/12/2012	124.122.109.38	Tanasal	course view	B+
14/12/2012	124.122.109.38	Tanasal	course view	B+
14/12/2012	124.122.109.38	Tanasal	course view	B+
14/12/2012	124.122.109.38	Tanasal	course view	B+
14/12/2012	124.122.109.38	Tanasal	url view	B+
14/12/2012	124.122.109.38	Tanasal	url view	B+
14/12/2012	124.122.109.38	Tanasal	course view	B+
14/12/2012	124.122.92.99	SALEE F	course view	B
14/12/2012	124.122.92.99	SALEE F	course view	B
14/12/2012	125.24.244.29	Sompol	course view	A
14/12/2012	124.122.92.99	SALEE F	url view	B
14/12/2012	124.120.39.158	Nucha V	url view	B+
14/12/2012	124.120.39.158	Nucha V	course view	B+
14/12/2012	125.24.244.29	Sompol	course view	A
14/12/2012	124.120.39.158	Nucha V	url view	B+
14/12/2012	124.120.39.158	Nucha V	course view	B+
14/12/2012	125.24.244.29	Sompol	url view	A
14/12/2012	124.122.92.99	SALEE F	course view	B
14/12/2012	124.122.92.99	SALEE F	quiz view	B
14/12/2012	110.171.63.166	Jirayu N	course view	A

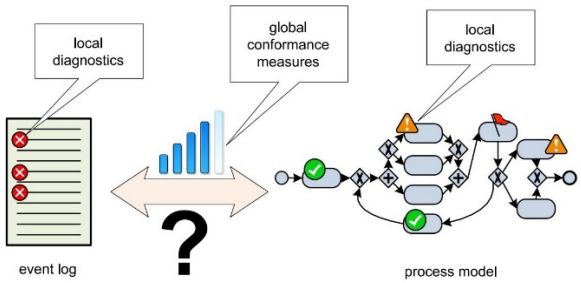
รูปที่ 2 ตัวอย่างบันทึกเหตุการณ์ [5]

2.3 Alpha Miner

α-Algorithm เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการทำเหมืองกระบวนการซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่จัดอยู่ในประเภทการค้นพบ (Discovery) ในเหมืองกระบวนการ โดยสร้างโครงสร้างการทำงานจากบันทึกเหตุการณ์จริง โดยเป็นโครงสร้างหลักที่เป็นแบบ Petri Nets ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ไม่มีความซ้ำซ้อนของงาน โดยพื้นฐานของ Alpha Miner จะเป็นการนำเสนอการจัดการกับการดำเนินงานที่ซ้ำซ้อนด้วยการสร้างต้นแบบการทำงาน

2.4 Conformance checking

การตรวจสอบความสอดคล้อง และความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงที่บันทึกไว้กับกิจกรรมในรูปแบบกระบวนการมาตรฐานทั้งสองอย่างมาทำการเปรียบเทียบกัน เป้าหมายคือการค้นหาความสอดคล้อง และความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมของแบบจำลองกับพฤติกรรมที่สังเกตได้ การตรวจสอบความสอดคล้องมีความเกี่ยวข้องกับการจัดตำแหน่งและการตรวจสอบทางธุรกิจ ตัวอย่างเช่นการบันทึกเหตุการณ์ของธุรกิจจากขั้นตอนแรกของกระบวนจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการหลายๆ เหตุการณ์มาตรวจสอบ เพื่อหาการเบี่ยงเบนที่ไม่พึงประสงค์ซึ่งมีข้อบ่งชี้ว่ามีพฤติกรรมในการทุจริตหรือไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้องในการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมเพื่อการค้นหากระบวนการและซ่อมแซมแบบจำลองที่ไม่สอดคล้องกันกับความเป็นจริง



รูปที่ 3 การตรวจสอบความสอดคล้อง [8]

2.5 RapidProM

RapidProM เป็นส่วนเสริมของซอฟต์แวร์ Rapid Miner Studio ซึ่งร่วมเอาอัลกอริทึมที่ดีที่สุดของซอฟต์แวร์ ProM ไว้ [6] จุดเด่นสำคัญของ ส่วนเสริม RapidProM คือสามารถสร้าง Workflow ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ ซึ่งในการค้นพบกระบวนการที่ซับซ้อน ส่วนเสริม RaipidProM จะสร้างแบบจำลองและดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและใช้งานง่าย และสามารถผสมผสานกับอัลกิริทึมอื่นของ Data mining ในการวิเคราะห์ได้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยการใช้เหมืองกระบวนการตรวจสอบความสอดคล้องกระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียน มีทั้งหมด 3 ขั้นตอนคือ 1. การนำเสนอรูปแบบของบันทึกเหตุการณ์ 2. เก็บข้อมูลจริงกับผู้เรียนบนระบบ 3. การตรวจสอบความสอดคล้องกันของกระบวนการบนซอฟต์แวร์ Rapid miner studio ฟังก์ชัน RapidProM โดยใช้อัลกอริทึม Alpha Miner และ Conformance checking

3.1 การนำเสนอรูปแบบของบันทึกเหตุการณ์

รูปแบบของบันทึกเหตุการณ์ในการวิเคราะห์กระบวนการตรวจสอบความสอดคล้องกระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียนต้องใช้บันทึกเหตุการณ์ทั้งหมด 2 รูปแบบ คือ 1. บันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมจริงของผู้เรียน (ตารางที่ 1) 2. บันทึกเหตุการณ์ที่จำลองการเรียนของผู้เรียนหรือบันทึกเหตุการณ์เก่าของระบบ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 รูปแบบของบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมจริงของผู้เรียน

Data formats	Description	Example data
Case ID	รหัสประจำตัวผู้เรียน	30
Activity	หน้าที่ผู้เรียนอ่าน	Learning page1
Activity	บทเรียนที่อ่าน	Lesson 1
Timestamps	เวลาที่ผู้เรียนใช้อ่าน	28.01.2018 08:30:26
Resources	ผลการเรียนของผู้เรียน	D+
Other	แบ่งกลุ่มผลการเรียนของผู้เรียน	Low- Performances

ตารางที่ 2 รูปแบบของบันทึกเหตุการณ์ที่จำลองการเรียนของผู้เรียน

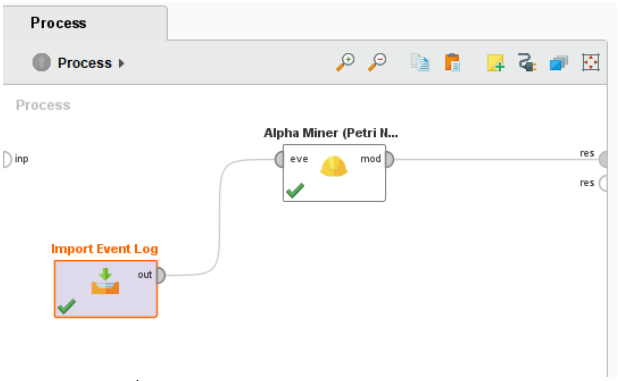
Data formats	Description	Example data
Case ID	รหัสประจำตัวผู้เรียน	30
Activity	หน้าที่ผู้เรียนอ่าน	Learning page1

3.2 เก็บข้อมูลจริงกับผู้เรียนบนระบบ

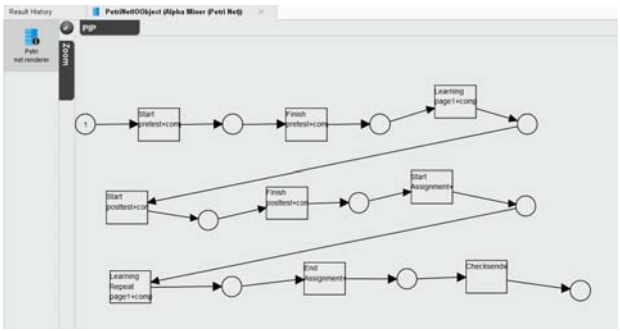
ในการวิจัยนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลพฤติกรรมในการเรียนคือ วิชา “การเขียนและพัฒนาโปรแกรมบนเว็บ” ทั้งหมด 7 บทเรียน มีเนื้อหารวมกันทั้งสิ้น 260 หน้า กับผู้เรียนทั้งหมด 23 คน โดยแบ่งกลุ่มของผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ ผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพสูง และผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพต่ำ จากผลการศึกษารายวิชาดังกล่าวและมีกระบวนการสอนดังนี้ 1. ทำ Pre-test 2. เข้าสู่บทเรียน 3. ทำ Post-test 4. ทำงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน 5. ทบทวนบทเรียน 6. ตรวจสอบการส่งงาน

3.3 การตรวจสอบความสอดคล้องกันของกระบวนการบนซอฟต์แวร์ Rapid miner studio ฟังก์ชัน RapidProM โดยใช้อัลกอริทึม Alpha Miner และ Conformance checking

เมื่อเก็บข้อมูลพฤติกรรมผู้เรียนตามรูปแบบบันทึกเหตุการณ์จริงบนระบบ เรียบร้อยแล้ว ใช้ซอฟต์แวร์ Rapid miner Studio (RapidProM) โดยขั้นตอนแรกในการวิเคราะห์โดยใช้ฟังก์ชัน Import Event log ในการนำเข้าบันทึกเหตุการณ์ที่จำลองการเรียนของผู้เรียน (รูปแบบดังตารางที่ 2) และใช้อัลกอริทึม Alpha miner (รูปที่ 4) ในการค้นพบเส้นทางกระบวนการที่ได้กำหนดไว้จะถูกแสดงดังรูปที่ 5

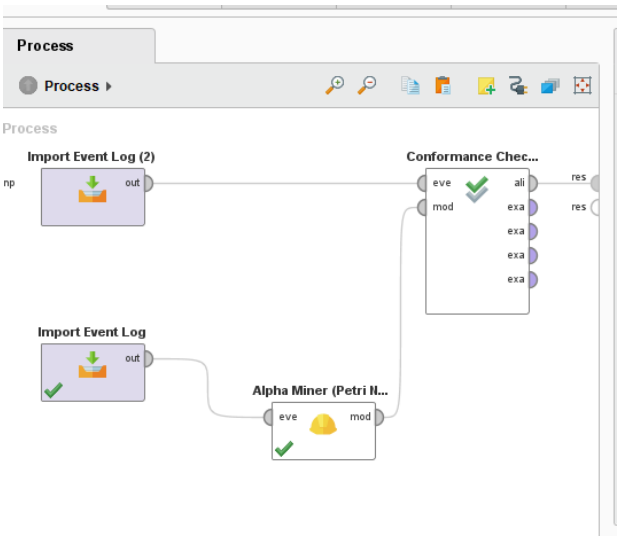


รูปที่ 4 การใช้งาน Alpha miner (Petri net)



รูปที่ 5 Alpha miner จำลองการเรียนของผู้เรียน

จากนั้นขั้นตอนที่สอง นำเข้าบันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมจริงของผู้เรียน (รูปแบบดังตารางที่ 1) โดยใช้ฟังก์ชัน Import Event log ในการนำเข้าข้อมูล จากนั้นใช้อัลกอริทึม Conformance Checking ในการนำเข้า บันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมจริงของผู้เรียน และ ผลลัพธ์จากอัลกอริทึม Alpha miner จำลองการเรียนของผู้เรียน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 การใช้งาน Conformance checking

4. ผลการวิจัย

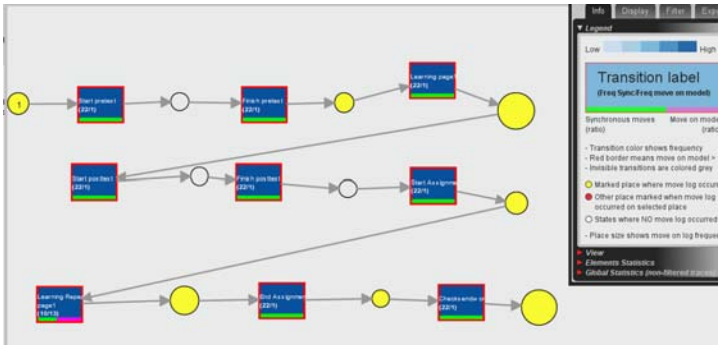
จากแบบจำลองกระบวนการหลังการวิเคราะห์ด้วยอัลกอริทึม Conformance Checking แสดงให้เห็นว่ากระบวนการการเรียนของผู้เรียนที่มีการใช้งานน้อยที่สุดคือกระบวนการ “การทบทวนบทเรียน” ถึง “10/13” (รูปที่ 7) ซึ่งหมายถึงมีผู้เรียนทบทวนบทเรียนเพียง 10 คน (43.48 %) และมีผู้เรียนที่ไม่ทบทวนบทเรียนจำนวน 13 คน (56.52 %) และในมุมมองของ Conformance Checking ส่วนของการไหลของกระบวนการหลังตรวจสอบความสอดคล้องรายบุคคลนั้นพบว่า ผู้เรียนมีพฤติกรรมหลักทั้งหมด 4 แบบ (รูปที่ 8) ดังนี้

1. ผู้เรียนในกลุ่ม ผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพสูง รูปแบบที่ 1 มีพฤติกรรมการเรียนตรงตามแบบจำลองที่ได้วางแผนการสอนไว้ แต่พบว่ามีการข้ามการทบทวนไปเพราะผู้เรียนมีความรู้ในบทเรียนนั้นเพียงพอแล้ว

2. ผู้เรียนในกลุ่ม ผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพสูง รูปแบบที่ 2 มีพฤติกรรมการเรียนตรงตามแบบจำลองที่ได้วางแผนการสอนไว้ แต่พบว่ามีพฤติกรรมการทบทวนบทเรียนซ้ำเป็นจำนวนมากหลังจากส่งงานไปแล้ว ซึ่งพบว่าอยู่ในช่วงเวลาก่อนสอบปลายภาค

3. ผู้เรียนในกลุ่ม ผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพต่ำ รูปแบบที่ 1 มี การเรียนรู้ที่ซับซ้อนและไม่ตรงตามแบบจำลองที่ได้วางแผนการสอนไว้ และมีการข้ามการทบทวนบทเรียนไป แสดงถึงการวางแผนการเรียนที่ไม่ดีพอ

4. ผู้เรียนในกลุ่ม ผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพต่ำ รูปแบบที่ 2 ไม่มีพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนแต่อย่างใด มีเพียงการตรวจสอบการส่งงานของผู้เรียนอื่นเท่านั้น



รูปที่ 7 Conformance Checking เปรียบเทียบพฤติกรรมผู้เรียนกับแบบจำลอง

รูปที่ 8 Conformance Checking แสดงการไหลของกระบวนการหลังตรวจสอบความสอดคล้องรายบุคคล

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องการใช้เหมืองกระบวนการตรวจสอบความสอดคล้องกระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียนแสดงให้เห็นถึงการสร้างแบบจำลองจากบันทึกเหตุการณ์จริงบนระบบ และการเปรียบเทียบแบบจำลองพฤติกรรมระหว่าง แบบจำลองการเรียนของผู้เรียนกับแบบจำลองพฤติกรรมการเรียนจริงของผู้เรียน

จากการเปรียบเทียบพบถึงกระบวนการเรียนสำคัญที่ผู้เรียนข้ามไปมากที่สุดคือกระบวนการ “การทบทวนบทเรียน” เป็นจำนวน 56.52% และค้นพบความแตกต่างของพฤติกรรมกลุ่มผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพสูงกับกลุ่มผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพต่ำ โดยใช้แบบจำลองนี้ เป็นแนวทางในการปรับปรุงพฤติกรรมและเพิ่มประสิทธิภาพของผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพต่ำจากข้อมูลจริงและอ้างอิงจากพฤติกรรมกลุ่มผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพสูง

บรรณานุกรม

[1] ภูริเดช อาภาสัตย์, การวิเคราะห์เนื้อหาของเอกสารประกอบการสอนด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ, วารสารวิศวกรรมศาสตร์, 2019, เล่มที่ 38, หน้า 54-59

[2] W. van der Aalst. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. Springer-Verlag, Berlin, 2011.

[3] วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์. เหมืองกระบวนการ, วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม, Vol.16, Issue 1, No.30, 2015, pp.1-10.

[4] Van Der Aalst, W. M., Reijers, H. A., & Song, M. (2005). Discovering social networks from event logs. Computer Supported Cooperative Work (CSCW), 14(6), 549-593.

[5] Wil van der (2016). Process Mining: Data Science in Action. Heidelberg: Springer

[6] Van der Aalst, W. M., Bolt, A., & van Zelst, S. J. (2017). RapidProM: mine your processes and not just your data. arXiv preprint arXiv:1703.03740.