การจัดกลุ่มผู้เรียนอัจฉริยะด้วย “เอไอ แอลแทร์ สตูดิโอ เคมีล” ตัวช่วยสำหรับครูยุคดิจิทัล

Intelligent Student Grouping with “Altair Studio K-means AI” The Helper for Teachers Digital Era

อัชฌา เผื่อนสถาพร [1] และ อุทิศ บำรุงชีพ [2]

Autcha Phounsataphorn[1] and Uthit Bamroongcheep [2]

[1]นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษาและคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[1]M.Ed. Student in Digital Technology for Education and Computer Education, Faculty of Education, Burapha University

[2] Assistant Professor, Faculty of Education, Burapha University

Corresponding author e-mail: xezozeven@gmail.com

Received: 2024-12-04 **Revised:** 2025-01-18 **Accepted:** 2025-01-20

บทคัดย่อ (Abstract)

บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแนะนำการจัดกลุ่มผู้เรียนอัจฉริยะด้วยเอไอโดยใช้เอไอ แอลแทร์ สตูดิโอ เคมีล (Altair Studio and K-means) นับเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับครูในยุคดิจิทัลที่ต้องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการปรับปรุงการเรียนการสอน Altair Studio เป็นแพลตฟอร์มการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความสามารถในการจัดกลุ่มข้อมูลโดยใช้ K-means clustering ซึ่งเป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบไม่มีผู้กำกับ (Unsupervised Learning) การจัดกลุ่มผู้เรียนด้วย K-means ช่วยให้ครูสามารถวิเคราะห์และจัดกลุ่มผู้เรียนตามลักษณะทางการเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจง ทำให้สามารถปรับการสอนให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ Altair Studio มีวิธีการใช้งานที่ง่ายและเหมาะสมสำหรับครูที่ไม่มีพื้นฐานการเขียนโปรแกรม ผู้ใช้งานสามารถนำเข้าข้อมูลผู้เรียน เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้ หรือข้อมูลเชิงลึกอื่น ๆ และใช้ K-means ในการจัดกลุ่มผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ Altair Studio ยังช่วยให้ครูสามารถสร้างสื่อการเรียนรู้ เช่น อินโฟกราฟิก เพื่อแสดงผลการวิเคราะห์ที่ชัดเจนและเข้าใจง่ายการใช้ Altair Studio ในการจัดกลุ่มผู้เรียนคือ ช่วยให้ครูสามารถวางแผนการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับแต่ละกลุ่มผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังสามารถเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการเรียนรู้

นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูเข้าใจถึงลักษณะเฉพาะของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น ทำให้การประเมินและการปรับปรุงการสอนเป็นไปอย่างแม่นยำและตรงจุดมากขึ้น

คำสำคัญ (Keywords): จัดกลุ่มผู้เรียนอัจฉริยะ; เอไอ แอลแทร์ สตูดิโอ เคมีล; ครูยุคดิจิทัล

Abstract

This academic article aims to introduce the grouping of gifted students using AI with Altair Studio and K-means. These tools are considered essential for teachers in the digital age who wish to apply technology to enhance teaching and learning. Altair Studio is a data analysis platform with the capability to cluster data using K-means clustering, an unsupervised learning technique. Grouping students using K-means helps teachers analyze and categorize students based on specific learning characteristics, allowing them to tailor teaching strategies effectively for each group of students. Altair Studio is user-friendly and suitable for teachers without programming knowledge. Users can import student data, such as academic performance, learning behaviors, or other insights, and quickly apply K-means to group students. Moreover, Altair Studio allows teachers to create learning materials, such as infographics, to present the analysis results in a clear and easy-to-understand way. The use of Altair Studio in grouping students helps teachers plan lessons that are tailored to each student group effectively, while also increasing student engagement in the learning process. Additionally, it enables teachers to better understand the specific characteristics of students, making the assessment and improvement of teaching more accurate and targeted.

Keywords: Grouping of Smart Learners; Altair Studio K-mean; Teachers Digital Era

บทนำ (Introduction)

มิติของการพัฒนาความเป็นพลเมืองดิจิทัล (Digital Citizenship) เป็นแนวคิดการปรับตัวอย่างเท่าทันของการเปลี่ยนแปลงในการดำเนินชีวิตความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มีการพลิกผันเปลี่ยนแปลงอย่างก้าวกระโดดดังนั้นจึงควรพัฒนาความสามารถในการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อมีส่วนร่วมในสังคมเศรษฐกิจดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความรับผิดชอบและ

ปลอดภัย ซึ่งการปฏิวัติเทคโนโลยีการสื่อสารได้เปิดโอกาส และมีความท้าทายในสิ่งใหม่ให้กับความเป็นพลเมืองดิจิทัล โดยประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลโดยไร้ข้อจำกัด เชิงภูมิศาสตร์ เข้าร่วมชุมชนที่มีความสนใจร่วมกัน สร้างสรรค์แนวคิดที่ไม่ซ้ำใครเพื่อการแก้ไขปัญหาและ ความเสี่ยง และความท้าทายใหม่ เช่น การล่วงละเมิดความเป็นส่วนตัว อาชญากรรมคอมพิวเตอร์ การกลั่นแกล้ง บนโลกไซเบอร์ เป็นต้น ดังนั้นในฐานะพลเมืองโลกที่ต้องปรับเปลี่ยนเป็นพลเมืองดิจิทัลจึงต้องตระหนักถึงโอกาสและความเสี่ยงในโลกการสื่อสารยุคดิจิทัล ต้องพัฒนาทักษะและความรู้เท่าที่จำเป็นในโลกการสื่อสารใหม่และเข้าใจถึงสิทธิและความรับผิดชอบไนโลกออนไลน์ (อุทิศ บำรุงชีพ, 2566) ในยุคของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่เทคโนโลยีดิจิทัลมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงการศึกษา การใช้ AI ในกระบวนการเรียนการสอนได้เปิดโอกาสให้ครูสามารถปรับปรุงและพัฒนาแผนการสอนที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้ Altair Studio ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาและปรับแต่งโมเดล AI ร่วมกับอัลกอริทึม K-means ที่ช่วยจัดกลุ่มผู้เรียนตามลักษณะเฉพาะ เช่น ผลการเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้ หรือความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ทำให้ครูสามารถจัดกลุ่มผู้เรียนเพื่อปรับปรุงวิธีการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้อย่างตรงจุดการจัดกลุ่มผู้เรียนโดยใช้ K-means ซึ่งเป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบไม่ต้องมีผู้กำกับ (Unsupervised Learning) ช่วยให้ครูสามารถวิเคราะห์และจัดระเบียบข้อมูลผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และยังเป็นการจัดการระบบผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ Altair Studio ยังช่วยให้การสร้างและทดสอบโมเดล AI เป็นไปอย่างรวดเร็วและง่ายดาย การจัดกลุ่มผู้เรียนนี้มีประโยชน์ไม่เพียงแต่ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เฉพาะบุคคล แต่ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนกลายเป็นพลเมืองดิจิทัลที่มีคุณภาพในยุค AI ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ครูยุคใหม่ต้องตระหนักถึงและพัฒนาขึ้นด้วยความสามารถของ AI และเทคโนโลยีที่ทันสมัย ครูสามารถใช้ข้อมูลจากการจัดกลุ่มผู้เรียนเพื่อสร้างแผนการสอนที่เน้นการเรียนรู้เชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในยุค AI ซึ่งเข้ามามีบทบาทในระบบการศึกษาเช่นนี้ ไม่เพียงแต่ช่วยในการจัดกลุ่มผู้เรียน แต่ยังสร้างความยืดหยุ่นในการสอนที่สอดคล้องกับความต้องการเฉพาะของผู้เรียนแต่ละคนอีกทั้งยังช่วยพัฒนาการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับโลกดิจิทัลที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว Detecting Learning Patterns in Tertiary Education Using K-Means Clustering" Tuyishimire, E. et al (2022) ได้กล่าวถึงการใช้เทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูลด้วย K-means clustering ในการวิเคราะห์และแบ่งกลุ่มผู้เรียนในสถาบันอุดมศึกษาในแอฟริกาใต้บทความนี้มุ่งเน้นการสร้างโมเดลที่ช่วยตรวจจับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสามารถช่วยครูในการวางแผนการสอนที่ตอบสนองต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมโดย K-means

clustering ถูกนำมาใช้เพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนตามพฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกผ่านคะแนนและพัฒนาการทางการศึกษาทั้งนี้ยังช่วยในการคาดการณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมการเรียนรู้ในอนาคต โดยเฉพาะการแยกกลุ่มผู้เรียนที่มีแนวโน้มว่าจะต้องได้รับการสนับสนุนเพิ่มเติม (ผู้เรียนที่มีการเรียนรู้ต่ำกว่าเกณฑ์)ผลจากการศึกษาพบว่า การใช้ K-means clustering สามารถช่วยให้ครูระบุปัญหาการเรียนรู้และวางแผนกลยุทธ์เพื่อช่วยผู้เรียนที่ต้องการความช่วยเหลือได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ibrahim, M. (2020) ได้ศึกษาข้อเท็จจริงที่ว่าผู้เรียนมีลักษณะเฉพาะตามรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยจากการตรวจสอบรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนมีความสำคัญกับระบบการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวได้และปรับปรุงประสบการณ์การเรียนรู้ งานวิจัยในอดีตได้เสนอแนวทางต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบรูปแบบการเรียนรู้ ในบรรดาวิธีการเรียนรู้แบบไม่มีผู้ดูแล การจัดกลุ่ม K-means ได้กลายมาเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อคาดการณ์รูปแบบในข้อมูลเนื่องจากมีความเรียบง่าย ซึ่งผลการประเมินประสิทธิภาพของการจัดกลุ่ม K-means ในการตรวจจับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยอัตโนมัติในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผลการทดลองพิสูจน์ความแตกต่างในการเรียนรู้ จึงสามารถระบุลักษณะเฉพาะของผู้เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ได้เพื่อใช้เป็นการคัดกรอง จัดหมวดหมู่ของโดยอัลกอริทึมที่เลือกใช้คือ K-Means Algorithm ที่สามารถวิเคราะห์และจัดกลุ่มข้อมูลผู้เรียนได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วและส่งผลต่อกิจกรรมการเรียนการสอนรวมทั้งทักษะการเรียนรู้ ดังนั้นจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่นักการศึกษาควรมีการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) K-means มาจัดกลุ่มผู้เรียน

การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการจัดกลุ่มผู้เรียนโดยใช้ K-means ร่วมกับเครื่องมือ Altair Studio ช่วยครูปรับการสอนให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้เฉพาะบุคคล และพัฒนาพลเมืองดิจิทัลในยุค AI การจัดกลุ่มนี้สามารถแบ่งผู้เรียนตามผลการเรียนหรือพฤติกรรม ซึ่งช่วยให้ครูพัฒนาวิธีการสอนที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้นการแบ่งกลุ่มข้อมูล (clustering data) ทั้งนี้หลักการ Fuzzy C-Means และ Particle Swarm Optimization (FCMPSO) เพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ของพวกเขาไปยังสื่อการเรียนรู้แบบดิจิทัล และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบ Fuzzy C-Means (FCM) นั้นส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดกลุ่มนักเรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้แบบดิจิทัล (Supianto. et al., 2020) เทคโนโลยีดังกล่าวถูกนำมาใช้เพื่อช่วยแก้ปัญหาและพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์รวมถึงสร้างความสะดวกสบายในด้านต่างๆ เช่น การแพทย์ ธุรกิจ และการศึกษา ขอบข่ายของเทคโนโลยีการศึกษาสามารถแบ่งออกเป็น 3 มิติ ได้แก่ 1) มิติแนวตั้งด้านสาระความรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา 2) มิติแนวนอนตามขอบข่าย

บทบาทหน้าที่งาน เช่น ด้านเครื่องมือในการบริหาร ด้านเครื่องมือด้านวิชาการ และเครื่องมือด้านบริการ และ 3) มิติเชิงลึกในบริบทของการศึกษา ทั้งนี้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537) ได้ให้ความหมายในมิติแนวตั้งด้านสาระความรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษาในการจัดการเรียนรู้ว่า หมายถึง ขอบข่ายสาระของเทคโนโลยีการศึกษา เช่น สาระความรู้ การจัดระบบพฤติกรรม วิธีการ การจัดระบบสิ่งแวดล้อม การจัดการสื่อสาร และการประเมิน ดังนั้นครูยุคดิจิทัลท่ามกลางการพลิกผันของเทคโนโลยีจึงต้องนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดกลุ่มผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับขอบข่ายของเทคโนโลยีการศึกษาตามกรอบของสมาคมเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสหรัฐอเมริกาที่ต้องมีการออกแบบ การพัฒนา การจัดการ การใช้และการประเมิน (Seels, B. B., & Richey, R. C., 2012) ด้วยเทคโนโลยีดังกล่าว โดยใช้ K-means ร่วมกับเครื่องมือ Altair Studio ช่วยครูปรับการสอนให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน

การประยุกต์ใช้ Altair Studio ร่วมกับ K-means

Altair Studio เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งช่วยให้ครูหรือผู้สอนสามารถฝึกฝนโมเดลที่ใช้สำหรับการจัดกลุ่มผู้เรียนได้โดยใช้ K-meansซึ่งเป็นอัลกอริทึมการจัดกลุ่มข้อมูลแบบไม่ต้องมีผู้ควบคุม (Unsupervised Learning) ที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งเมื่อนำมาใช้กับ Altair Studio ผู้สอนสามารถปรับแต่งโมเดลได้ง่าย โดยผลการทดสอบโมเดล จากงานวิจัยของ Sudirman et al. (2018) เพื่อจำแนกกลุ่มผู้เรียนตามทักษะการเรียนรู้ได้รวดเร็ว พบว่า

1. การจัดกลุ่มผู้เรียน ด้วยการใช้ K-means สามารถแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามความสามารถในการเรียนรู้ เช่น กลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถสูง กลุ่มที่มีความสามารถปานกลาง และกลุ่มที่ต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติม การจัดกลุ่มนี้ทำให้ครูสามารถจัดการชั้นเรียนได้ดีขึ้น

2. ความยืดหยุ่นในการใช้งาน การใช้ Altair Studio ทำให้สามารถสร้างและทดสอบโมเดลการจัดกลุ่มได้ง่าย ๆ โดยไม่ต้องเขียนโค้ดซับซ้อน เพียงแค่ป้อนคำสั่งหรือข้อมูลเบื้องต้น โมเดลจะช่วยจัดกลุ่มผู้เรียนโดยอัตโนมัติ

3. ประสิทธิภาพในการเรียนรู้: การจัดกลุ่มนี้ช่วยให้ครูสามารถวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนได้ดียิ่งขึ้น และปรับแผนการสอนให้สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่มได้

ประโยชน์ของการจัดกลุ่มผู้เรียนโดยการใช้ Altair Studio ร่วมกับ K-means

การจัดกลุ่มผู้เรียนนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และเป็นการเพิ่มทักษะทางสังคมในมุมมองที่หลากหลาย ซึ่งประโยชน์ของการจัดกลุ่มผู้เรียนโดยการใช้ Altair Studio ร่วมกับ K-means อัลกอริทึม ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. พัฒนาทักษะการเรียนรู้ โดยการใช้ AI ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคล และช่วยให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนได้

2. ส่งเสริมสมรรถนะในการพัฒนาตนเองให้เป็นพลเมืองดิจิทัลสำหรับครู โดยการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการศึกษาไม่เพียงแต่ช่วยพัฒนาทักษะด้านวิชาการ แต่ยังส่งเสริมให้ครูผู้สอนบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการออกแบบการเรียนรู้ การวัดประเมินผล การจัดกลุ่มผู้เรียน เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงยุคดิจิทัล

3. จัดกลุ่มผู้เรียนตามความสามารถ ทักษะ หรือคุณลักษณะที่หลากหลาย เมื่อเทียบกับการจัดกลุ่มแบบเจาะจงเจตนาไม่สามารถเชื่อได้ว่ากลุ่มผู้เรียนมีความหลากหลาย

คุณลักษณะที่สำคัญของแพลตฟอร์ม Altair Studio (RapidMiner)

แพลตฟอร์ม Altair Studio (RapidMiner) เป็นเครื่องมือพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีคุณลักษณะเด่นสำหรับการสร้างและทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ (AI) โดยเฉพาะในด้าน Generative AI ซึ่งเน้นการออกแบบโมเดลเพื่อสร้างเนื้อหาใหม่อย่างรวดเร็ว คุณลักษณะที่สำคัญของ Altair Studio ได้แก่ (Altair Engineering Inc, 2024)

1. การใช้งานง่าย ซึ่งสามารถเริ่มสร้างและทดสอบโมเดลได้ทันทีผ่าน Google Cloud Console โดยไม่ต้องเขียนโค้ดซับซ้อน

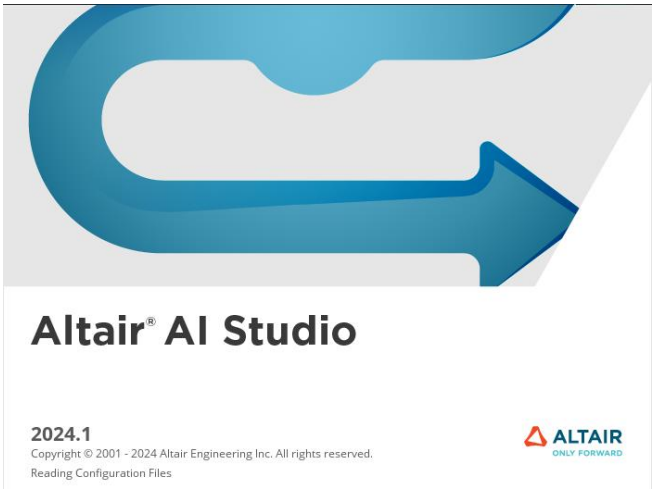
2. การปรับแต่งโมเดลซึ่งผู้ใช้สามารถปรับแต่งโมเดล AI ได้ตามความต้องการของแอปพลิเคชัน เช่น การปรับแต่งการสร้าง Prompt

3. สามารถสร้าง Prototype อย่างรวดเร็วโดยเหมาะสำหรับการสร้างต้นแบบแอปพลิเคชัน AI ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ

4. การพัฒนาแบบต่อเนื่อง กล่าวคือ Altair Studio ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถพัฒนาและปรับปรุงโมเดล AI อย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงได้

5. ความสามารถในการขยายการใช้งาน: สามารถนำไปปรับใช้ในหลาย ๆ กรณี เช่น การสร้างเนื้อหาข้อความ ภาพ หรือข้อมูลรูปแบบอื่น ๆ

นอกจากนี้ Altair Studio ยังรองรับการทำงานที่ครอบคลุมในหลายอุตสาหกรรมและหลากหลายการใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการสื่อสาร การตลาด และการพัฒนาสินค้า



ภาพที่ 1 แสดงหน้าจอของแพลตฟอร์ม Altair AI Studio

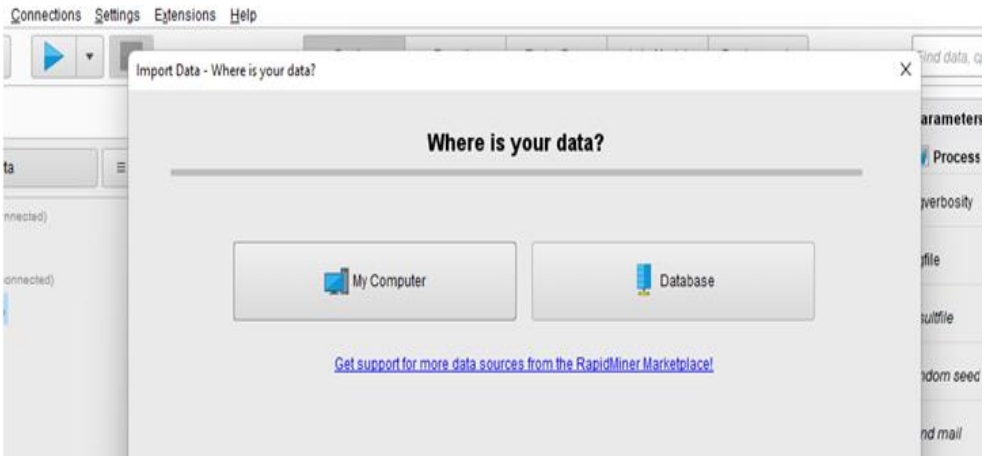
ที่มา: https://docs.rapidminer.com/2024.0/studio/releases/index.html

ตัวอย่างของการใช้อัลกอริทึมการจัดกลุ่ม K-Means ด้วยเครื่องมือ Altair Studio (RapidMiner)

ผู้เขียนของนำเสนอตัวอย่างการใช้อัลกอริทึม K-Means กับกระบวนการที่จัดทำขึ้นเพื่อจัดกลุ่มเด็กนักเรียน ซึ่งเป็นการรวมกลุ่มวิธีการที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อดำเนินการจัดกลุ่มซึ่งใช้วิธีการ K-Means หลังจากนั้นจึงสร้างแบบจำลอง ต่อจากนั้นผู้วิเคราะห์ได้คำสั่งให้ประมวลผลเพื่อรับทราบผลลัพธ์การจัดกลุ่ม ดังภาพตัวอย่างปัญหาด้านสาธารณสุขในกลุ่มเด็กที่มีส่วนสูงต่ำกว่าเกณฑ์ จากงานวิจัยของ Apriyani et al. (2023) โดยใช้การจัดกลุ่มส่วนสูงกลุ่มต่าง ๆ เทียบกับอายุ ทั้งนี้กลุ่มของเด็กนั้นมีส่วนสูงต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานซึ่งส่งผลเสียต่อปัญหาสุขภาพจิต ระดับไอคิวต่ำ การติดเชื้อ การเจริญเติบโต และพัฒนาการของเด็ก รวมทั้งผลกระทบต่อการใช้ชีวิต ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 395 คน เด็กวัยหัดเดินที่ที่มีส่วนสูงต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งหมด 287 คน และจำนวนเด็กวัยหัดเดินทั้งหมดที่มีสถานะปกติจำนวน 108 คน ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งาน ดังนี้

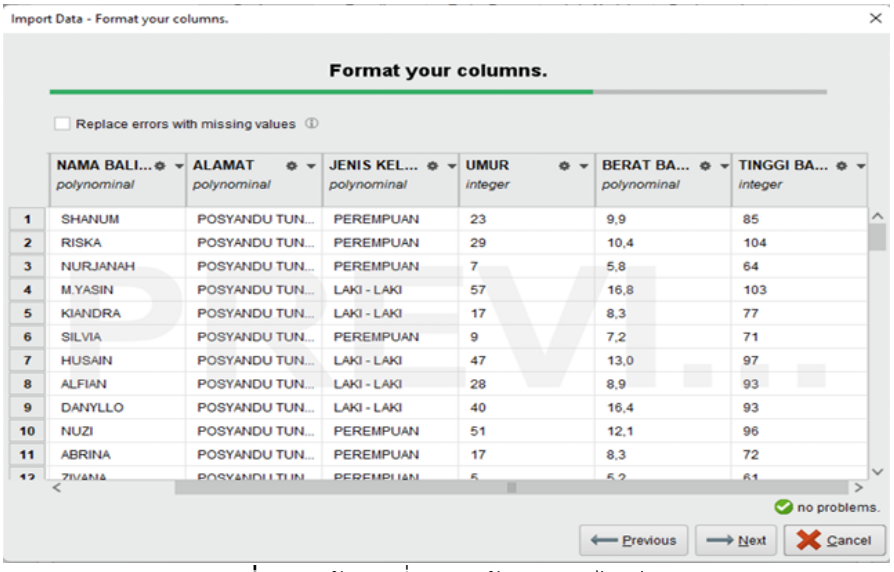
1. ก่อนที่จะใช้อัลกอริทึม K-Means ในการวิเคราะห์ ข้อมูลที่มีรูปแบบ *.xls จะถูกนำเข้าไปยัง RapidMiner ก่อนโดยคลิก "เพิ่มข้อมูล" จากนั้นเลือกตำแหน่งการจัดเก็บของชุดข้อมูลที่จะใช้ เนื่องจากชุดข้อมูลอยู่ในรูปแบบของแฟ้มที่มีรูปแบบ *.xls และไม่ได้มาจากฐานข้อมูล เช่น sql ให้

เลือกตำแหน่งที่ตั้งของชุดข้อมูลจาก "คอมพิวเตอร์ของฉัน" กระบวนการนำเข้าข้อมูลแสดงในภาพที่ 1 – 2



ภาพที่ 1 กระบวนการนำเข้าข้อมูลสามารถนำเข้าได้ทั้งสองแบบที่มีอยู่ในคอมพิวเตอร์หรือฐานข้อมูล

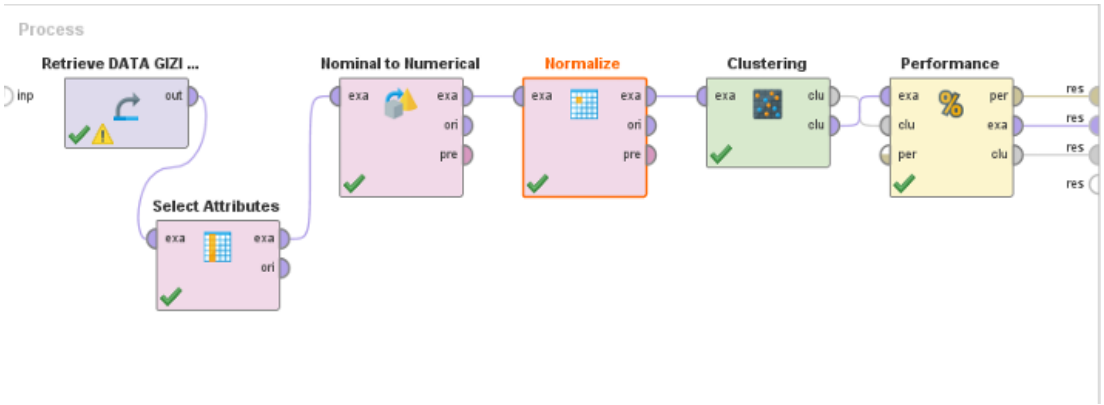
ที่มา: Apriyani et al. (2023)



	NAMA BALI... polynominal	ALAMAT polynominal	JENIS KEL... polynominal	UMUR integer	BERAT BA... polynominal	TINGGI BA... integer
1	SHANUM	POSYANDU TUN...	PEREMPUAN	23	9,9	85
2	RISKA	POSYANDU TUN...	PEREMPUAN	29	10,4	104
3	NURJANAH	POSYANDU TUN...	PEREMPUAN	7	5,8	64
4	M.YASIN	POSYANDU TUN...	LAKI - LAKI	57	16,8	103
5	KIANDRA	POSYANDU TUN...	LAKI - LAKI	17	8,3	77
6	SILVIA	POSYANDU TUN...	PEREMPUAN	9	7,2	71
7	HUSAIN	POSYANDU TUN...	LAKI - LAKI	47	13,0	97
8	ALFIAN	POSYANDU TUN...	LAKI - LAKI	28	8,9	93
9	DANYLLO	POSYANDU TUN...	LAKI - LAKI	40	16,4	93
10	NUZI	POSYANDU TUN...	PEREMPUAN	51	12,1	96
11	ABRINA	POSYANDU TUN...	PEREMPUAN	17	8,3	72
12	ZIVANA	POSYANDU TUN...	PEREMPUAN	5	5,2	61

ภาพที่ 2 ชุดข้อมูลที่ถูกนำเข้ามา จากไฟล์ *.xls

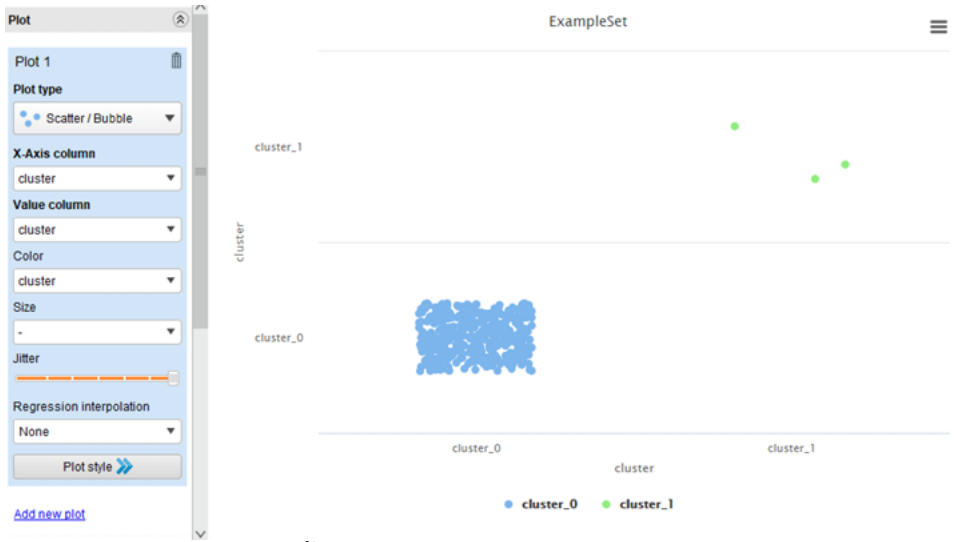
ที่มา: Apriyani et al. (2023)



ภาพที่ 3 แสดงแบบจำลองกระบวนการประมวลผลโดยการใช้อัลกอริทึม K-Means

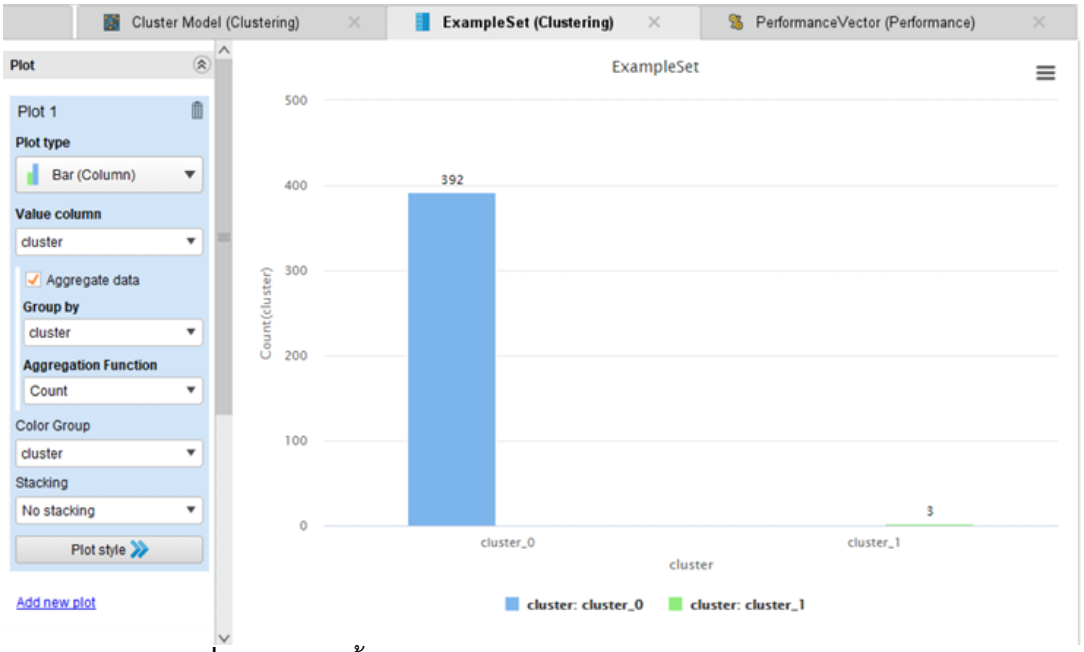
ที่มา: Apriyani, P. (2023)

ในภาพที่ 3 - 4 แสดงผลขั้นสุดท้ายของแอปพลิเคชัน K-Means สำหรับการจัดกลุ่มข้อมูลการจัดกลุ่ม จากการทดสอบข้างต้น สรุปได้ว่ากลุ่มที่ 0 มีเด็กวัยหัดเดิน 392 คน สัญลักษณ์เป็นสีน้ำเงิน กลุ่มที่ 1 มีเด็กวัยหัดเดิน 3 คน สัญลักษณ์เป็นสีเขียว



ภาพที่ 4 ภาพการแสดงผลขั้นสุดท้ายของแอปพลิเคชัน K-Means ในรูปแบบการจัดกลุ่ม

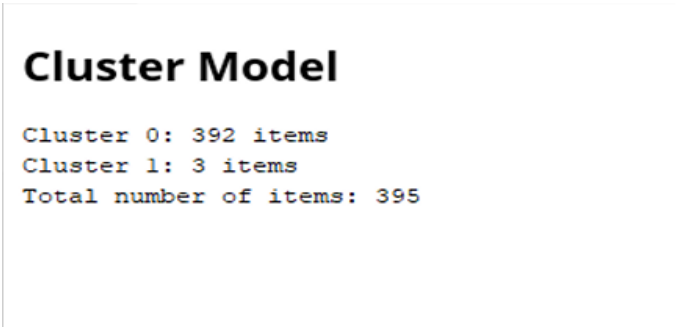
ที่มา: Apriyani, P. (2023)



ภาพที่ 5 แสดงผลขั้นสุดท้ายของแอปพลิเคชัน K-Means ในรูปแบบแท่ง

ที่มา: Apriyani, P. (2023)

จากการประมวลผลโดยกลุ่มใน Cluster Model ซึ่งเป็นคลัสเตอร์หรือกลุ่มอีกขั้นหนึ่ง ทั้งนี้ผู้ใช้งานสามารถดูการแสดงผลคลัสเตอร์ได้หลายรายการ ได้แก่ มุมมองข้อความซึ่งเป็นการแสดงผลการจัดกลุ่มตามคลัสเตอร์และจำนวนสมาชิกของคลัสเตอร์ประกอบด้วย 392 รายการ และคลัสเตอร์ 1 ประกอบด้วย จำนวน 3 รายการ การแสดงมุมมองข้อความจะแสดงในภาพที่ 6 แสดงผลขั้นสุดท้ายของแอปพลิเคชัน K-Means ในรูปแบบแท่ง และภาพที่ 5 ภาพการแสดงมุมมองข้อความ



ภาพที่ 6 แสดงมุมมองข้อความ

ที่มา: Apriyani, P. (2023)

นอกจากนี้ผลลัพธ์ของการประเมินคลัสเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้อัลกอริทึม K-Means และการคำนวณ DBI จะขึ้นอยู่กับการแสดงค่าส่วนผลลัพธ์ที่ได้จากการเทรนข้อมูลในรูปแบบ สถิติของค่าเฉลี่ย ดังภาพที่ 7 โดยผ่านการใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบ K-means และได้รับความช่วยเหลือโดยใช้การคำนวณดัชนีเดวีส์-โบลดิน (DBI) เพื่อกำหนดคลัสเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด มีการทดลองวนซ้ำ 10 ครั้งเพื่อกำหนดค่า DBI ที่ดีที่สุด

	K-Means	
K	**Avg. within centroid distance**	**DBI**
2	0.990	0.007
3	0.982	0.028
4	0.968	0.029
5	0.961	0.024
6	0.954	0.022
7	0.945	0.027
8	0.939	0.017
9	0.932	0.018
10	0.924	0.020

ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างค่าส่วนผลลัพธ์ที่ได้จากการเทรนข้อมูลในรูปแบบสถิติของค่าเฉลี่ย

ที่มา: Apriyani, P. (2023)

หลักการทฤษฎีในการนำ Altair Studio ร่วมกับ K-means บูรณาการกับนวัตกรรมการบริหารและจัดการศึกษา การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตรงตามความสามารถและปรับตัวให้เข้ากับบริบทของสังคมดังนั้นการจัดกลุ่มผู้เรียนจึงเป็นนวัตกรรมหนึ่งในการบริหารและจัดการศึกษาเพื่อใช้เป็นวิธีการปรับเหมาะ ดังนั้นหลักการทฤษฎีในการนำ Altair Studio ร่วมกับ K-means สรุปได้ดังนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวทางคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Learning Theory) เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้มีพัฒนาการมาจากปรัชญาปฏิบัตินิยม (Pragmatism) ที่การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้ (เนาวนิตย์ สงคราม, 2567) การนำ Altair Studio ร่วมกับ K-means มาใช้ในการจัดกลุ่มผู้เรียนเพื่อให้สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้ครูสามารถออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการพัฒนาของผู้เรียนแต่ละคนผ่าน

การปรับปรุงเนื้อหาที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน และสามารถส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ได้โดยการใช้ข้อมูลที่ได้จากการจัดกลุ่มมาช่วยในการวางแผนการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นฐานตามแนวทางของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences Theory) ของ Howard Gardner ทฤษฎีพหุปัญญาระบุว่าผู้เรียนมีความสามารถหลายด้าน และแตกต่างกัน การใช้ Altair Studio ในการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดกลุ่มผู้เรียนด้วย K-means ช่วยให้ผู้สอนสามารถปรับการสอนให้สอดคล้องกับปัญญาหลายด้าน เช่น ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Intelligence) และปัญญาด้านการฟัง (Musical Intelligence)

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยสื่อหลายมิติ (Multimedia Learning Theory) ของ Richard Mayer (2005) ทฤษฎีนี้ชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นเมื่อมีการใช้สื่อหลายรูปแบบร่วมกัน เช่น ภาพ ข้อความ และเสียง Altair Studio สามารถใช้ในการสร้างและปรับแต่งสื่อการสอนที่ผสมผสานสื่อหลากหลายรูปแบบ โดยใช้ข้อมูลจากการจัดกลุ่มผู้เรียนด้วย K-means เพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะของผู้เรียน การใช้สื่อเหล่านี้ช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้เชิงลึกและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และพุทธิพิสัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ทฤษฎีการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ (ARCS Model) ของ Keller, J.M. (1983) ทฤษฎี ARCS ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ความสนใจ (Attention) ความเกี่ยวข้อง (Relevance) ความมั่นใจ (Confidence) และความพึงพอใจ (Satisfaction) การใช้ Altair Studio ในการสร้างสรรค์สื่อการเรียนรู้และการจัดกลุ่มผู้เรียนผ่าน K-means จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนด้วยเนื้อหาที่ถูกปรับแต่งให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน เนื้อหาที่ปรับตามกลุ่มผู้เรียนช่วยเพิ่มความมั่นใจและความพึงพอใจในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบ Altair กับแพลตฟอร์ม AI อื่น ๆ

ตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณลักษณะของ Altair Studio กับแพลตฟอร์ม AI อื่น ๆ ที่ผู้เขียนได้วิเคราะห์และนำคุณลักษณะมาปรียบเทียบ ได้แก่ Google Cloud AI Platform, Azure Machine Learning Studio และ IBM Watson Studio

คุณลักษณะ	**Altair Studio** (Altair ,2024)	**Google Cloud AI Platform** (Google Cloud Thailand, 2023).	**Azure Machine Learning Studio** (Microsoft, 2024)	**IBM Watson Studio** (IBM, 2023)
ความง่ายในการใช้งาน	ใช้งานง่ายมาก เน้นการทดสอบต้นแบบรวดเร็ว	มีเครื่องมือครบ แต่การใช้งานมีความซับซ้อนกว่า	ใช้งานง่าย มีการลาก-วางโมเดล	ซับซ้อนสำหรับผู้เริ่มต้น แต่มีเครื่องมือครบ
ฟังก์ชันการปรับแต่งโมเดล	ปรับแต่งโมเดลได้ตามความต้องการของแอปพลิเคชัน	รองรับการปรับแต่งโมเดลได้อิสระ	ปรับแต่งโมเดลด้วยโค้ด Python หรือลาก-วาง	รองรับการปรับแต่งโมเดลได้อิสระ
การรองรับอุตสาหกรรม	รองรับหลายอุตสาหกรรม เช่น การศึกษาและการตลาด	รองรับทุกอุตสาหกรรม	รองรับทุกอุตสาหกรรม	รองรับทุกอุตสาหกรรม
เครื่องมือสำหรับการทำ Prototype	เน้นการสร้างต้นแบบรวดเร็ว ใช้งานง่าย	รองรับการสร้างต้นแบบ แต่ต้องใช้การตั้งค่าเพิ่ม	รองรับการสร้างต้นแบบแบบลาก-วาง	รองรับการสร้างต้นแบบแต่ซับซ้อนกว่า
การเชื่อมต่อ API	เชื่อมต่อได้โดยไม่ต้องใช้ REST API หรือ SDK	รองรับการใช้ REST API และ SDK	รองรับการเชื่อมต่อ API เต็มรูปแบบ	รองรับการเชื่อมต่อผ่าน REST API
ประสิทธิภาพในการทดสอบ	ทดสอบโมเดลและสร้าง Prompt ได้อย่างรวดเร็ว	มีการทดสอบโมเดลที่ดี	รองรับการทดสอบแบบบูรณาการ	มีประสิทธิภาพในการทดสอบสูง
การรองรับการพัฒนาแบบต่อเนื่อง	รองรับการพัฒนาและปรับปรุงโมเดลได้ง่าย	รองรับการปรับปรุงโมเดลได้ตลอดเวลา	รองรับการพัฒนาโมเดลอย่างต่อเนื่อง	รองรับการพัฒนาและปรับปรุงโมเดล

ขั้นตอนวิธีการประยุกต์ใช้ Altair Studio และ K-means ในการจัดกลุ่มผู้เรียนเพื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จากรายละเอียดดังกล่าวข้างต้นผู้เขียนขอนำเสนอขั้นตอนการประยุกต์ใช้ Altair Studio และ K-means ในการจัดกลุ่มผู้เรียนอัจฉริยะสู่การสร้างตัวช่วยที่ดีของครูยุคดิจิทัล ดังนี้

1. ขั้นการวางแผนและการเตรียมการสอน

1.1 บทบาทผู้สอน: กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ เช่น การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์หรือการแก้ปัญหา

จากนั้นใช้ Altair Studio และ K-means เพื่อวิเคราะห์และจัดกลุ่มผู้เรียนตามข้อมูลการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา ผู้สอนสามารถออกแบบบทเรียนที่เหมาะสมกับแต่ละกลุ่มผู้เรียนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เฉพาะบุคคล

1.2 บทบาทผู้เรียน: ศึกษาและทำความเข้าใจกับหัวข้อที่กำหนดล่วงหน้า เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบโต้ตอบ โดยใช้ผลจากการจัดกลุ่มเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่ตรงกับทักษะของแต่ละบุคคล

2. ขั้นการบูรณาการใช้เป็นสื่อการสอนเกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่ ฐานข้อมูลด้วย Altair Studio

2.1 บทบาทผู้สอน: ใช้ Altair Studio และ K-means เป็นสื่อในการจัดกิจกรรมโดยให้ผู้เรียนได้ฝึกการจัด

หมวดหมู่ที่สอดคล้องโจทย์ตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดขึ้น

2.2 บทบาทผู้เรียน: มีส่วนร่วมกับสื่อ Altair Studio โดยฝึกการใช้ Altair Studio และตอบคำถามที่มีการใช้กราฟิกหรือข้อมูลที่ซับซ้อนเพื่อเสริมสร้างทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลตามสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น

ตัวอย่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Altair Studio และ K-means

ขั้นนำเข้าสู่เนื้อหา

1. ผู้สอนกระตุ้นความคิดของผู้เรียนด้วยการถามคำถาม เช่น "ผู้เรียนเคยเห็น สินค้าในร้านสะดวกซื้อที่มีมากมายหรือไม่ที่มีการกระจัดกระจายอยู่บนชั้นวางสินค้าหรือไม่ แล้วเราจะสามารถจัดหมวดหมู่ข้อมูลเหล่านั้นได้อย่างไรโดยใช้ AI?" จากนั้นนำ Altair Studio มาแสดงตัวอย่าง ที่สร้างขึ้นจาก K-means clustering เพื่อแสดงให้เห็นถึงการประมวลผลข้อมูลและการจัดกลุ่มข้อมูล

2. ให้ผู้เรียนแสดงความเห็นเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่าง อินโฟกราฟิก หรือกราฟที่มีการสรุปและวิเคราะห์ที่มีการแบ่งกลุ่มข้อมูล (Clustering Algorithms) ประมวลผลออกมาซึ่งสร้างโดย

AI Altair Studio โดยพิจารณาจากความชัดเจน การใช้งานง่าย และความแม่นยำในการสื่อสารข้อมูลนั้นเราสามารถเข้าใจได้ว่ามีการจัดกลุ่มข้อมูลอย่างไร

ขั้นสอน

1. ผู้สอนอธิบายวิธีการใช้ Altair Studio ในการจัดการข้อมูลและสารสนเทศ โดยเน้นการใช้ K-means เพื่อจัดกลุ่มข้อมูลผู้เรียน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความซับซ้อนและการจัดการข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ

2. ผู้เรียนทดลองใช้ Altair Studio เพื่อสร้างแผนภาพกราฟที่แสดงผลการจัดกลุ่มข้อมูลโดยการจัดกลุ่มแบบค่าเฉลี่ยเคโดยใช้ K-means และนำเสนอผลงานในกลุ่ม

3. ให้ผู้เรียนโต้ตอบกับ Altair Studio โดยใส่ข้อมูลและดูผลลัพธ์การจัดกลุ่มจากการใช้ K-means เพื่อพัฒนาความเข้าใจในการจัดการข้อมูลเชิงโต้ตอบผ่านข้อมูลสารสนเทศตามสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายผลลัพธ์จากการใช้ Altair Studio และ K-means โดยวิเคราะห์ว่าการจัดกลุ่มด้วย AI ช่วยในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างไร

2. ประเมินผลงานจากการนำเสนอของผู้เรียน และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงการใช้งาน AI ในอนาคต

ขั้นการประเมินผล

1. ประเมินจากการใช้งาน Altair Studio และ K-means ในการจัดกลุ่มข้อมูลและสร้างเนื้อหาที่เหมาะสม

2. พิจารณาทักษะการคิดวิเคราะห์ การประยุกต์ใช้ความรู้ และความคิดสร้างสรรค์ในการจัดการข้อมูลสารสนเทศ

3. ประเมินการมีส่วนร่วมในการอภิปรายและการนำเสนอผลงานในชั้นเรียนการจัดกลุ่มข้อมูลสารสนเทศแบ่งกลุ่มข้อมูล (Clustering Algorithms)

บทสรุป (Conclusion)

การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และอัลกอริทึม K-means ในการจัดกลุ่มผู้เรียนอัจฉริยะ โดยใช้แพลตฟอร์ม Altair Studio ซึ่งครูในยุคดิจิทัลต้องสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยในการจัดกลุ่มผู้เรียนตามความสามารถและลักษณะการเรียนรู้เฉพาะของแต่ละบุคคล โดยกระบวนการจัดกลุ่มนี้เป็นการเรียนรู้แบบไม่ต้องมีผู้กำกับ (Unsupervised Learning) ทั้งนี้ยัง

เพิ่มประสิทธิภาพครูผู้สอนในการวิเคราะห์ข้อมูลและวางแผนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน เช่น กลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถสูง กลุ่มที่มีความสามารถปานกลาง และกลุ่มที่ต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติม การจัดกลุ่มด้วย Altair Studio และ K-means ช่วยให้ครูสามารถออกแบบเนื้อหาการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความต้องการของแต่ละกลุ่ม อีกทั้งยังสนับสนุนให้ครูสมรรถนะในการพัฒนาตนเองปรับปรุงการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล สู่การพัฒนาความเป็นพลเมืองดิจิทัลของครูที่มีคุณภาพในยุค AI โดยบทความนี้ยังได้อธิบายขั้นตอนการใช้เครื่องมือ Altair Studio ในการสร้างและทดสอบโมเดล AI รวมถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ครูสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียนได้อย่างครอบคลุมทุกมิติของการเรียนการสอน

เอกสารอ้างอิง (References)

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2537). สรุปการสัมมนาวิชาการ เรื่อง เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาไทยในกระแสโลกนุวัตร. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เนาวนิตย์ สงคราม. (2567). ศาสตร์นวัตกรรม ศาสตร์แห่งการเรียนรู้ในยุคเทคโนโลยีดิจิทัล. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุทิศ บำรุงชีพ. (2566). นวัตกรรมสร้างสรรค์เพื่อการเรียนรู้สู่ความเป็นพลเมืองดิจิทัล. ชลบุรี: ชลบุรีการพิมพ์.

Altair Engineering Inc. (2024). Altair® AI Studio Data Science Design Software. Retrieved November 8, 2024, from https://altair.com/altair-ai-studio

Apriyani, P., Dikananda, A. R., & Ali, I. (2023). Penerapan algoritma K-means dalam klasterisasikasus stunting balita desa Tegalwangi. Hello World: Jurnal Ilmu Komputer, 2(1), 20 - 33.

loom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. Educational Researcher, 13(6), 4 - 16.

Google Cloud Thailand. (2023). Generative AI Studio on Google Cloud. Retrieved October 4, 2024, from https://medium.com/google-cloud-thailand/

Ibrahim, Mubaraka. (2020). LEARNING STYLE DETECTION USING K-MEANS CLUSTERING. FUDMA JOURNAL OF SCIENCES. 4(3), 375 - 381.

IBM. (2023). IBM Watson Studio. Retrieved November 8, 2024, from https://www.ibm.com/products/ watson-studio

Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C.M. Reigeluth (Ed.), Instructional-design theories and models: An overview of their current status. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, Publisher.

Microsoft. (2024). Azure Machine Learning Studio. Retrieved October 2, 2024, from https://azure.microsoft.com/en-us/products/machine-learning

Mayer, Richard & Moreno, Roxana. (2005). A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles. Retrieved November 8, 2024, from https://www.researchgate.net/ publication/248528255_A_Cognitive_Theory _of_Multimedia_Learning_Implications_for_Design_Principles

Seels, B. B., & Richey, R. C. (2012). Instructional technology: The definition and domains of the field. Iap. Washington DC: Association for Educational Communications and Technology.

Sudirman, Windarto, A., & Wanto, A. (2018). Data mining tools | RapidMiner: K-means method on clustering of rice crops by province as efforts to stabilize food crops in Indonesia. In Proceedings of IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (pp. 1-8). IOP Publishing.

Supianto, A., Sa'diyah, N., Dewi, C., Indah R, R., Wicaksono, S. A., Az-zahra, H., Wijoyo, S., Hayashi, Y., & Hirashima, T. (2020). Improvements of fuzzy C-means clustering performance using particle swarm optimization on student grouping based on learning activity in a digital learning media. In Proceedings of the 5th International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (pp. 239-243).

Tuyishimire, E., Mabuto, W., Gatabazi, P., & Bayisingize, S. (2022). Detecting learning patterns in ertiary education using K-means clustering. Information, 13(2), 1 - 14.