

Research article

การพัฒนาไลน์แชทบอต “Sparkistics” เพื่อเป็นผู้ช่วยครูสำหรับวิเคราะห์คำตอบและแนะนำวิธีการ
ส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ

DEVELOPMENT OF THE LINE CHATBOT “SPARKISTICS” TO ASSIST TEACHERS IN
ANALYZING RESPONSES AND RECOMMENDING METHODS TO ENHANCE MATHEMATICAL
REPRESENTATION COMPETENCY IN QUALITATIVE DATA ANALYSIS AND PRESENTATION

เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล^{1*} และชนิสวรา เลิศอมรพงษ์²

Mathasit Tanyarattanasrisakul^{1*} and Chanisvara Lertamornpong²

mathasit24@gmail.com^{1*} and feducrl@ku.ac.th²

^{1*}กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม 73000 ประเทศไทย

Department of Mathematics, Rachineeburana School, Nakhon Pathom 73000 Thailand

²สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900 ประเทศไทย

Division of Mathematics, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), <https://doi.org/10.55003/JIE.24209>

Received: July 23, 2025, | Revised: August 13, 2025, | Accepted: August 21, 2025

Citation reference :

Tanyarattanasrisakul, M., Lertamornpong, C. (2025). Development of the line chatbot “sparkistics” to assist teachers in analyzing responses and recommending methods to enhance mathematical representation competency in qualitative data analysis and presentation. *Journal of Industrial Education*, 24(2), 38-52.

ABSTRACT

This research resulted in the development of the LINE chatbot to assist teachers in analyzing students' responses and recommending effective ways to enhance mathematical representation competency. The LINE chatbot provides individualized feedback and tailored instructional guidance aligned precisely with each student's answer, thereby enabling teachers to support student learning more precisely and in greater depth. The tools employed in this research included the LINE Official Account, LINE Developer, and Dialogflow, all of which are capable of advanced natural language processing. The development data comprised 148 sets of student responses from assessments on the topic Qualitative Data Analysis and Presentation, collected from Matthayomsuksa 6 students. Of these, 109 sets were used to train the chatbot and 39 sets were used to test its overall performance, along with an associated scoring rubric. Data analysis was conducted using a confusion matrix, average values, and percentages. The research findings revealed that: 1) the LINE chatbot developed in this research, named “Sparkistics”, has the following capabilities: 1.1) facilitating the seamless delivery of important documents related to the assessment, 1.2) analyzing students' responses through interactive, word-by-word chat interactions, and 1.3) providing concrete and actionable recommendations for promoting students' mathematical representation competency; and 2) the chatbot's performance in analyzing responses and assigning proficiency levels showed an average accuracy of 92.36%, precision of 92.36%, recall of 92.71%, and F1-score of 92.36%. The findings indicate that the “Sparkistics” LINE chatbot has sufficient potential for practical application to enhance mathematics teaching and learning in the classroom.

Keywords: LINE chatbot, Mathematical representation competency, Assistant for teachers, Educational technology

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ทำให้เกิดไลน์แชทบอตเพื่อเป็นผู้ช่วยครูในการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนและแนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ไลน์แชทบอตนี้สามารถให้ข้อเสนอแนะและแนวทางที่สอดคล้องกับคำตอบของนักเรียน ช่วยให้ครูสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตรงจุดและลึกยิ่งขึ้น เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ LINE official account, LINE developer และ Dialogflow ซึ่งมีความสามารถในการประมวลผลภาษาธรรมชาติ ข้อมูลที่ใช้พัฒนา ได้แก่ คำตอบจากการประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 148 ชุด แบ่งเป็นข้อมูลที่นำมาใช้ในการเรียนรู้ของไลน์แชทบอต จำนวน 109 ชุด และข้อมูลที่นำมาใช้ทดสอบประสิทธิภาพของไลน์แชทบอตจำนวน 39 ชุด และเกณฑ์การให้คะแนนงานทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้เมทริกซ์ความสับสน ค่าเฉลี่ยและร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า 1) ไลน์แชทบอตที่พัฒนาขึ้นชื่อ “Sparkistics” มีความสามารถดังนี้ 1.1) อำนวยความสะดวกในการจัดส่งไฟล์เอกสารการประเมิน 1.2) วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนผ่านการตอบคำถามและการ اخترระบุคำตอบของนักเรียนแบบคำต่อคำ และ 1.3) แนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ และ 2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของไลน์แชทบอตในการวิเคราะห์คำตอบและให้ระดับคะแนนพบว่ามีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 92.36 ความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 92.36 การเรียกคืนเฉลี่ยร้อยละ 92.71 และความสมดุลระหว่างความแม่นยำและการเรียกคืนเฉลี่ยร้อยละ 92.36 ผลการวิจัยสะท้อนว่าไลน์แชทบอต “Sparkistics” มีศักยภาพเพียงพอสำหรับการนำไปใช้จริงเพื่อยกระดับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

คำสำคัญ: ไลน์แชทบอต, สมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์, ผู้ช่วยครู, เทคโนโลยีการศึกษา

1. บทนำ

ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence: AI) เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้เครื่องจักรหรือคอมพิวเตอร์สามารถทำงานที่ต้องการความฉลาดของมนุษย์ได้ เช่น การคิดวิเคราะห์ การเรียนรู้ การตัดสินใจ และการใช้ภาษาธรรมชาติ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2025, p. 6) หรืออธิบายโดยรวมคือการศึกษาวิธีทำให้คอมพิวเตอร์สามารถทำสิ่งที่มนุษย์ทำได้ดีกว่าในปัจจุบัน (Ertel, 2017, p. 1) ซึ่งเป็นความก้าวหน้าทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ความก้าวหน้านี้ได้ส่งผลกระทบและแรงผลักดันมหาศาลทำให้หลายสาขาวิชาหันมาใช้ประโยชน์จากความชาญฉลาดของ AI เช่นเดียวกับการจัดการศึกษา AI กำลังเปลี่ยนการศึกษาในหลายด้าน เช่น การเรียนรู้ส่วนบุคคล (Personalized learning) ที่ช่วยปรับแผนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียนแต่ละคน หรือการวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนรู้ (Learning analytics) ที่ช่วยครูติดตามและวิเคราะห์พัฒนาการของนักเรียน (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2025, p. 3) ในทุกรายวิชา รวมทั้งการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำความชาญฉลาดของ AI ไปใช้ประโยชน์ในฐานะเครื่องมือออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical tasks) ที่ลึกซึ้ง หรือใช้ในการพัฒนาการคิดและการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน อีกมุมหนึ่ง AI สามารถนำมาใช้ในงานประเมินผลการเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลผลการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล ช่วยระบุจุดอ่อนและให้การสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ทั้งยังใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานของครูได้อีกด้วย (National Council of Teachers of Mathematics: 2024, p. 1; Opesemowo & Adewuyi, 2024, p. 1) ด้วยเหตุนี้การใช้ AI ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปัจจุบันจึงมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น (Panqueban & Huincahue, 2024, p. 1)

ช่วงปลายปี พ.ศ. 2567 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนางานเพื่อประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยทำให้ได้งานทางคณิตศาสตร์สำหรับใช้ประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ จำนวน 2 งาน แต่ละงานจะมีเกณฑ์การให้คะแนน 3 ด้าน จำนวน 5 ข้อย่อย แต่ละข้อมีระดับคะแนนเป็น 2, 1 และ 0 คะแนน ทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ในการประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาเฉพาะ ท่วงงานวิจัยเรื่องนี้มีข้อเสนอแนะซึ่งเกิดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลกับครูผู้ให้เกณฑ์การให้คะแนน คือ การพัฒนาเครื่องมือช่วยในการตรวจให้คะแนน เนื่องจากในช่วงแรกของการประเมิน ผู้ประเมินบางส่วนไม่คุ้นเคยกับข้อความในเกณฑ์ จึงไม่สามารถตัดสินใจให้คะแนนนักเรียนจากเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งอาจพบกับคำตอบของนักเรียนที่ตัดสินใจให้คะแนนได้ยาก จึงควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยให้ครูสามารถให้คะแนนนักเรียนได้สะดวกยิ่งขึ้น เช่น แชทบอต (Chatbots) ที่สามารถวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนและให้คะแนนได้ในทันที เป็นต้น (Tanyarattanasrisakul et al., 2025, p. 18) จากข้อเสนอแนะข้างต้น ผู้วิจัยได้ทดลองให้ AI สำเร็จรูป ซึ่งเป็นโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนาเพื่อการใช้งานทั่วไป วิเคราะห์คำตอบ

ของนักเรียนเพื่อให้คะแนน ถ้า AI สำเร็จรูปสามารถทำได้ ครูผู้ทำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จะสามารถนำ AI เหล่านี้ มาช่วยในการวิเคราะห์คำตอบได้เช่นกัน แต่พบว่าการให้คะแนนจาก AI สำเร็จรูปมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เนื่องจากการตัดสินใจจากเกณฑ์ที่อธิบายความสามารถโดยรวมของนักเรียน เช่น อธิบายได้สมบูรณ์ อธิบายได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่สามารถอธิบายได้ ซึ่งไม่ได้หยั่งลึกไปถึงลักษณะการคิดที่เป็นที่มาของคำตอบนั้น อีกประการหนึ่ง คือ ลักษณะการเขียนตอบของนักเรียนที่อาจไม่ได้คำนึงถึงการเขียนที่ถูกต้องสมบูรณ์และมักจะตอบสั้น ทำให้ AI สร้างความเข้าใจและให้คะแนนผิดพลาด สะท้อนให้เห็นว่าความสามารถในการตัดสินใจระดับคะแนนในงานที่มีความเฉพาะ จำเป็นต้องมีเครื่องมือ AI โดยเฉพาะสำหรับการใช้งานเช่นกัน ซึ่งแชทบอตถือเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ AI ในการขับเคลื่อน ทั้งยังมีศักยภาพในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (Yi, et al., 2025, p. 1105) และสอดคล้องกับข้อเสนอแนะที่ได้รับ

แชทบอตหรือจักรกลสนทนา เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural language processing) จากข้อความที่ส่งมาจากผู้ใช้ และสร้างคำตอบที่สอดคล้องกับบริบทการสนทนาเพื่อตอบกลับผู้ใช้ในเรื่องต่าง ๆ โดยสามารถเชื่อมต่อเข้ากับแพลตฟอร์มการส่งข้อความผ่าน Application Programming Interface หรือ API (Khan & Des, 2018, pp. 1-2) เครื่องมือที่ช่วยให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือแอปพลิเคชันสามารถสื่อสารผ่านการโต้ตอบด้วยภาษาทั่วไปหรือภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันและทำงานร่วมกันได้ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างซอฟต์แวร์สองตัวในการส่งข้อมูลหรือเรียกใช้ฟังก์ชันต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องเข้าถึงโค้ดภายในของซอฟต์แวร์นั้นโดยตรง (OpenAI, 2025; Panqueban & Huincabue, 2024, p. 4) ปัจจุบันการสร้างแชทบอตได้พัฒนาไปสู่การใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning: ML) เป็นตัวจำแนกเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีและแม่นยำมากกว่า ซึ่งเกิดจากการตั้งคำถามล่วงหน้าแล้วจัดประเภทคำถามตามเจตนา (Intent) เมื่อผู้ใช้สนทนาด้วยคำถามในรูปแบบเดียวกัน แชทบอต จะเข้าใจคำถามหรือบทสนทนานั้นและเลือกการตอบกลับที่เหมาะสม (Biswas, 2018, p. 14)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญและสนใจพัฒนาแชทบอตที่เชื่อมต่อกับไลน์ (LINE) ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันในการติดต่อสื่อสารและใช้งานกันโดยทั่วไปของครูผู้สอน หรือที่เรียกว่าไลน์แชทบอต (LINE chatbot) เพื่อทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยครูในการใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่ต้องมีการให้ระดับคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ และช่วยแสดงแนวทางการพัฒนานักเรียนที่ได้คะแนนในระดับต่าง ๆ มาประกอบการตัดสินใจของครู การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาไลน์แชทบอตเพื่อเป็นผู้ช่วยครูสำหรับวิเคราะห์คำตอบและแนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ และ 2) ประเมินประสิทธิภาพของไลน์แชทบอตในการวิเคราะห์คำตอบและให้ระดับคะแนนสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jančarik et al. (2023, pp. 285-286) ทำการวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้แชทบอตปัญญาประดิษฐ์ในการสอนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าแชทบอตสามารถวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนโดยอัตโนมัติจากฐานข้อมูลในแชทบอต ทั้งยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคลได้ อีกมุนหนึ่ง Labadze et al. (2023, p. 1) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทบาทของแชทบอตปัญญาประดิษฐ์ ด้านการศึกษา: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ จากงานวิจัยจำนวน 67 เรื่อง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการบูรณาการแชทบอตปัญญาประดิษฐ์เข้ากับการศึกษาจากมุมมองของทั้งนักเรียนและครูผู้สอน โดยพบว่านักเรียนได้รับประโยชน์หลัก 3 ด้าน ได้แก่ การช่วยทำการบ้านและทบทวนบทเรียน ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เฉพาะบุคคล และการพัฒนาทักษะที่หลากหลาย ประโยชน์ที่สำคัญสำหรับครูผู้สอน คือ ช่วยประหยัดเวลา ช่วยในการประเมินผลการเรียนรู้ และช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามพบความท้าทายที่ครูผู้สอนต้องเจอเมื่อนำไปใช้ ได้แก่ ความน่าเชื่อถือ ความถูกต้องของข้อมูล และประเด็นทางจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ Opesemowo and Adewuyi (2024, p. 1) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การทบทวนอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์: กระแสการเปลี่ยนแปลง จากอุตสาหกรรมยุคที่ 4 จากงานวิจัยจำนวน 10 เรื่อง ผลการวิจัยพบว่าปัญญาประดิษฐ์สามารถใช้เพื่อการเรียนรู้รายบุคคล สนับสนุนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยในการประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะแบบทันที (Real-time) ช่วยในการพัฒนาหลักสูตร และช่วยเสริมศักยภาพให้แก่ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ ChatGPT เป็นเครื่องมือหลักที่ถูกนำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และ Panqueban and Huincabue (2024, p. 357) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ปัญญาประดิษฐ์ในคณิตศาสตร์ศึกษา: การทบทวนอย่างเป็นระบบ จากงานวิจัยจำนวน 29 เรื่อง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นแนวโน้มการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อสร้างระบบการเรียนรู้แบบอัจฉริยะที่ส่งเสริมการเรียนรู้และสนับสนุนการสอน โดยเฉพาะในการประเมินผลแบบออนไลน์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าปัญญาประดิษฐ์สามารถส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ ทั้งในมิติของการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในรูปแบบของระบบสนทนาหรือแชทบอต อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดด้านความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูลที่แชทบอตสร้างขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของการวิเคราะห์และคำแนะนำในการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นการพัฒนาแชทบอตเพื่อช่วยครูในการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน และให้ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพของแชทบอตในด้านความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของการวิเคราะห์คำตอบ ตลอดจนการให้ระดับคะแนนสมรรถนะอย่างเหมาะสม เพื่อให้แชทบอตที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างแท้จริง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. คำตอบจากการประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 547 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ และกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 148 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม และกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามแนวคิดของ Cohen et al. (2018, p. 207) ที่อธิบายไว้สำหรับประชากรประมาณ 500 คน ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ คือ 96 คน ทั้งนี้ นักเรียนแต่ละห้องเรียนมีความสามารถคล่องแคล่วและสนใจเข้าร่วมการประเมินด้วยความเต็มใจ รวม 4 ห้องเรียน จำนวน 148 ชุด แบ่งเป็นข้อมูลที่น่าสนใจในการเรียนรู้ของไลน์แชทบอตจาก 3 ห้องเรียน จำนวน 109 ชุด และข้อมูลใช้ในการทดสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์คะแนนจาก 1 ห้องเรียน จำนวน 39 ชุด คำตอบแต่ละชุดมาจากคำถามในงานทางคณิตศาสตร์ 2 งาน ได้แก่ งานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น มีข้อคำถามทั้งหมด 5 ข้อ ประกอบด้วย ข้อ 1 ให้นักเรียนสร้างแผนภูมิรูปร่างกลมจากข้อมูลในตารางความถี่ทางเดียวที่กำหนดให้ ข้อ 2.1 ให้นักเรียนระบุจุดเด่นของแผนภูมิรูปร่างกลม ข้อ 2.2 ให้นักเรียนระบุจุดด้อยของแผนภูมิรูปร่างกลม ข้อ 3.1 ให้นักเรียนอธิบายผลกระทบต่อการตีความข้อมูลจากการสูญเสียข้อมูลเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทนจากตารางความถี่ทางเดียวเป็นแผนภูมิรูปร่างกลม และข้อ 3.2 ให้นักเรียนอธิบายผลกระทบต่อการตีความข้อมูลจากการได้ข้อมูลเพิ่มเติมเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทนจากตารางความถี่ทางเดียวเป็นแผนภูมิรูปร่างกลม และงานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย มีข้อคำถามทั้งหมด 5 ข้อ ประกอบด้วย ข้อ 1 ให้นักเรียนสร้างตารางความถี่สองทางจากข้อมูลในแผนภูมิแท่งพหุคูณที่กำหนดให้ ข้อ 2.1 ให้นักเรียนระบุจุดเด่นของตารางความถี่สองทาง ข้อ 2.2 ให้นักเรียนระบุจุดด้อยของตารางความถี่สองทาง ข้อ 3.1 ให้นักเรียนอธิบายผลกระทบต่อการตีความข้อมูลจากการสูญเสียข้อมูลเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทนจากแผนภูมิแท่งพหุคูณเป็นตารางความถี่สองทาง และข้อ 3.2 ให้นักเรียนอธิบายผลกระทบต่อการตีความข้อมูลจากการได้ข้อมูลเพิ่มเติมเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทนจากแผนภูมิแท่งพหุคูณเป็นตารางความถี่สองทาง

2. เกณฑ์การให้คะแนนงานทางคณิตศาสตร์จากงานวิจัย เรื่อง การพัฒนางานเพื่อประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric) ตามนิยามของสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการจัดการกับตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ผ่านการตีความ การแปลความหมาย และการสร้างตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์จากตัวแสดงแทนที่มีอยู่เดิม การพิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของตัวแสดงแทนที่กำหนดให้ รวมทั้งการอธิบายผลกระทบจากการสูญเสียข้อมูลหรือได้ข้อมูลเพิ่มเติมเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน โดยกำหนดระดับคะแนนเป็น 2, 1 และ 0 คะแนน ทั้งนี้มีค่าความตรงตามเนื้อหาจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และการวัดประเมินผล จำนวน 5 ท่าน เท่ากับ 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินอยู่ในช่วง 0.80-1.00 (Tanyarattanasrisakul et al., 2025, pp. 6-14) แสดงเกณฑ์การให้คะแนนงานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนงานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ข้อ 1 การเชื่อมโยงระหว่างตัวแสดงแทน (รวม 2 คะแนน)	
2	สร้างแผนภูมิรูปร่างกลมตามเงื่อนไขได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยแสดงสัดส่วนพื้นที่รายการกิจกรรม และจำนวนร้อยละที่ถูกต้องทั้งหมด
1	สร้างแผนภูมิรูปร่างกลมตามเงื่อนไขได้ไม่สมบูรณ์ โดยแสดงสัดส่วนพื้นที่และรายการกิจกรรมได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดในการแสดงข้อมูลเชิงตัวเลข
0	สร้างแผนภูมิรูปร่างกลมไม่ตรงตามเงื่อนไข เช่น สร้างแผนภูมิรูปร่างกลมแต่แบ่งสัดส่วนไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุรายการกิจกรรม หรือไม่ตอบ
ข้อ 2 การระบุจุดเด่นและจุดด้อยของตัวแสดงแทน (รวม 4 คะแนน)	
ข้อ 2.1 การระบุจุดเด่น (2 คะแนน)	
2	ระบุจุดเด่นของแผนภูมิรูปร่างกลมชัดเจน ได้แก่ สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างจากสัดส่วนหรือจากพื้นที่ได้ง่ายและรวดเร็วโดยไม่ต้องพิจารณาตัวเลข
1	ระบุจุดเด่นของแผนภูมิรูปร่างกลมได้แต่ไม่ตรงประเด็นหรือไม่ใช่จุดเด่นที่สำคัญ เช่น ระบุว่าแผนภูมิรูปร่างกลมช่วยให้เข้าใจข้อมูลง่ายหรือเห็นแนวโน้มข้อมูลจากค่าร้อยละ
0	ระบุจุดเด่นของแผนภูมิรูปร่างกลมไม่ถูกต้อง โดยเข้าใจผิดว่าช่วยให้เปรียบเทียบจำนวนได้ชัดเจนหรือให้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ
ข้อ 2.2 การระบุจุดด้อย (2 คะแนน)	
2	ระบุจุดด้อยของแผนภูมิรูปร่างกลมที่ชัดเจน ได้แก่ หากข้อมูลใกล้เคียงกันจะทำให้สับสนจากขนาดพื้นที่ที่ใกล้เคียงกันหรือหากมีหลายรายการจะทำให้อ่านข้อมูลได้ยาก
1	ระบุจุดด้อยของแผนภูมิรูปร่างกลมได้แต่ไม่ตรงประเด็นหรือไม่ใช่จุดด้อยที่สำคัญ เช่น เป็นการจำแนกข้อมูลที่ไม่ละเอียดหรือต้องใช้การคำนวณหลายขั้นตอน
0	ระบุจุดด้อยของแผนภูมิรูปร่างกลมไม่ถูกต้อง เช่น ไม่สามารถระบุความถี่ได้หรือให้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ
ข้อ 3 การอธิบายผลกระทบจากการสูญเสียข้อมูลหรือได้ข้อมูลเพิ่มเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน (4 คะแนน)	
ข้อ 3.1 การอธิบายผลกระทบจากการสูญเสียข้อมูลเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน (2 คะแนน)	
2	อธิบายได้ถูกต้องชัดเจน โดยระบุว่าข้อมูลที่สูญเสียไปคือความถี่ ส่งผลให้การตีความคลาดเคลื่อนโดยเฉพาะเมื่อร้อยละเกิดจากการปัดเศษทศนิยม ทำให้การเปรียบเทียบค่าความถี่ที่ใกล้เคียงกันทำได้ยาก
1	อธิบายในประเด็นที่ไม่สำคัญ เช่น ระบุว่าข้อมูลที่สูญเสียไปคือความถี่หรือผลรวมความถี่ ทำให้ต้องคำนวณย้อนกลับเพื่อหาจำนวนหรือร้อยละ หรือไม่สามารถระบุจำนวนคนได้
0	อธิบายผลกระทบไม่ถูกต้อง โดยแสดงความเข้าใจผิดว่าข้อมูลที่สูญเสียเป็นค่าขาดหาย (Missing value) ทำให้คำนวณร้อยละผิดหรือระบุเพียงว่าสูญเสียความถี่โดยไม่อธิบายถึงผลกระทบ หรือไม่ตอบ
ข้อ 3.2 การอธิบายผลกระทบจากการได้ข้อมูลเพิ่มเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน (2 คะแนน)	
2	อธิบายได้ถูกต้องชัดเจน โดยระบุว่าข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาคือการแบ่งส่วนของรูปร่างกลมและค่าร้อยละ ซึ่งช่วยให้เปรียบเทียบข้อมูลได้ง่ายหรือแยกประเภทข้อมูลได้ชัดเจน
1	อธิบายในประเด็นที่ไม่สำคัญ เช่น ระบุว่าข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาคือค่าร้อยละ ซึ่งไม่ใช่ข้อมูลสำคัญที่ได้มาเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทนเป็นแผนภูมิรูปร่างกลม
0	อธิบายผลกระทบไม่ถูกต้อง โดยแสดงความเข้าใจผิดว่าข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาคือข้อมูลโจทย์หรือระบุในสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนงานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนงานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ข้อ 1 การเชื่อมโยงระหว่างตัวแสดงแทน (รวม 2 คะแนน)	
2	สร้างตารางความถี่สองทางที่แสดงข้อมูลในรูปร้อยละสมบูรณ์ โดยมีแถวหรือหลักที่แสดงผลรวมร้อยละของแต่ละกลุ่มคนที่ถูกต้อง
1	สร้างตารางความถี่สองทางตามเงื่อนไขได้ไม่สมบูรณ์ โดยเขียนแสดงข้อมูลเชิงกลุ่มได้ครบถ้วนทั้งสองตัวแปร แม้ว่าจะมีการแสดงจำนวนครบแต่ยังมีข้อผิดพลาดอยู่บ้าง
0	สร้างตารางความถี่สองทางได้ไม่ตรงตามเงื่อนไข เช่น ไม่ได้มีร้อยละที่ถูกต้องใน 12 ช่อง หรือสร้างเพียงตารางที่ไม่ได้ระบุข้อความเป็นต้น หรือไม่ตอบ
ข้อ 2.2 การระบุจุดด้อย (2 คะแนน)	
2	ระบุจุดด้อยของตารางความถี่สองทางที่ชัดเจน โดยระบุเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูล 2 ตัวแปร เช่น หากแต่ละตัวแปรถูกแบ่งเป็นหลายกลุ่มจะทำให้พิจารณาข้อมูลยาก หรืออาจสับสนในการพิจารณาข้อมูลเพราะต้องพิจารณาทั้งสองตัวแปรพร้อมกัน เป็นต้น
1	ระบุจุดด้อยของตารางความถี่สองทางได้แต่ไม่ตรงประเด็นหรือไม่ใช่จุดด้อยที่สำคัญ เนื่องจากนำไปเปรียบเทียบกับแผนภูมิแท่งพหุคูณ
0	ระบุจุดด้อยของตารางความถี่สองทางไม่ถูกต้อง เช่น ไม่สามารถระบุความถี่ได้หรือให้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ

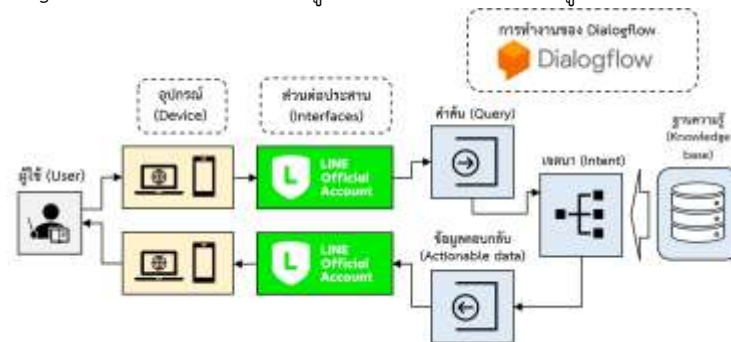
ตารางที่ 2 (ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนงานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ข้อ 3 การอธิบายผลกระทบจากการสูญเสียข้อมูลหรือได้ข้อมูลเพิ่มเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน (4 คะแนน)	
ข้อ 3.1 การอธิบายผลกระทบจากการสูญเสียข้อมูลเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน (2 คะแนน)	
2	อธิบายได้ถูกต้องชัดเจน โดยระบุว่าข้อมูลที่สูญเสียไป คือ ความสูงของแท่งที่เหลี่ยมมุมฉากทำให้เปรียบเทียบข้อมูลได้ยาก หรืออาจอธิบายว่าทำให้เปรียบเทียบข้อมูลได้ง่ายขึ้น รวมทั้งอาจระบุว่าข้อมูลที่สูญเสียไปคือความถี่ส่งผลให้ตีความคลาดเคลื่อน ในกรณีที่มีการปิดเศษทศนิยมหรือผลรวมจำนวนคนแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน
1	อธิบายในประเด็นที่ไม่สำคัญ เช่น ระบุว่าข้อมูลที่สูญเสียไปคือความถี่ ทำให้ต้องคำนวณย้อนกลับเมื่อต้องการทราบ หรือไม่สามารถระบุจำนวนคนได้
0	อธิบายผลกระทบไม่ถูกต้อง โดยระบุเพียงว่าสูญเสียความถี่โดยไม่อธิบายถึงผลกระทบหรือแสดงความเข้าใจผิดว่าข้อมูลที่สูญเสียเป็นค่าขาดหายทำให้ค่าร้อยละเปลี่ยนแปลงไป หรือไม่ตอบ
3.2 การอธิบายผลกระทบจากการได้ข้อมูลเพิ่มเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน (2 คะแนน)	
2	อธิบายได้ถูกต้องชัดเจน โดยระบุว่าข้อมูลที่เพิ่มเข้ามา คือ ร้อยละทำให้ทราบหรือเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล 2 ตัวแปร ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
1	อธิบายในประเด็นที่ไม่สำคัญ เช่น ระบุว่าข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาคือผลรวม ซึ่งเป็นจำนวนที่ทำให้ทราบว่าแต่ละประเภทมีจำนวนรวม เป็นเท่าใดและง่ายต่อการนำไปใช้คำนวณ
0	อธิบายผลกระทบไม่ถูกต้อง โดยแสดงความเข้าใจผิดว่าข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาคือข้อมูลโจทย์หรือระบุในสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ

3.2 ขั้นตอนการวิจัย จำแนกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบการทำงานของไลน์แชทบอท (Designing the functionality of the LINE chatbot)

ผู้วิจัยออกแบบการทำงานของไลน์แชทบอทผ่าน LINE official account, LINE developer และ Dialogflow เครื่องมือเทคโนโลยีที่มี AI เป็นตัวขับเคลื่อน ช่วยให้สามารถเชื่อมต่อกับผู้ใช้บนเว็บไซต์ แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน และแพลตฟอร์มอื่น ๆ ผ่านส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User interfaces) ด้วยการสนทนาแบบเสียงและข้อความ (Raj, 2019, p. 63) ทั้งนี้ ผู้วิจัยออกแบบให้เป็นโดเมนแบบปิด (Closed domain) โดยจำกัดการสนทนาในเรื่องการประเมินด้วยงานทางคณิตศาสตร์เพียงเรื่องเดียวเท่านั้น (Biswas, 2018, p. 15) และได้นำข้อมูลคำตอบของนักเรียนทั้ง 2 งาน ระดับคะแนนที่ได้ และวิธีการส่งเสริมสมรรถนะ ให้ Dialogflow ใช้เป็นฐานความรู้ (Knowledge base) สำหรับโต้ตอบกับผู้ใช้ ลักษณะการทำงานดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะการทำงานของไลน์แชทบอทตามที่ออกแบบ ปรับจาก Raj (2019, p. 64)

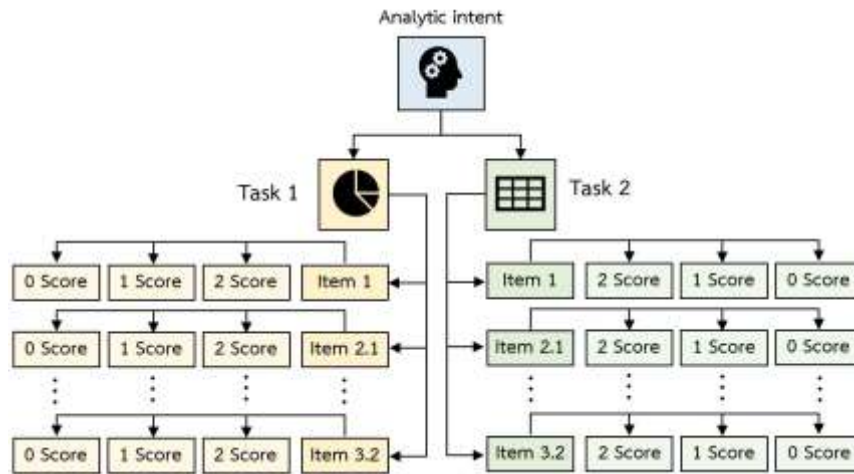
จากรูปที่ 1 การทำงานของไลน์แชทบอทตามที่ออกแบบจะเริ่มต้นจากการที่ผู้ใช้ (User) เข้าสู่อุปกรณ์ (Device) ที่เชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันไลน์และเพิ่มไลน์แชทบอทเป็นเพื่อน ซึ่งเป็นส่วนต่อประสาน (Interfaces) จากนั้นส่งข้อความหรือคำค้น (Query) เพื่อสอบถามเกี่ยวกับการวิเคราะห์คะแนนในงานทางคณิตศาสตร์ และการเพิ่มพูนสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ ข้อความเหล่านั้นจะเป็นจุดเริ่มต้นการทำงานของ Dialogflow ที่จะตรวจสอบข้อความนั้นกับเจตนา (Intent) ที่ถูกสอน (Train) จากข้อมูลในฐานความรู้ (Knowledge base) ที่มี และตอบกลับด้วยข้อมูลที่ผู้ใช้นำไปใช้ได้ทันที (Actionable data) ไปยังแอปพลิเคชันไลน์ด้วยข้อความ (Text) บนอุปกรณ์ที่จะถูกอ่านโดยผู้ใช้ สำหรับการส่งเอกสารที่ต้องการใช้ในการประเมินด้วยงานทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยออกแบบการทำงานเพิ่มเติมโดยให้ส่งด้วยความสามารถของแอปพลิเคชันไลน์ผ่านการทำเมนูแบบโต้ตอบ (Rich menu) อนึ่งการทำงานของไลน์แชทบอทจะผสมผสานระหว่างทำงานแบบใช้กฎเป็นฐานด้วยการจับคู่ (Rule-based

expression matching) ผ่านการรับข้อความจากผู้ใช้ เปรียบเทียบกับกฎที่ตั้งไว้ และตอบกลับตามกฎที่ตรงกับข้อความนั้น (Biswas, 2018, p. 14; OpenAI, 2025) ร่วมกับการทำงานแบบการเรียนรู้ของเครื่อง (ML)

ในส่วนของเจตนาซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของไลน์แชทบอท ผู้วิจัยจำแนกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เจตนาสำหรับการโต้ตอบทั่วไป จำนวน 2 เจตนา ได้แก่ การทักทาย (Welcome intent) และการตอบสนองเมื่อข้อความจากผู้ใช้นอกเหนือการทำงานของไลน์แชทบอท (Fallback intent)

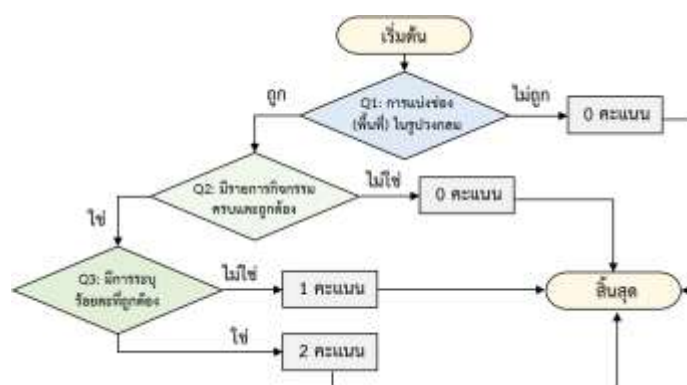
กลุ่มที่ 2 เจตนาสำหรับการวิเคราะห์คำตอบเพื่อให้คะแนน จำนวน 1 เจตนา ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analytic intent) จำแนกเป็น 2 งาน โดยแต่ละงานจำแนกเป็น 5 ข้อย่อย แต่ละข้อย่อยจำแนกเป็นการวิเคราะห์คำตอบที่ได้ 2 คะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน ซึ่งเป็นเจตนาย่อย (Sub-intent) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างของเจตนาการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเพื่อให้คะแนน

การใช้งาน ผู้ใช้จะต้องระบุเส้นทางของข้อความว่าต้องการวิเคราะห์คำตอบของงานใดและเลือกข้อย่อย จากนั้นจึงสามารถโต้ตอบกับไลน์แชทบอทเพื่อพิจารณาระดับคะแนนได้

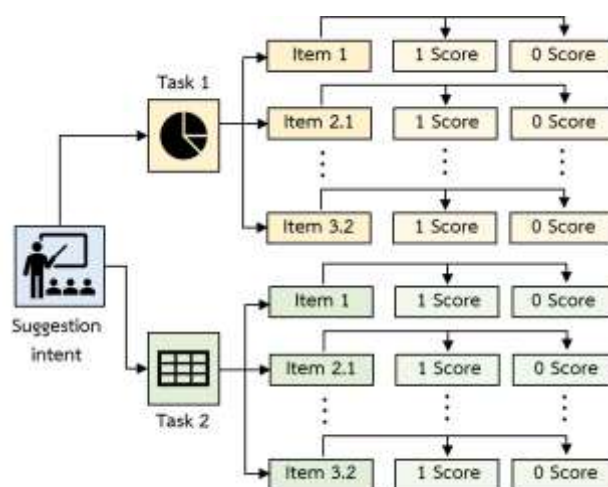
สำหรับข้อ 1 ในแต่ละงาน เนื่องจากคำตอบที่ถูกต้องตามเกณฑ์การให้คะแนนมีโครงสร้างที่ชัดเจน สามารถจำแนกระดับคะแนนได้ด้วยการสอบถามผู้ใช้ด้วย 3 คำถาม ส่วนนี้ผู้วิจัยจึงออกแบบการทำงานแบบใช้กฎเป็นฐานด้วยการจับคู่ แสดงแนวความคิดการให้คะแนนข้อ 1 ในงานที่ 1 ไว้เป็นตัวอย่าง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แนวคิดการให้ระดับคะแนนสำหรับข้อ 1 ในงานที่ 1 ผ่านการตอบคำถามของผู้ใช้

แต่สำหรับ ข้อ 2.1, 2.2, 3.1 และ 3.2 ของแต่ละงานซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด คำตอบของนักเรียนจึงมีความซับซ้อนและไม่สามารถคาดเดาอุปประโยคที่แน่ชัดได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การเรียนรู้ของเครื่องเข้ามาช่วยในการจำแนกและให้คะแนน โดยออกแบบให้ผู้ใช้อัปโหลดคำตอบของนักเรียนเข้าสู่ไลน์แชทบอทได้แบบคำต่อคำ จากนั้นไลน์แชทบอทจะเทียบเคียงข้อความที่ผู้ใช้ป้อนเข้ากับฐานความรู้ที่ถูกฝึกไว้ และตอบกลับผู้ใช้เป็นระดับคะแนน

กลุ่มที่ 3 เจตนาสำหรับการแสดงแนวทางการส่งเสริมสมรรถนะ จำนวน 1 เจตนา ได้แก่ ข้อเสนอแนะ (Suggestion intent) จำแนกเป็น 2 งาน โดยแต่ละงานจำแนกเป็น 5 ข้อย่อย แต่ละข้อย่อยจำแนกเป็นการวิเคราะห์คำตอบที่ได้ 1 คะแนน และ 0 คะแนน ซึ่งเป็นเจตนาย่อย ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครงสร้างของเจตนาข้อเสนอแนะ

การใช้งานเจตนาที่ 3 ผู้ใช้จะต้องระบุเส้นทางของข้อความว่าต้องการแนวทางการเพิ่มพูนสมรรถนะของงานใด และเลือกข้อย่อย จากนั้นจึงจะสามารถเลือกระดับคะแนนของนักเรียนที่ต้องการได้ การทำงานส่วนนี้ไลน์แชทบอตจะนำข้อมูลที่กำหนดไว้มาตอบกลับผู้ใช้ในรูปแบบข้อความและภาพตามวิธีการทำงานแบบใช้กฎเป็นฐานด้วยการจับคู่

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบความแม่นยำของไลน์แชทบอตในการวิเคราะห์คะแนน (Verifying the accuracy of score analysis in the LINE chatbot) หลังจากที่ได้ไลน์แชทบอตตามที่ออกแบบในขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยทำการฝึกไลน์แชทบอตด้วยข้อมูลคำตอบจากงานวิจัย เรื่อง การพัฒนางานเพื่อประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในส่วนเจตนาการวิเคราะห์ ที่จำเป็นต้องมีความแม่นยำสูงและเป็นข้อมูลแบบพลวัต (Dynamic) ซึ่งไม่คงที่ เนื่องจากคำตอบของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงของรูปประโยค ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการฝึกโดยนำข้อความคำตอบเข้าสู่ช่วงการฝึก (Training phase) ใน Dialogflow จำนวน 109 ชุด วิเคราะห์ประสิทธิภาพการให้คะแนนและปรับปรุงด้วยเทคนิคการเพิ่มปริมาณข้อมูล (Data augmentation) (Pellicer et al., 2023, pp. 3-4) โดยการสร้างข้อมูลจากคำสำคัญ (Keywords) ที่อยู่ในเกณฑ์การให้คะแนนและคำตอบของนักเรียนที่อยู่ในชุดการฝึก ได้แก่ คำกริยา คำนาม และคำวิเศษณ์ เช่น “ระบุจุดเด่นของตารางความถี่สองทาง คือ นำเสนอและเปรียบเทียบชุดข้อมูลที่มี 2 ตัวแปรได้ง่าย” มีคำกริยา ได้แก่ นำเสนอและเปรียบเทียบ คำนาม ได้แก่ ข้อมูล 2 ตัวแปร และคำวิเศษณ์ ได้แก่ ง่าย จึงสร้างข้อมูลได้เป็น 1) นำเสนอข้อมูล 2 ตัวแปร ได้ง่าย และ 2) เปรียบเทียบข้อมูล 2 ตัวแปร ได้ง่าย เป็นต้น เพื่อช่วยขึ้นให้การแยกแยะข้อความมีความแม่นยำยิ่งขึ้น จากนั้นทดสอบประสิทธิภาพของไลน์แชทบอตกับข้อมูลจำนวน 39 ชุด

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยจัดสอบที่ละ 1 ห้องเรียน ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2568 ใช้เวลาสอบห้องละ 40 นาที

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้การวิเคราะห์เมทริกซ์ความสับสน (Confusion matrix) ตรวจสอบประสิทธิภาพการให้คะแนนของไลน์แชทบอต (Fahmy, 2023, pp. 1-10; Russell, 2018, pp. 39-41) จากค่าสถิติจำนวน 4 ค่า ได้แก่ 1) ความถูกต้อง (Accuracy: A) หมายถึง สัดส่วนของการทำนายที่ถูกต้องเมื่อเทียบกับจำนวนข้อมูลทั้งหมด 2) ความแม่นยำ (Precision: P) หมายถึง สัดส่วนของการทำนายว่าอยู่ในระดับคะแนนใดระดับหนึ่งแล้วตรงกับระดับคะแนนจริง 3) การเรียกคืน (Recall: R) หมายถึง ความสามารถในการจับข้อมูลได้ตรงตามระดับคะแนน และ 4) F1-Score (F1) หมายถึง ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิกระหว่างความแม่นยำและการเรียกคืนในแต่ละระดับคะแนน ซึ่งการวิเคราะห์ในกรณีมีคะแนน 3 ระดับ หรือ 3 คลาส คือ 0, 1 และ 2 คะแนน มีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

สำหรับเมทริกซ์ความสัมพันธ์ $C = \begin{bmatrix} c_{00} & c_{01} & c_{02} \\ c_{10} & c_{11} & c_{12} \\ c_{20} & c_{21} & c_{22} \end{bmatrix}$ เมื่อ c_{ij} แทน จำนวนที่เป็นคลาส i แต่ทำนายเป็นคลาส j

และจำนวนข้อมูลทั้งหมด $N = \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 c_{ij}$ โดยแต่ละคลาส $k \in \{0,1,2\}$ จะได้ $A = \sum_{k=0}^2 c_{kk} / N$,

$$P_k = \frac{c_{kk}}{c_{0k} + c_{1k} + c_{2k}}, R_k = \frac{c_{kk}}{c_{k0} + c_{k1} + c_{k2}} \text{ และ } F1_k = \frac{2P_k R_k}{P_k + R_k}$$

จากนั้นนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย (Average) (Lynch, 2013, p. 40) และแปลงให้อยู่ในรูปร้อยละ (Percentage) การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาจากเกณฑ์ คือ ค่าสถิติทั้ง 4 ค่า ไม่น้อยกว่า 0.80 หรือร้อยละ 80

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาไลน์แชทบอท ทำให้ได้ไลน์แชทบอทที่มีชื่อว่า “Sparkistics” เกิดจากการผสมของคำว่า “Sparkle” ที่แปลว่าประกายแห่งความคิด และ “Statistics” ซึ่งแปลว่าสถิติ “Sparkistics” จึงหมายถึง ประกายความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้สถิติ มีการใช้งาน 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การส่งเอกสารที่ต้องการใช้ในการประเมินด้วยงานทางคณิตศาสตร์ การใช้งานในลักษณะนี้สามารถเรียกใช้ได้ผ่านเมนูการโต้ตอบที่สร้างขึ้น ได้แก่ เมนูใบงานที่ 1 และเมนูใบงานที่ 2 จะส่งไฟล์ใบงานที่ใช้สำหรับนักเรียน เมนูเกณฑ์การให้คะแนน จะส่งไฟล์เกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้สำหรับงานทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 งาน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การใช้งานเพื่อส่งเอกสารที่ต้องการใช้ในการประเมินด้วยงานทางคณิตศาสตร์

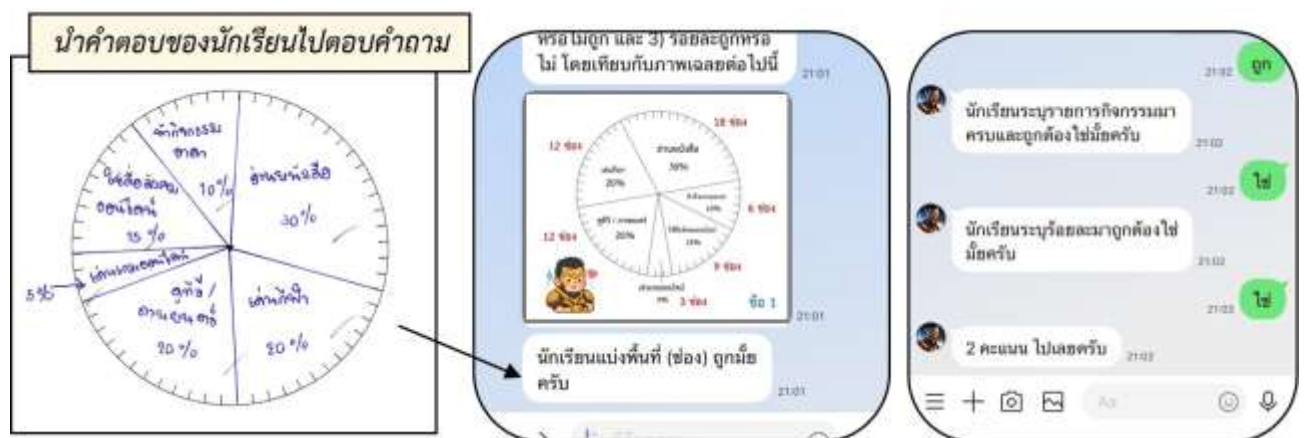
จากรูปที่ 5 เมื่อกดเลือกเมนูใบงานที่ 2 Sparkistics จะส่งใบงานที่ 2 สำหรับนำไปใช้ประเมินนักเรียนให้ผู้ใช้ในการรูปแบบของลิงก์ให้ดาวน์โหลด และเมื่อผู้ใช้กดเลือกเมนู “เกณฑ์การให้คะแนน” ซึ่งเสมือนผู้ใช้ถาม Sparkistics จากนั้น Sparkistics จะตอบโดยสอบถามผู้ใช้งานถึงงานทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการพร้อมแสดงปุ่มตอบแบบเร็ว (Quick reply) ให้ผู้ใช้เลือก เมื่อผู้ใช้เลือกงานทางคณิตศาสตร์ Sparkistics จะส่งเกณฑ์สำหรับงานนั้นให้ผู้ใช้งานในรูปแบบลิงก์ให้ดาวน์โหลดเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเมนูวิธีการแชทที่จะอธิบายวิธีการใช้งาน Sparkistics เมนูเรียนรู้เพิ่มเติมสำหรับเป็นความรู้เสริมให้กับผู้ใช้ พร้อมทั้งเมนูติดต่อผู้จัดทำสำหรับกรณีที่เกิดปัญหาติดขัดกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ไว้ด้วย

2. การวิเคราะห์คำตอบ การใช้งานลักษณะนี้ทำได้ผ่านการแชตหรือพิมพ์ข้อความ “วิเคราะห์คะแนน” หรือ “วิเคราะห์” หรือเลือกจากเมนูวิธีการแชต จากนั้น Sparkistics จะโต้ตอบกับผู้ใช้ตามกระแสบทสนทนา (Dialog) ที่ออกแบบ แสดงตัวอย่าง ดังรูปที่ 6



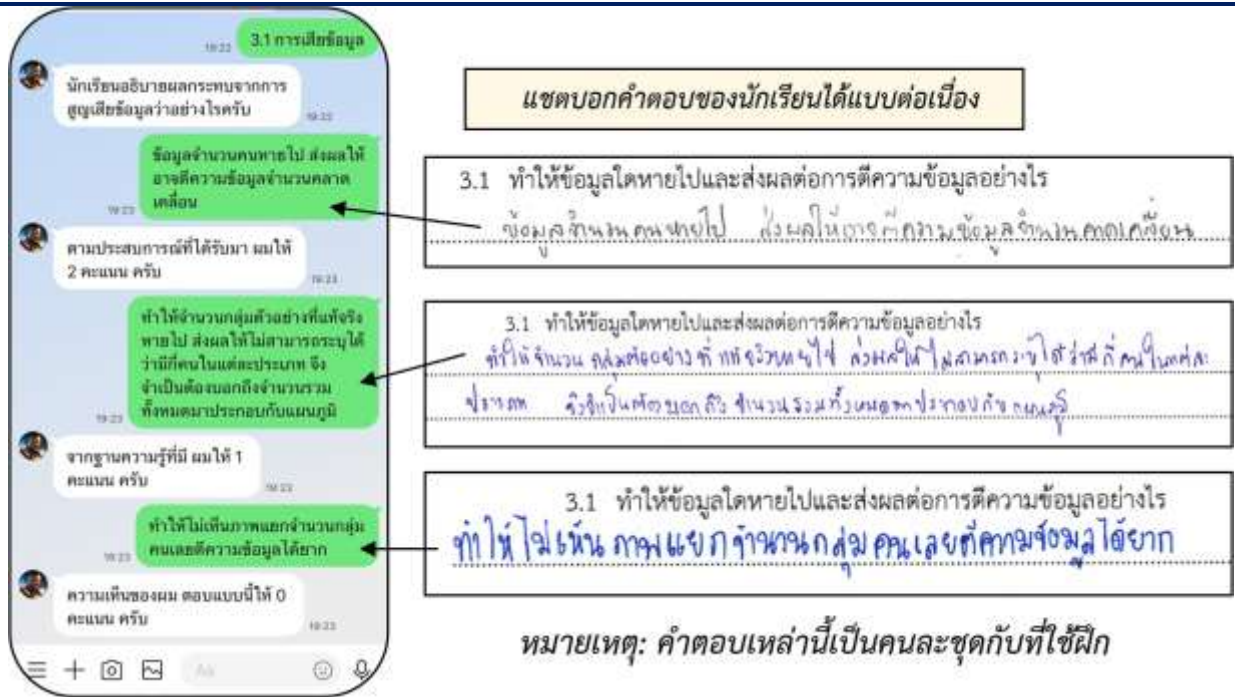
รูปที่ 6 วิธีการเรียกใช้เจตนาการวิเคราะห์

การวิเคราะห์คะแนนข้อ 1 ในงานทางคณิตศาสตร์แต่ละงาน ผู้ใช้สามารถนำคำตอบของนักเรียนมาเปรียบเทียบกับภาพเฉลย และแชตตอบ 3 คำถามกับ Sparkistics ตัวอย่างการแชตเพื่อวิเคราะห์คะแนนข้อ 1 สำหรับงานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การแชตเพื่อวิเคราะห์คะแนนข้อ 1 สำหรับงานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น

การวิเคราะห์คะแนนข้อ 2.1, 2.2, 3.1 และ 3.2 ในงานทางคณิตศาสตร์แต่ละงาน ผู้ใช้สามารถนำคำตอบของนักเรียนมาแชตกับ Sparkistics ได้ทันที ตัวอย่างการแชตเพื่อวิเคราะห์คะแนนข้อ 3.1 สำหรับงานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การแชตเพื่อวิเคราะห์คะแนนข้อ 3.1 สำหรับงานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น

3. การแนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ การใช้งานลักษณะนี้ทำได้ผ่านการแชตข้อความ “แนวทางการพัฒนา” หรือ “แนวทาง” หรือเลือกจากเมนูวิธีการแชต จากนั้น Sparkistics จะโต้ตอบกับผู้ใช้ตามกระแสนบทสนทนา เช่นเดียวกับการวิเคราะห์คะแนน ตัวอย่างการแชตเพื่อรับวิธีการส่งเสริมสมรรถนะสำหรับนักเรียนที่ได้ 1 คะแนนในข้อ 3.1 งานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 การแชตเพื่อรับวิธีการส่งเสริมสมรรถนะสำหรับนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน
ข้อ 3.1 งานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการวิเคราะห์คะแนนหลังการเรียนรู้ของเครื่อง

หลังจากผู้วิจัยฝึกเจตนาการวิเคราะห์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ของเครื่องด้วยข้อมูลจำนวน 109 ชุด เมื่อนำมาทดสอบวิเคราะห์คำตอบและให้ระดับคะแนนกับข้อมูลคำตอบของนักเรียนจำนวน 39 ชุด แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการวิเคราะห์คะแนนหลังสร้างการเรียนรู้ของเครื่อง

ข้อ	คะแนน	ความถูกต้อง	ความแม่นยำ	การเรียกคืน	F1-Score
งานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น					
2.1	2	0.90	0.93	0.81	0.87
	1		0.86	0.93	0.89
	0		0.90	1.00	0.95
2.2	2	0.90	1.00	1.00	1.00
	1		0.87	0.95	0.91
	0		0.93	0.82	0.87
3.1	2	0.95	1.00	1.00	1.00
	1		0.96	0.96	0.96
	0		0.92	0.92	0.92
3.2	2	0.95	0.93	0.93	0.93
	1		1.00	1.00	1.00
	0		0.86	0.86	0.86
งานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย					
2.1	2	0.92	0.92	0.92	0.92
	1		0.93	1.00	0.96
	0		0.91	0.83	0.87
2.2	2	0.95	0.94	0.94	0.94
	1		1.00	1.00	1.00
	0		0.95	0.95	0.95
3.1	2	0.90	0.80	0.80	0.80
	1		1.00	0.86	0.92
	0		0.85	0.94	0.89
3.2	2	0.92	0.94	0.89	0.91
	1		0.83	1.00	0.91
	0		0.94	0.94	0.94

จากตารางที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพของไลน์แชทบอตในส่วนการวิเคราะห์คำตอบและให้ระดับคะแนนงานทางคณิตศาสตร์ ด้านความถูกต้องของการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 0.90-0.95 ด้านความแม่นยำของการวิเคราะห์แต่ละข้ออยู่ในช่วง 0.80-1.00 ด้านการเรียกคืนหรือการตรวจจับข้อความตามระดับคะแนนอยู่ในช่วง 0.80-1.00 และด้านความสมดุลระหว่างความแม่นยำและการเรียกคืน (F1-Score) อยู่ในช่วง 0.80-1.00 ซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 92.36, 92.36, 92.71 และ 92.36 ตามลำดับ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ไลน์แชทบอตที่พัฒนาขึ้นชื่อว่า “Sparkistics” เกิดจากการผสมของคำว่า “Sparkle” ที่แปลว่าประกายแห่งความคิด และ “Statistics” ซึ่งแปลว่าสถิติ มีความสามารถดังนี้ 1) อำนวยความสะดวกในการจัดส่งไฟล์เอกสารการประเมิน 2) วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนผ่านการตอบคำถามและการแชตระบุคำตอบของนักเรียนแบบคำต่อคำ และ 3) แนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ผลการทดสอบประสิทธิภาพของไลน์แชทบอตในการวิเคราะห์คำตอบและให้ระดับคะแนนพบว่ามีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 92.36 ความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 92.36 การเรียกคืนเฉลี่ยร้อยละ 92.71 และความสมดุลระหว่างความแม่นยำและการเรียกคืนเฉลี่ยร้อยละ 92.36

Sparkistics ที่พัฒนาขึ้น สามารถอำนวยความสะดวกในการจัดส่งไฟล์เอกสารการประเมินสมรรถนะ การใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ สามารถวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนผ่านการตอบคำถาม และการ اخترระบุคำตอบแบบคำต่อคำ และแนะนำเกี่ยวกับวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตรงตามที่ออกแบบ และสอดคล้องกับความต้องการในการใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานภายใต้ข้อมูลคำตอบของนักเรียนที่มีและเกณฑ์การให้คะแนน จากนั้นจึงออกแบบการทำงานให้สอดคล้องกัน โดยผสมผสานทั้งการทำงานแบบใช้กฎเป็นฐานด้วยการจับคู่และการทำงานแบบการเรียนรู้ของเครื่อง จึงทำให้ Sparkistics ทำงานได้ตามที่ต้องการ สอดคล้องกับแนวคิดของ Adelusi (2022, p. 1) ที่อธิบายว่าการนำทั้งสองแนวทางมาใช้ในการพัฒนาแชทบอตหรือที่เรียกว่าแนวทางผสมผสาน (Hybrid approach) เป็นการรวมจุดแข็งของทั้งสองวิธีเข้าด้วยกัน การใช้กฎที่กำหนดไว้ล่วงหน้าทำให้แชทบอตมีความแม่นยำโดยสมบูรณ์แต่ขาดความสามารถในการปรับตัวเพื่อจัดการกับบริบทของการสนทนาที่หลากหลาย ในขณะที่การเรียนรู้ของเครื่องจะช่วยให้แชทบอตสามารถเรียนรู้จากข้อมูลและปรับตัวให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่ไม่สามารถคาดเดาล่วงหน้าได้ แต่ต้องการข้อมูลการฝึกฝนจำนวนมาก และขาดความสามารถในการทำนายที่แน่นอน ซึ่งการใช้แนวทางผสมผสานจะทำให้แชทบอตทำงานได้ดีกว่า อีกประการหนึ่งอาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสนทนาเพื่อให้คะแนนข้อ 1 ในแต่ละงาน ผ่านการตอบ 3 คำถาม ซึ่งเกิดจากการมองโครงสร้างของเกณฑ์การให้คะแนนและนำมาจำแนกเป็นเงื่อนไขของการได้รับคะแนนในระดับต่าง ๆ ทำให้การวิเคราะห์ในส่วนนี้ปราศจากความคลาดเคลื่อน ซึ่งเรียกว่าเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ (Decision tree) ในทางคอมพิวเตอร์ สอดคล้องกับแนวคิดของ Raj (2019, pp. 21-22) ที่อธิบายว่าสำหรับการพัฒนาแชทบอต แม้ว่า AI จะพัฒนาไปอย่างมาก แต่ยังไม่สามารถเรียนรู้จากข้อมูลจำนวนมากและทำงานได้แม่นยำ 100 เปอร์เซ็นต์ ในหลายกรณียังต้องมีการกำหนดตรรกะและกฎ ที่ทำให้แชทบอตตอบสนองไปตามเงื่อนไข ซึ่งต้นไม้การตัดสินใจจะเข้ามาช่วยเติมเต็มในจุดที่การเรียนรู้ของเครื่องยังไม่สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติทั้งหมด นอกจากนี้การวิเคราะห์คำตอบและให้ระดับคะแนนของ Sparkistics มีความถูกต้องโดยรวมเฉลี่ยร้อยละ 92.36 ความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 92.36 การเรียกคืนเฉลี่ยร้อยละ 92.71 และความสมดุลระหว่างความแม่นยำและการเรียกคืนเฉลี่ยร้อยละ 92.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่เป็นเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลคำตอบของนักเรียนจำนวนมากแบบคละความสามารถ ทำให้ข้อมูลที่นำมาฝึกให้กับ Sparkistics มีความหลากหลายและครอบคลุมคำตอบของนักเรียนส่วนมาก อย่างไรก็ตามการฝึกฝนช่วงแรกที่ใช้เฉพาะข้อมูลคำตอบของนักเรียนเพียงอย่างเดียว พบว่าความถูกต้องอยู่ที่เฉลี่ยร้อยละ 67.25 เท่านั้น ผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคการเพิ่มปริมาณข้อมูลจากคำสำคัญที่อยู่ในเกณฑ์ เช่น เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับงานที่ 1 ข้อ 2 การระบุจุดเด่นของแผนภูมิรูปวงกลม ระดับ 2 คะแนน ที่กำหนดว่า “ระบุจุดเด่นของแผนภูมิรูปวงกลมชัดเจน ได้แก่ สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างจากสัดส่วนหรือจากพื้นที่ได้ง่ายและรวดเร็ว โดยไม่ต้องพิจารณาตัวเลข” ผู้วิจัยได้ดึงคำสำคัญ ได้แก่ “เปรียบเทียบ” “สัดส่วน” และ “พื้นที่” มาสร้างเป็นประโยคเพิ่มเติมสำหรับฝึก ได้แก่ 1) เปรียบเทียบจากสัดส่วนได้ง่าย 2) เปรียบเทียบจากพื้นที่ได้ง่าย 3) เปรียบเทียบจากสัดส่วนได้รวดเร็ว และ 4) เปรียบเทียบจากพื้นที่ได้รวดเร็ว เมื่อข้อความเหล่านี้ถูกประมวลผลรวมกับคำตอบของนักเรียนจำนวนมากจึงช่วยให้ Sparkistics จำแนกและให้คะแนนได้แม่นยำขึ้น เช่นเดียวกับคำตอบของนักเรียนที่ใช้ในการฝึก หากมีคำสำคัญที่แตกต่างออกไปจากเดิม ผู้วิจัยจะดึงคำนั้นมาสังเคราะห์ประโยคและเพิ่มลงไปในการฝึก สอดคล้องกับแนวคิดของ Pellicer et al. (2023, pp. 3-4) ที่อธิบายว่าการเรียนรู้ของเครื่องจะมีความแม่นยำมากขึ้นหากมีชุดข้อมูลที่เพียงพอ แต่ในทางปฏิบัติอาจไม่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลหรือสร้างชุดข้อมูลทั้งหมดได้อย่างครอบคลุม ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการชักนำหรือช่วยให้การเรียนรู้ของเครื่องแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับคุณลักษณะโดยไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลใหม่ คือ การขยายชุดข้อมูลหรือการเพิ่มปริมาณข้อมูลการฝึกด้วยข้อความสังเคราะห์ที่สร้างขึ้นผ่านการแปลงซึ่งยังคงความหมายเดิมตามหลักการของความไม่เปลี่ยนแปลง (Invariance) ทั้งยังเป็นแนวทางที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่เป็นภาษา และสอดคล้องกับข้อจำกัดด้านปริมาณข้อมูลที่มีอยู่ กระนั้น แม้ว่าการเพิ่มปริมาณข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาใช้จะได้ผลดีและทำให้เจตนาการวิเคราะห์มีความแม่นยำสูงขึ้นมาก แต่เมื่อทดสอบกับคำตอบของนักเรียนที่ไม่เคยพบมาก่อน พบว่าบางคำตอบของนักเรียนที่ใช้คำต่างออกไปจะทำให้การบอกคะแนนคลาดเคลื่อนไปบ้าง เช่น คำตอบของนักเรียนคนหนึ่งเขียนว่า “ในส่วนข้อมูลที่หายไปคือ จำนวนคนหรือจำนวนสิ่งของหาย เพราะถูกแปลงมาเป็นร้อยละในแผนภูมิรูปวงกลม” ซึ่งในคำตอบมีคำว่า “สิ่งของหาย” ที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ในข้อมูลที่ฝึก เป็นต้น แม้แต่การที่นักเรียนใช้คำว่า “แตกต่างจากความเป็นจริง” แทนที่จะใช้คำว่า “คลาดเคลื่อน” เหมือนกับคำตอบของนักเรียนในข้อมูลที่ฝึกก็มีส่วนทำให้การบอกคะแนนคลาดเคลื่อนเช่นกัน

6. ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยนี้ทำให้ได้ไลน์แชทบอทที่มีความเฉพาะในด้านการประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นเมื่อมีการนำงานทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 งาน ไปใช้ ควรนำไลน์แชทบอทไปช่วยในงานประเมิน และนำแนวทางการส่งเสริมไปใช้พัฒนานักเรียน ซึ่งจะเป็นการใช้ไลน์แชทบอทอย่างเต็มศักยภาพ และแม้ว่าการวิจัยนี้จะพัฒนาให้ไลน์แชทบอทมีความถูกต้องและแม่นยำในการวิเคราะห์ระดับคะแนน แต่ความสามารถนี้เป็นเพียงตัวช่วยที่จะเสนอข้อมูลมาประกอบการพิจารณาของคุณครู อำนาจในการตัดสินใจที่จะให้ระดับคะแนนจึงเป็นของคุณครู เมื่อความคิดเห็นของคุณครูและ Sparkistics ไม่สอดคล้องกัน ควรใช้วิธีการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม เพื่อให้ผลการประเมินแม่นยำและเกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้วิจัยขอขอบคุณนักเรียนที่เข้าร่วมในการประเมินและให้ข้อมูลคำตอบ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการฝึกและทดสอบระบบไลน์แชทบอท รวมถึงขอขอบคุณคุณครูที่เอื้อเฟื้อเวลา อำนวยความสะดวก และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ซึ่งทำให้การวิจัยนี้เกิดขึ้น ขอขอบคุณนักพัฒนาและผู้ให้บริการแพลตฟอร์ม ได้แก่ LINE official account, LINE developer และ Dialogflow ที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาไลน์แชทบอท “Sparkistics” สำหรับการวิเคราะห์คำตอบและแนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ขอขอบคุณเจ้าของหนังสือ ตำรา และเอกสารทางวิชาการที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการศึกษา อ้างอิง และพัฒนาเนื้อหาในงานวิจัยฉบับนี้ ซึ่งมีส่วนสำคัญในการสร้างองค์ความรู้และกรอบแนวคิดที่ชัดเจนในการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณบุคคลสำคัญ ได้แก่ บิดาและมารดาเป็นอย่างยิ่ง ที่เป็นกำลังใจและแรงสนับสนุนทั้งทางด้านจิตใจและการใช้ชีวิตตลอดระยะเวลาของการทำวิจัย สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำทั้งในด้านวิชาการและแนวทางการวิจัยตลอดระยะเวลาของการดำเนินงาน อันเป็นแรงสนับสนุนสำคัญที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อนึ่ง ผู้วิจัยได้ผ่านการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์เบื้องต้นจากมหาวิทยาลัยนเรศวร หมายเลขใบรับรอง a25377c314bc44c9a8c9d94102ae2ea7 และผ่านการอบรมจริยธรรมปัญญาประดิษฐ์จากสถาบันพัฒนาบุคลากรแห่งอนาคต หมายเลขใบรับรอง NSTDA-2025003428

เอกสารอ้างอิง

- Adelusi, J. B. (2022). *Hybrid rule-based and machine learning chatbots*. https://www.researchgate.net/publication/387669510_Hybrid_Rule-Based_and_Machine_Learning_Chatbots.
- Biswas, M. (2018). *Beginning AI bot frameworks: Getting started with bot development*. Apress.
- Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2025). *AI usage guide for teachers, students, schools, and parents in Thailand, B.E. 2568*. Office of the Basic Education Commission. (in Thai)
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education*. Taylor & Francis.
- Ertel, W. (2017). *Introduction to artificial intelligence*. Springer.
- Fahmy, M. M. (2023). Confusion matrix in three-class classification problems: A Step-by-step tutorial. *Journal of Engineering Research*, 7(1), 1-11.
- Jančarik, A., Michal, J., & Novotná, J. (2023). Using AI Chatbot for Math Tutoring. *Journal of Education Culture and Society*, 2, 285-296.
- Khan, R., & Des, A. (2018). *Build better chatbots: A complete guide to getting started with chatbots*. Apress.
- Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: systematic literature review. *International Journal of Educational*, 20(56), 1-17.
- Lynch, S. M. (2013). *Using statistics in social research*. Springer.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2024). *Artificial intelligence and mathematics teaching: A position of the National Council of Teachers of Mathematics*. https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/Position_Statements/NCTM_AI_Position_Statement.pdf.

- OpenAI. (2025). *ChatGPT (Version 4.0) [Large language model]*. <https://chat.openai.com>.
- Opesemowo, O. A. G., & Adewuyi, H. O. (2024). A systematic review of artificial intelligence in mathematics education: The emergence of 4IR. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(7), 1-11.
- Panqueban, D. P., & Huincahue, J. (2024). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic review. *Uniciencia*, 38(1), 1-17.
- Pellicer, L. F. A. O., Ferreira, T. M., & Costa, A. H. R. (2023). Data augmentation techniques in natural language processing. *Applied Soft Computing*, 132, 1-20.
- Raj, S. (2019). *Building chatbots with python: Using natural language processing and machine learning*. Apress.
- Russell, R. (2018). *Machine learning: Step-by-step guide to implement machine learning algorithms with python*. <https://eprints.triatmamulya.ac.id>.
- Tanyarattanasrisakul, M., Lertamornpong, C., Kasemsukpipat, W., & Somchaipeng, T. (2025). *Development of tasks to assess mathematical representation competency on “qualitative data analysis and presentation” for Matthayomsuksa 6 students*, n. p. (in Thai)
- Yi, L., Liu, D., Jiang, T., & Xian, Y. (2025). The Effectiveness of AI on K-12 Students' Mathematics Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23, 1105–1126.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”