

การเตรียมข้อมูลสำหรับการทำเหมืองข้อมูลและเหมืองกระบวนการ โดยใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์วัดแรงกดบนเก้าอี้การยศาสตร์

Data Preparation for Data Mining and Process Mining Based on Force Sensing Ergonomic Chair Data

วริศร์ รัตนนิมิตร์*

Waris Rattananimit*

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
Computer Technology Department, Faculty of Engineering and Technology, Siam Technology College
e-mail: warisr@siamtechno.ac.th*

Received: November 22, 2023 Revised: June 8, 2024 Accepted: June 13, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการทำเหมืองข้อมูลและเหมืองกระบวนการ โดยใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์วัดแรงกดบนเก้าอี้การยศาสตร์ เนื่องจากในปัจจุบันมีการนั่งทำงานเป็นเวลานานโดยไม่มี การเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายส่งผลต่อกล้ามเนื้อตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานว่า ระบบติดตามเพื่อป้องกันโรคที่จะเกิดขึ้น พัฒนาขึ้นได้ด้วยอุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดแรงกด โดยระบบจะวิเคราะห์ ท่าทางของผู้ใช้ และใช้วิธีการสร้างแผนภาพในลักษณะเหมืองกระบวนการ ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่าง กิจกรรมต่าง ๆ ของเหตุการณ์ตั้งแต่ต้นกระบวนการจนจบกระบวนการ ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย (1) ศึกษาวิธีใช้งานเซ็นเซอร์วัดแรงกดและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 ส่งข้อมูลผ่านระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (2) ศึกษาการเก็บข้อมูลและทำการเตรียมข้อมูลเพื่อทำเหมืองข้อมูล และเหมือง กระบวนการ และ (3) ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการโดยใช้วิธีการเหมืองข้อมูล และเหมืองกระบวนการ โดยนำข้อมูลดังกล่าวเข้ามาเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับโปรแกรม Google Looker ในการทำเหมืองข้อมูล และ โปรแกรม Celonis ในการทำเหมืองกระบวนการ ผลวิจัยพบว่า การเตรียมข้อมูลจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมที่ได้จาก เซ็นเซอร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการทำเหมืองกระบวนการจะมีมากขึ้นทุกวัน สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมา วิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุ และแนวการแก้ไขจึงเป็นสิ่งจำเป็นและมีประโยชน์มาก เพื่อให้สามารถนำมาสนับสนุน การตัดสินใจ โดยในอนาคตจะได้มีการขยายงานวิจัยออกไปให้สามารถครอบคลุมการนำข้อมูลจากเซ็นเซอร์ หลายตัวหรือผู้ใช้หลายคนต่อไป

คำสำคัญ: การเตรียมข้อมูล เซ็นเซอร์วัดแรงกด เก้าอี้การยศาสตร์ เหมืองข้อมูล เหมืองกระบวนการ

Abstract

This study aims to collect and organise data from pressure sensors on ergonomic seats, thereby facilitating data mining and process mining operations. A significant number of officers engage in sedentary work, which can result in a range of muscular issues. Researchers propose that a workplace syndrome surveillance system could be created using force-sensitive resistors. The system examines users' postures and generates a process mining visualization that illustrates the relationships throughout the entire

process. This study aims to investigate the use of force sensors and ESP8266 microcontroller boards for transmitting data over the Internet. Additionally, it aims to explore methods for collecting and preparing data for data mining and process mining, as well as examine data analysis techniques for processes using data mining and process mining methodologies. This procedure leverages the data collected by the force sensor on the ergonomic chair to generate imported data for Google Looker, which is used for data mining, and Celonis, which is used for process mining. The study revealed that the task of organising data obtained from the gathered sensor data for the purpose of data mining and process mining is progressively growing on a daily basis. Analysing the data can help discover solutions and provide valuable insights to enhance decision-making. In the future, the research will focus on the integration of data from several sensors provided by different users.

Keywords: Data Preparation, Force Sensor, Ergonomic Chair, Data Mining, Process Mining

บทนำ

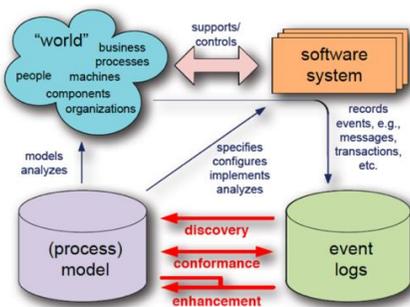
ในปัจจุบันเกิดการแข่งขันในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากขึ้น จำนวนผู้ทำงานในสำนักงานมากขึ้นในทุกสำนักงาน และมีการใช้คอมพิวเตอร์กันอย่างแพร่หลายซึ่งเป็นส่วนช่วยในการทำงานทำให้คนทำงานต้องใช้งานคอมพิวเตอร์เป็นเวลานานโดยไม่มีอาการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ส่งผลต่อปัญหาความปวดเมื่อยกล้ามเนื้อตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ข้อมือ ไหล่ หลัง หรือ เอว และมีความเครียด ซึ่งทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีอาการหงุดหงิด ขาดสมาธิ เกิดความล่าช้า การที่ผู้ปฏิบัติงานมีอาการ เจ็บปวดไหล่ ปวดหลัง และปวดเอว ต้องศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมการทำงาน หรือขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ของผู้ปฏิบัติงานไม่เหมาะสมตลอดจนถึงท่าทางการทำงานซึ่งมีผลการหมุนเวียนของโลหิตไม่สะดวกกล้ามเนื้อของร่างกาย จะได้รับออกซิเจนไปเลี้ยงไม่เพียงพอ จึงควรจัดสภาพและท่าทางการนั่งที่เหมาะสม ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ทำให้คนทำงานที่มีอาการเหล่านี้ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการบรรเทาและรักษา นอกจากนี้ยังส่งผลให้ขาดประสิทธิภาพในการทำงานที่เกิดจากการเจ็บป่วยด้วยเช่นกัน (นงคินุช กลิ่นพิกุล, 2556)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานว่าระบบติดตามเพื่อป้องกันโรคคนทำงานออฟฟิศที่มีราคาถูกและมีประสิทธิภาพ จะสามารถพัฒนาขึ้นได้ด้วยอุปกรณ์เซนเซอร์วัดแรงกด (Force Sensitive Resistor) เป็นเซนเซอร์วัดแรงกดโดยใช้ฟิล์มโพลีเมอร์แบบหนา เมื่อมีแรงกดมากกระทำกับแผ่นตรวจจับแรงดันไฟฟ้าที่ติดคร่อมตัวตรวจจับจะลดลง และสามารถอ่านค่าได้ผ่านบอร์ด ESP8266 และนำข้อมูลไปเก็บไว้บนระบบเครือข่าย ThingSpeak ซึ่งเป็นบริการสำหรับเก็บข้อมูลอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Najafi et al., 2022) โดยระบบจะวิเคราะห์ท่าทางของผู้ใช้และใช้วิธีการสร้างแผนภาพในลักษณะเหมืองกระบวนการ (Process Mining) ผลลัพธ์ของการทำเหมืองกระบวนการทำให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ ของข้อมูลเหตุการณ์อย่างลึกซึ้งตั้งแต่ต้นกระบวนการจนจบกระบวนการ (วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์, 2558) ผู้วิจัยได้นำมาใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการนั่งโดยเป็นการนั่งในระยะเวลาในท่าทางที่ผิดปกติลักษณะ เพื่อเป็นการป้องกันการทำให้เกิดอาการผิดปกติของกล้ามเนื้อตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุตรี กาเต็น และศุภลักษณ์ สุวรรณ (2565) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาเก้าอี้นั่งเรียนสำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี โดยประยุกต์ใช้หลักการยศาสตร์ซึ่งเป็นศาสตร์ที่มุ่งเน้นการศึกษาวิธีการปรับสภาพแวดล้อมในการทำงานประจำวันของมนุษย์ จากการดำเนินการสอนในมหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ผู้วิจัยพบว่า ปัญหาเชิงการยศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับนักศึกษาระหว่างนั่งเรียนจากการนั่งในท่าทางที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งมีสาเหตุมาจากเก้าอี้ที่ถูกออกแบบมาอย่างไม่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์

วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์ (2558) ได้ทำการศึกษาเรื่องเหมืองกระบวนการ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่อุบัติขึ้นมาใหม่เมื่อไม่นานมานี้ เป็นเทคนิคที่ใช้ในการค้นหาคุณค่า (Value) จากข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในบันทึกเหตุการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการคือ การค้นพบกระบวนการ (Process Discovery) การตรวจสอบความสอดคล้อง (Conformance Checking) และการปรับปรุงให้ดีขึ้น (Enhancement) ภาพรวมการทำงานของการทำงานเหมืองกระบวนการได้แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เหมืองข้อมูล
ที่มา (วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์, 2558)

ผลลัพธ์ของการทำเหมืองกระบวนการทำให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ ของข้อมูลเหตุการณ์อย่างลึกซึ้งตั้งแต่ต้นกระบวนการจนจบกระบวนการธุรกิจ จึงทำให้ได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น จากทั้งในภาคอุตสาหกรรมนักวิจัย นักพัฒนา และยังได้รับการสนับสนุนจาก IEEE Task Force on Process Mining ในปี ค.ศ.2009 อีกด้วย

เอนก นามขันธ์ และคณะ (2560) ศึกษาเกี่ยวกับการเตรียมข้อมูลเพื่อการทำเหมืองกระบวนการจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากเซ็นเซอร์ที่มีอยู่ในโทรศัพท์มือถือ ซึ่งเป็นอุปกรณ์พกพาที่คนส่วนใหญ่มักพกติดตัวอยู่ตลอดเวลา การได้มาซึ่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์เหล่านี้ย่อมทำให้ได้ข้อมูลจริงที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของบุคคลนั้น ๆ เป็นสิ่งที่มีประโยชน์อย่างมากในการนำไปประยุกต์ใช้ทั้งในเรื่องของสุขภาพ การแพทย์ การศึกษา และอื่น ๆ อีกมากมาย การวิจัยนี้จึงเน้นไปที่เทคนิคในการเตรียมข้อมูลเพื่อการทำเหมืองกระบวนการกับข้อมูลที่รวบรวมมาจากเซ็นเซอร์ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างมากในการวิเคราะห์ข้อมูล และแสดงขั้นตอนในการเตรียมบันทึกเหตุการณ์จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์พร้อมตัวอย่างการศึกษาจากกิจกรรม เพื่อแสดงให้เห็นพฤติกรรมของบุคคล

ประจัน พลังสันติกุล และนุชรี เปรมชัยสวัสดิ์ (2562) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ภาวะซึมเศร้าด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการโดยใช้เทคนิค Fuzzy Miner จากซอฟต์แวร์ ProM เพื่อหารูปแบบจำลองกระบวนการ

อารมณ์ของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่ปรากฏภาวะซึมเศร้าสามารถแสดงความถี่ความถี่ของอารมณ์ เช่น ว่างเหงื่อ ลึกลับ และมีอารมณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ในจำนวนที่สูง

กูริเดช อาภาสัจย์ และคณะ (2562) งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบการวิเคราะห์อารมณ์สำหรับเก็บข้อมูลระดับการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ของผู้เรียนในชั้นเรียน โดยให้ผู้เรียนเลือกภาพด้วยทฤษฎี PAM (A Photographic Affect Meter) กับผู้เรียนในชั้นเรียนทั้งหมด 3 ช่วงเวลา (ก่อนเรียน ระหว่างเรียน หลังเรียน) และนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ อัลกอริทึม Fuzzy Miner เพื่อแสดงให้เห็นถึงเส้นทางการเปลี่ยนแปลงของอารมณ์ผู้เรียนใน ระหว่างเรียน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1. ออกแบบบันทึกเหตุการณ์ 2. เก็บข้อมูล 3. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วย เทคนิคเหมืองกระบวนการ ผลลัพธ์ของงานวิจัยพบว่า บันทึกเหตุการณ์ที่ผ่านการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการที่ได้ออกแบบและนำเสนอมานั้น สามารถแสดงผลของข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบ เช่น เส้นทางการเปลี่ยนแปลงของอารมณ์ ความถี่ของแต่ละอารมณ์ ในแต่ละช่วงเวลา เวลาเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงและการเลือกรูปภาพ ซึ่งสามารถใช้ในการปรับปรุงเนื้อหาวิชา ที่ตรงต่อความต้องการของผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้นต่อไป

Hemmer และคณะ (2020) ได้ศึกษาแนวทางการทำเหมืองกระบวนการสำหรับสนับสนุนระบบรักษาความปลอดภัยเชิงพยากรณ์ของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ในการตรวจจับพฤติกรรมที่ผิดปกติในระบบ ซึ่งช่วยให้สามารถระบุลักษณะของแบบจำลองพฤติกรรมของระบบที่ใช้ และตรวจจับการโจมตีที่เป็นไปได้ แม้ในกรณีที่มีโปรโตคอลและแพลตฟอร์มที่หลากหลาย จากนั้นเราอธิบายและกำหนดโครงสร้างพื้นฐาน และให้รายละเอียดตัวต้นแบบที่เป็นการพิสูจน์แนวคิด ประเมินประสิทธิภาพของวิธีการนี้ผ่านการทดลองอย่างกว้างขวางโดยใช้ชุดข้อมูลจริง

ทรงพล นามคุณ และคณะ (2565) ได้ทำการพัฒนาระบบแจ้งเตือนการออกลูกจากเตียงของผู้ป่วยสูงอายุผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายระยะไกล โดยใช้ Force Sensitive Sensor และ ใช้ nodemcu esp8266 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งข้อมูลระยะไกลผ่านระบบคลาวด์เพื่อแสดงผลในรูปแบบ Data Visualization

Chen และคณะ (2015) ได้กล่าวว่าข้อมูลขนาดใหญ่ที่เกิดจากอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) มีมูลค่าทางธุรกิจสูง การทำเหมืองข้อมูลในมุมมองความรู้ เทคนิค และการประยุกต์ใช้ รวมถึงการจัดประเภท การจัดกลุ่ม การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การวิเคราะห์อนุกรมเวลา และการวิเคราะห์ค่าผิดปกติ และ อัลกอริทึมการทำเหมืองข้อมูลสามารถนำมาใช้กับ IoT เพื่อสกัดข้อมูลที่ซ่อนอยู่ได้

งานวิจัยชิ้นนี้ใช้องค์ความรู้และเทคโนโลยีหลากหลายประเภท อาทิ หลักการการยศาสตร์พัฒนาเก้าอี้เพื่อแก้ไขปัญหาคอที่ไม่เหมาะสม การศึกษาพัฒนาระบบเซ็นเซอร์แรงกดเซ็นเซอร์ไร้สาย การทำเหมืองกระบวนการเพื่อปรับปรุงกระบวนการ และการเตรียมข้อมูลจากเซ็นเซอร์เพื่อการทำเหมืองกระบวนการสำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมของบุคคลหรือข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของการใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลและการทำเหมืองกระบวนการ เพื่อสร้างรูปแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์พฤติกรรมของบุคคลหรือระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีใช้งานเซ็นเซอร์วัดแรงกดและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

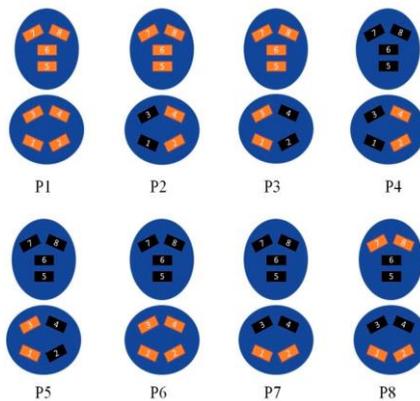
2. เพื่อศึกษาการเก็บข้อมูลและทำการเตรียมข้อมูลเพื่อทำเหมืองข้อมูล และเหมืองกระบวนการของทำนองต่าง ๆ ของผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์สำนักงาน

3. เพื่อศึกษาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการโดยใช้วิธีการเหมืองข้อมูล และเหมืองกระบวนการของทำนองต่าง ๆ ของผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์สำนักงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการออกแบบเก้าอี้และเซ็นเซอร์โดยเลือกวางเซ็นเซอร์บนพนักพิงและเบาะที่นั่งของเก้าอี้ โดยการใช้เซ็นเซอร์วัดแรงกดโดยนำเซ็นเซอร์ที่ใช้เป็นเซ็นเซอร์วัดแรงกด (Force Sensitive Resistor) โดยส่งสัญญาณไปยัง Microcontroller ESP8266 เพื่อเก็บข้อมูลขึ้นในคลาวด์ (Cloud) ต่อไป

โดยทางผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งเซ็นเซอร์ไว้ที่เก้าอี้เพื่อทำการทดลอง โดยเก็บข้อมูลจากข้อมูลจากเซ็นเซอร์ทั้ง 8 ตัวที่ติดไว้ยังเบาะของเก้าอี้ซึ่งสามารถจำแนกได้ 8 ท่า โดยนำรูปแบบมาจากงานวิจัย Development of Smart Chair Sensors System and Classification of Sitting Posture with Deep Learning Algorithm ของ Najafi และคณะ (2022) ดังภาพที่ 2 ซึ่งสามารถกำหนดไว้เป็นตัวแปรที่สามารถมีค่าตั้งแต่ 1-8 เป็นการอ้างอิงถึงทำนองทั้ง 8 ตามที่ร่างกายได้สัมผัสไปที่เก้าอี้ในขณะนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการตรวจสอบค่าจากเซ็นเซอร์และแปลงเป็นค่ากิจกรรมแสดงค่าทำนอง ก่อนจะส่งไปเก็บไว้บนฐานข้อมูลบนคลาวด์ โดยมีการจัดเก็บข้อมูลไว้คนละไฟล์แยกจากกัน ไฟล์ข้อมูลในรูปแบบของ CSV ไฟล์ สำหรับ 1 กรณี ถ้าต้องการศึกษาพฤติกรรมหลายกรณีจะต้องมีกระบวนการในการรวมข้อมูลเหล่านี้เข้าด้วยกัน



ภาพที่ 2 ตำแหน่งของเซ็นเซอร์วัดแรงกดบนเก้าอี้การยศาสตร์
ที่มา (Najafi et al., 2022)

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์เหล่านี้มารวมกัน เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลด้วยเทคนิคการทำเหมืองกระบวนการได้ โดยเริ่มต้นจากการนำข้อมูลเข้าฐานข้อมูลโดยทั่วไปข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะอยู่ในรูปแบบของไฟล์ข้อความ หรือ CSV ทำให้ยากต่อการบริหารจัดการข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีจำนวนเซ็นเซอร์เป็นจำนวนมาก เพื่อความสะดวกในการบริหารจัดการและการปรับเปลี่ยนมุมมองในการวิเคราะห์ที่หลากหลายจึงได้นำข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ CSV หนึ่งไฟล์มาสร้างเป็นตารางในฐานข้อมูลหนึ่งตาราง

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ IoT โดยเริ่มต้นจากทำกระบวนการเหมืองข้อมูลก่อน จึงทำเหมืองกระบวนการโดยใช้ข้อมูลที่เก็บบนคลาวด์ โดยการวิจัยนี้ใช้ระบบคลาวด์ ชื่อว่า ThingSpeak ซึ่งเป็นบริการเก็บข้อมูลอุปกรณ์ IoT ที่ไม่มีค่าใช้จ่าย แต่สามารถใช้งานได้จำกัดปริมาณข้อมูล โดยข้อดีของ ระบบ ThingSpeak คือสามารถดูข้อมูล Data Visualization ในรูปแบบกราฟเส้นซึ่งเป็นข้อมูลแบบ Real Time ซึ่งสามารถ นำไฟล์ออกมาจากระบบในรูปแบบ CSV Format ได้แต่ข้อเสียของระบบนี้คือ ข้อมูลทั้งหมดเป็นข้อมูลจริงที่ยังไม่ผ่านการตรวจสอบหรือการทำ Data Preparation หลังจากนั้นจึงทำการนำออกข้อมูลเป็นไฟล์ CSV เพื่อให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นต่อไป โดยตารางข้อมูลมีทั้งหมด 3 Field ได้แก่ 1) create_at คือ เวลาที่เก็บข้อมูล 2) entry_id คือ ลำดับของข้อมูลที่ถูกลงเข้ามา 3) field1 คือข้อมูลที่ถูกลงมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังภาพที่ 3

| created_at | entry_id | field1 |
|-------------------------|----------|--------|
| 2023-01-17 06:31:36 UTC | 1 | 0 |
| 2023-01-17 06:31:57 UTC | 2 | 2 |
| 2023-01-17 06:32:19 UTC | 3 | 2 |
| 2023-01-17 06:32:39 UTC | 4 | 3 |
| 2023-01-17 06:33:01 UTC | 5 | 0 |
| 2023-01-17 06:33:21 UTC | 6 | 2 |
| 2023-01-17 06:33:43 UTC | 7 | 2 |
| 2023-01-17 06:34:04 UTC | 8 | 2 |
| 2023-01-17 06:34:25 UTC | 9 | 2 |
| 2023-01-17 06:34:46 UTC | 10 | 2 |

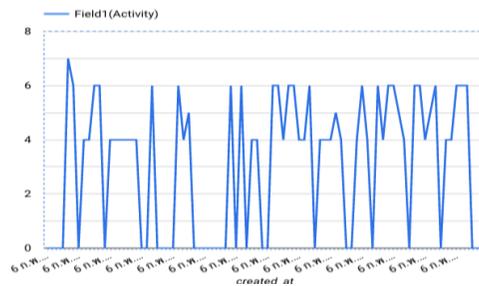
ภาพที่ 3 ข้อมูลดิบจาก ThingSpeak

หลังจากนั้นให้เริ่มกระบวนการ Data Preparation เพื่อใช้สำหรับเหมืองข้อมูลและสร้างแผนภูมิ (Data Visualization) และเหมืองกระบวนการ (Process Mining) ขั้นตอนต่อมาคือการกลั่นกรองข้อมูล (Data Cleaning) ตารางข้อมูลที่ได้มาเพื่อหาค่าที่มีความไม่สอดคล้อง (Inconsistent Data) หรือค่าที่ขาดหายไป (Missing Data) ในขั้นตอนนี้ไม่พบข้อมูลที่ผิดปกติแต่อย่างใด

| created_at | entry_id | field1 | case_id |
|-------------------------|----------|--------|---------|
| 2023-01-17 06:31:36 UTC | 1 | 0 | 1 |
| 2023-01-17 06:31:57 UTC | 2 | 2 | 1 |
| 2023-01-17 06:32:19 UTC | 3 | 2 | 1 |
| 2023-01-17 06:32:39 UTC | 4 | 3 | 1 |
| 2023-01-17 06:33:01 UTC | 5 | 0 | 1 |
| 2023-01-17 06:33:21 UTC | 6 | 2 | 1 |
| 2023-01-17 06:33:43 UTC | 7 | 2 | 1 |
| 2023-01-17 06:34:04 UTC | 8 | 2 | 1 |
| 2023-01-17 06:34:25 UTC | 9 | 2 | 1 |
| 2023-01-17 06:34:46 UTC | 10 | 2 | 1 |

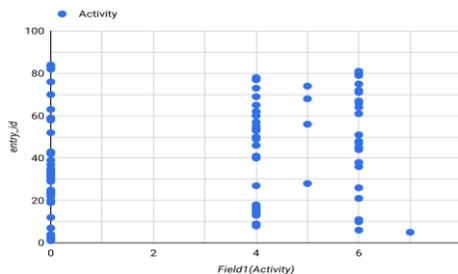
ภาพที่ 4 ข้อมูลที่ผ่านการเพิ่มคอลัมน์ case_id

ในขั้นตอนต่อมาจึงทำการเตรียมข้อมูลในขั้นต่อไปคือ การทำ Data Transformation สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคเหมืองกระบวนการ ต้องมีคอลัมน์ที่จำเป็นอย่างน้อย 3 คอลัมน์คือ time_stamp (บันทึกเวลา) Activity (กิจกรรม) และ case_id (กรณี) ในกรณีนี้ข้อมูลไม่ครบขาดคอลัมน์กรณี (case_id) เพราะฉะนั้นเราจึงต้องทำการทำการเพิ่ม case_id ในตารางข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์ที่ในขั้นต่อไป กำหนดค่าในคอลัมน์ case_id เนื่องจากข้อมูลในตารางซึ่งได้จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์มีเฉพาะข้อมูลที่เซ็นเซอร์ตรวจจับได้โดยไม่ได้ระบุว่าเป็นของผู้ใด ถ้าเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ใช้หลายคนจึงจำเป็นต้องมีการเพิ่ม UserID เข้าไปเพื่อเป็นการแยกว่าเป็นข้อมูลของบุคคลใด ในกรณีนี้มีผู้ใช้คนเดียวจึงทำการเพิ่มฟิลด์ case_id และใส่ค่าเริ่มต้นเป็น 1 ทั้งหมด หลังจากนั้นแล้วจะทำการทดลองสร้างแผนภูมิ Data Visualization เพื่อดูความผิดปกติของข้อมูล เช่น ข้อมูลแปลกแยก (Outlier) โดยดูจากรูปแบบการแสดงผลของกราฟต่าง ๆ การวิเคราะห์ข้อมูลจาก Google Looker ซึ่งเป็นบริการสร้างแผนภูมิของ Google ในงานวิจัยนี้ใช้เพื่อหา Outlier ของข้อมูลหรือข้อมูลที่มีค่าผิดปกติไปเท่านั้น



ภาพที่ 5 กราฟเส้น

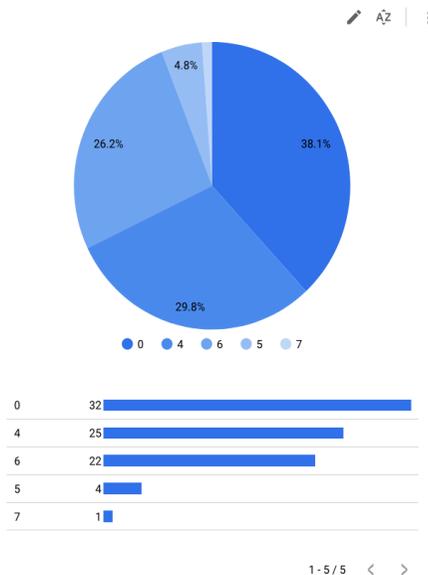
แสดงผลลัพธ์ในรูปแบบกราฟเส้นเวลา โดยกำหนด Dimension เป็นเวลา create_at และ Matrices เป็น field1 หรือ Activity โดยให้ทำการจัดเรียงตาม entry_id จะได้กราฟเส้น ตามภาพที่ 5 และตรวจสอบการกระจายของข้อมูลด้วยกราฟประเภท Scatter Plot ตามภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กราฟ Scatter Plot

กราฟได้แสดงผลลัพธ์เป็นค่า Activity ที่เกิดขึ้น 0-8 Activity และมีความถี่เหมาะสมไม่ผิดปกติ และกราฟ Scatter Plot ตรวจสอบการกระจายของข้อมูลก็ไม่พบข้อมูล Missing Data หรือ Outlier แต่อย่างไรก็ตามทำการแสดงผลแบบ Pie Chart และ Bar Chart แสดงสัดส่วนความถี่ของข้อมูล โดยกำหนด Dimension

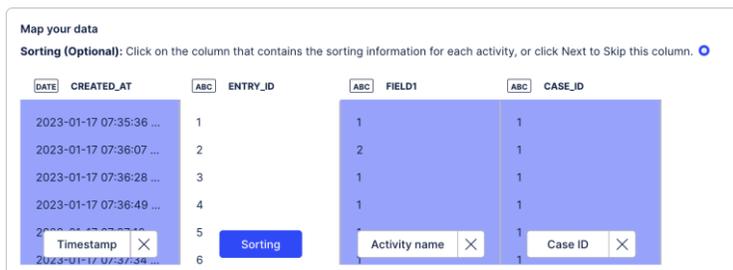
เป็น field1 หรือ Activity และ Matrices เป็น Record Count: ซึ่งหมายถึงการนับจำนวนข้อมูลที่เกิดขึ้น จะได้กราฟเส้นตามภาพที่ 5 เพื่อแสดงสัดส่วนของ Activity ที่เกิดขึ้นในระบบ



ภาพที่ 7 กราฟ Pie Chart และ Bar Chart

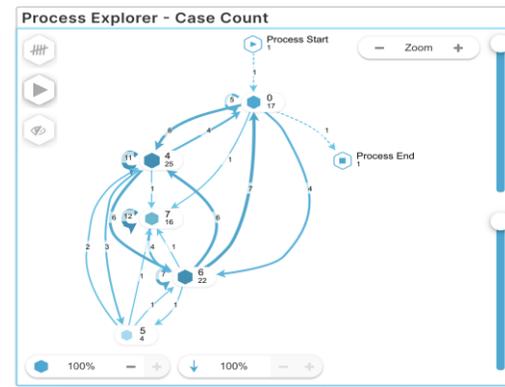
จะเห็นได้ว่ามีสัดส่วนของ Activity 0 จำนวน 32 ครั้ง คิดเป็น 38.1% มีค่าความถี่ของ Activity 4 จำนวน 25 ครั้ง คิดเป็น 29.8% ค่าความถี่ของ Activity 6 จำนวน 22 ครั้ง คิดเป็น 26.2% ค่าความถี่ของ Activity 5 จำนวน 4 ครั้ง คิดเป็น 4.8% ค่าความถี่ของ Activity 7 จำนวน 1 ครั้ง คิดเป็น 1.2% จะเห็นได้ว่าการแสดงผลในรูปแบบของกราฟสามารถแสดงการหาได้เพียงความถี่ของข้อมูลได้เท่านั้น

เนื่องจากผู้วิจัยต้องการหาความสัมพันธ์ของแต่ละ Activity จึงทำการสร้าง Model อีกครั้งในรูปแบบของเหมืองกระบวนการ (Process Mining) ด้วยวิธีการดังนี้ ผู้วิจัยได้นำเข้าข้อมูลเดิมในรูปแบบ CSV ไฟล์เข้าไปยังโปรแกรม Celonis เพื่อทำการกำหนดค่าฟิลด์อีกครั้ง เพื่อทดสอบการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ (Process Mining) ดังภาพที่ 8



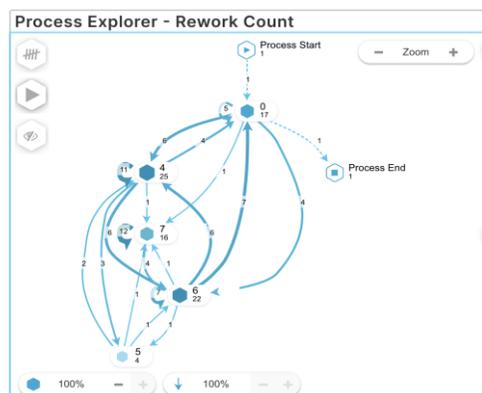
ภาพที่ 8 การนำเข้าข้อมูลในโปรแกรม Celonis

โปรแกรม Celonis เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างแผนภาพในรูปแบบเหมืองกระบวนการ (Process Mining) โดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมก็สามารถสร้างภาพเหมืองกระบวนการได้ วิธีการคือ ขั้นแรกให้ทำการกำหนดคอลัมน์ CREATED_AT เป็น Timestamp กำหนด FIELD1 เป็น Activity และ CASE_ID เป็น case_id ในกรณีนี้มีเพียง 1 CASE_ID โปรแกรมจะทำการสร้างกราฟการไหลของข้อมูล หรือที่เรียกได้ว่าเหมืองกระบวนการ(Process Mining) ดังภาพที่ 9 จะเห็นความสัมพันธ์ระหว่าง Activity โดยเริ่มต้นที่ทำงานที่ 0 และตามด้วยทำงานที่ 0,4,5,6,7 โดยมีการสลับเปลี่ยนทำงานไปมาตลอดเวลา และมีการวนซ้ำภายใน Process 0,4,6,7 อีกด้วย สุดท้าย Process จบลงที่ 0 และจบกระบวนการ



ภาพที่ 9 เหมืองกระบวนการบนโปรแกรม Celonis

ปรับให้แสดงความถี่กิจกรรม Activity Frequency สามารถจำแนกทำงานเพื่อวิเคราะห์ตามทำงานต่าง ๆ ได้สามารถวิเคราะห์การทำซ้ำของกิจกรรมได้ด้วยกราฟจำแนกการทำซ้ำ (Rework) ดังภาพที่ 10 มี Activity ที่น่าสนใจมีความถี่สูงจะมีความหนาผิวดจากลูกศรอื่น ๆ โดยวิเคราะห์ได้ว่าการนั่งท่าที่ P4 มีความถี่ในการทำซ้ำสูงสุด มีการเปลี่ยนท่าไปยัง P6 P7 P0 ตามลำดับ และการนั่งท่าที่ P5 (เอนตัวร่างกายส่วนล่างไม่ติดด้านในเบาะ) มีความถี่น้อยที่สุด และเป็นการส่งต่อจากการนั่งท่าที่ 1



ภาพที่ 10 เหมืองกระบวนการที่ปรับค่าการนับ Rework

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้สร้างไฟล์ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ โดยใช้เทคนิคการเตรียมข้อมูลจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมที่ได้จากเซ็นเซอร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการทำเหมืองข้อมูลและเหมืองกระบวนการ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีมากขึ้นทุกวัน การนำข้อมูลจริงที่ได้จากเซ็นเซอร์มาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุและแนวการแก้ไข จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีประโยชน์มาก วิธีการที่นำเสนอทำให้สามารถจัดการข้อมูลที่มีอยู่อย่างกระจัดกระจายได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดจนการแก้ไขปรับปรุงข้อมูลให้สามารถวิเคราะห์ได้ในหลายมิติ เทคนิคเหมืองกระบวนการได้ให้แนวทางใหม่ในการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับกระบวนการตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งของพฤติกรรมในกิจกรรมที่เกิดขึ้นจริง ที่ไม่อาจค้นพบด้วยเทคนิคอื่น ซึ่งเป็นการวิเคราะห์กระบวนการโดยเน้นที่การไหลของกระบวนการ นอกจากนั้น ยังมีความท้าทายในการวิจัย เพื่อสร้างอัลกอริทึมใหม่ หรือการปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำเหมืองกระบวนการกับข้อมูลบันทึกเหตุการณ์แบบออนไลน์ เพื่อให้สามารถนำมาสนับสนุนการตัดสินใจแบบเวลาจริง (Real Time) ในอนาคตสามารถขยายงานวิจัยออกไป ให้สามารถครอบคลุมการนำข้อมูลจากเซ็นเซอร์หลายตัวหรือหลายประเภท แล้วรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกัน โดยอาจจะมาจากผู้ใช้หลายคน และพัฒนาโครงสร้างข้อมูลอื่น ๆ ที่สามารถสร้างข้อมูลออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ได้ต่อไป

การอภิปรายผล

การเตรียมข้อมูลจากเซ็นเซอร์เพื่อใช้ในเหมืองข้อมูลและเหมืองกระบวนการ เป็นกระบวนการที่สำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีปริมาณมากและหลากหลาย การรวบรวมข้อมูลที่มีคุณภาพและเป็นระเบียบเป็นพื้นฐานสำหรับการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ การทำความสะอาดข้อมูลเพื่อแก้ไขข้อมูลที่ถูกต้องหรือขาดหายเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยให้ข้อมูลมีความเสถียรและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น การพัฒนาโครงการยังสามารถพัฒนาอีกได้ อาจจะใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) หรือ โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เข้าช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ทรงพล นามคุณ, ชาญวิทย์ แก้วอาษา และวุฒิก อนนตลิริชัย. (2565). การพัฒนาระบบแจ้งเตือนการออกจากเตียงผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายระยะไกล. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 5(2), 49-58.
- นงคันช กุลนพิกุล. (2556). แก้อักรายศาสตร์. *วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 3(2), 156-165.
- บุตรี กาเด็น และศุภลักษณ์ สุวรรณ. (2565). การพัฒนาเก้าอี้นั่งเรียนสำหรับนักศึกษาปริญญาตรีโดยประยุกต์ใช้หลักการยศาสตร์. *วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่*, 23(2), 228-242.
- ประจัน พลังสันติกุล และนุชรี เปรมชัยสวัสดิ์. (2562). การวิเคราะห์ภาวะซึมเศร้าด้วยเทคนิคเหมืองกระบวนการ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม*, 20(1), 60-73.
- ภูริเดช อภาสตัย์, ชมาต มัททวงศากร, ชัชชล เปรมชัยสวัสดิ์ และนุชรี เปรมชัยสวัสดิ์. (2562). การออกแบบการวิเคราะห์อารมณ์ของผู้เรียนในชั้นเรียนโดยใช้เทคนิคเหมืองกระบวนการ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.ธัญบุรี*, 9(2), 68-77.

- วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์. (2558). เหมืองกระบวนการ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม*, 16(1), 1-10.
- เอนก นามจันทร์, ภูริเดช อากาศสัตย์, ประจัน พลังสันติกุล, นรณัฐ สงวนศักดิ์โยธิน, สมพงศ์ ตุ่มสวัสดิ์, วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์ และนุชรี เปรมชัยสวัสดิ์. (2560). การเตรียมข้อมูลเพื่อการทำเหมืองกระบวนการจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม*, 18(1), 53-61.
- Chen, F., Pan, D, Wan, J., Zhang, D., Vasilakos, A. V., & Rong, X. (2015). Data mining for the internet of things: Literature review and challenges. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 11(8), Article ID 431047. <http://doi.org/10.1155/2015/431047>
- Hemmer, A., Badonnel, R., & Chrisment, I. (2020). A process mining approach for supporting IoT predictive security. In *Management in the age of softwarization and artificial intelligence. Proceedings of IEEE/IFIP network operations and management symposium 2020* (pp. 1-9). IEEE Xplore. <http://doi.org/10.1109/NOMS47738.2020.9110411>
- Najafi, T. A., Abramo, A., Kyamakya, K., & Affanni, A. (2022). Development of a smart chair sensors system and classification of sitting postures with deep learning algorithms. *Sensors*, 22(15), 5585. <https://doi.org/10.3390/s22155585>