การพัฒนาระบบสนับสนุนการนิเทศอัจฉริยะสำหรับการจัดการศึกษาทวิภาคี ระดับอาชีวศึกษา

Development of an Intelligent Supervision Support System for Vocational Dual Education

นายธีรพงศ์ พงษ์ตน รหัส 166491432001 นักศึกษาระดับปริญญาเอก
สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากรอบแนวคิดและออกแบบระบบสนับสนุนการนิเทศอัจฉริยะสำหรับการจัดการศึกษาทวิภาคีระดับอาชีวศึกษา โดยบูรณาการแนวคิดเชิงระบบตามโมเดล IPOF (Input–Process–Output–Feedback) ร่วมกับสถาปัตยกรรม AI Agent ตามวงจร PDAL (Perceive–Decide–Act–Learn) และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่สำคัญ ได้แก่ การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) การสร้างคำตอบโดยเสริมด้วยการค้นคืนข้อมูล (Retrieval-Augmented Generation: RAG) และปัญญาประดิษฐ์เชิงอธิบาย (Explainable AI: XAI) เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของกระบวนการนิเทศแบบเดิมที่ขาดความเป็นระบบ ความต่อเนื่อง และการใช้ข้อมูลเชิงวิเคราะห์

การวิจัยดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยใช้ข้อมูลการนิเทศย้อนหลัง 3 ปีการศึกษา จากระบบการจัดการศึกษาทวิภาคีระดับอาชีวศึกษา ประกอบด้วยข้อมูลนักศึกษา อาจารย์นิเทศ สถานประกอบการ ผลการประเมินการนิเทศ และข้อมูลคำถาม-คำตอบจากการนิเทศในสถานการณ์จริง กรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้นครอบคลุม 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) Theory (2) System Development (3) Research Outcomes และ (4) Evaluation โดยมีการประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิดด้วยวิธีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 คน ครอบคลุม 5 มิติ คือ System, Intelligence, Decision, Learning และ User & Environment

ผลการวิจัยพบว่า กรอบแนวคิดระบบสนับสนุนการนิเทศอัจฉริยะ (ISS-DVE) มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.64 และค่า IOC เท่ากับ 0.83 สะท้อนให้เห็นถึงความครบถ้วน ความเชื่อมโยงเชิงระบบ และความเป็นไปได้ในการนำไปพัฒนาเป็นระบบต้นแบบเพื่อใช้งานจริง กรอบแนวคิดดังกล่าวสามารถสนับสนุนการตัดสินใจเชิงหลักฐาน เพิ่มความโปร่งใสในการนิเทศ และยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษาทวิภาคีระดับอาชีวศึกษาให้สอดคล้องกับบริบทการใช้งานจริงและมาตรฐานการประกันคุณภาพการศึกษาในระดับสากล

คำสำคัญ การจัดการศึกษาอาชีวศึกษาแบบทวิภาคี (Vocational dual education), การนิเทศที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นกลไกสนับสนุน (AI-enabled supervision), การตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญ (expert validation), การสร้างข้อความโดยเสริมด้วยการสืบค้นข้อมูล (Retrieval-Augmented Generation-RAG), ปัญญาประดิษฐ์เชิงอธิบาย (Explainable AI-XAI)

1. บทนำ

การศึกษาอาชีวศึกษาในระดับสากลได้มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปสู่ระบบการจัดการศึกษาทวิภาคี (Dual Vocational Education) ซึ่งผสมผสานการเรียนรู้ในห้องเรียนและการฝึกงานในสถานประกอบการจริง นโยบายการศึกษาแห่งชาติได้เน้นความสำคัญของการประกันคุณภาพการศึกษาที่ต้องมีระบบติดตามและประเมินผลที่มีมาตรฐานสากล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการนิเทศนักศึกษาซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ [1],[2] แผนยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนากำลังคนและเสริมสร้างศักยภาพทุนมนุษย์ ได้กำหนดให้มีการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษา รวมถึงการสร้างระบบการนิเทศที่มีประสิทธิภาพ โปร่งใส และสามารถติดตามผลได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการประกันคุณภาพการศึกษาในระดับสากลที่เรียกร้องให้มีระบบการจัดเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่อง [3],[4]

จากการสังเกตการณ์ปฏิบัติงานในระบบการนิเทศนักศึกษา พบปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพการนิเทศในหลายประการ ข้อมูลการนิเทศส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในรูปแบบกระดาษหรือรายงานที่กระจัดกระจาย ทำให้ขาดระบบที่สามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์เชิงวิเคราะห์ได้อย่างต่อเนื่อง การสื่อสารระหว่างอาจารย์นิเทศก์ นักศึกษา และสถานประกอบการส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการสนทนาที่ไม่ถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ข้อมูลสำคัญสูญหายและไม่สามารถใช้ในการประเมินผลหรือปรับปรุงการนิเทศได้ [5] นอกจากนี้ การให้คำแนะนำจากอาจารย์นิเทศก์มีความไม่สม่ำเสมอ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความเชี่ยวชาญของแต่ละบุคคล ทำให้นักศึกษาได้รับการสนับสนุนที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์นิเทศก์ที่มีประสบการณ์น้อยมักขาดความพร้อมในการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดคิดในสถานประกอบการ เช่น ปัญหาการปรับตัวของนักศึกษา ความขัดแย้งในสถานที่ทำงาน หรือการประเมินผลงานที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ส่งผลให้การแก้ไขปัญหาล่าช้าและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักศึกษา ประกอบกับการขาดระบบ Feedback ที่ชัดเจนในการนำผลการนิเทศกลับมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการต่อไป [6],[7]

การพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) ในปัจจุบันได้เปิดโอกาสใหม่สำหรับการแก้ไขปัญหาในระบบการนิเทศ งานวิจัยต่างๆ ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในด้านการศึกษา โดยเฉพาะในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก การสร้างระบบแนะนำที่เหมาะสม และการพัฒนาแดชบอร์ดอัจฉริยะ (Intelligent Dashboard) [8],[9] เทคโนโลยี Retrieval-Augmented Generation (RAG) และ Hybrid Retrieval System ได้รับการพัฒนาให้สามารถผสมผสานการค้นหาข้อมูลแบบ keyword และ semantic เข้าด้วยกัน ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ตรงกับบริบทและเจตนาของผู้ใช้มากขึ้น [10] เทคโนโลยี Speech-to-Text และ Neural Re-ranker ช่วยให้สามารถแปลงข้อมูลเสียงเป็นข้อความและจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลได้อย่างแม่นยำ การใช้ Machine Learning Models และ Sentiment Analysis ในระบบการศึกษาได้แสดงผลลัพธ์ที่น่าสนใจในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้และการให้คำแนะนำที่เหมาะสม [11],[12] นอกจากนี้ Adaptive AI และ Reinforcement Learning ยังช่วยให้ระบบสามารถเรียนรู้และปรับปรุงตัวเองได้อย่างต่อเนื่อง [13]

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) กับข้อมูลการนิเทศย้อนหลัง Expert Knowledge และ Dashboard เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบซึ่งจะได้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก (Insights) เช่น แนวโน้ม ปัญหา และ ความเสี่ยง ข้อเสนอแนะเชิงหลักฐาน (Evidence-based Recommendations) สำหรับอาจารย์และผู้บริหาร การตอบคำถามอัตโนมัติ (AI Q&A Support) เพื่อช่วยตัดสินใจในสถานการณ์จริง เพื่อใช้สำหรับการวางแผนพัฒนาระบบการนิเทศก์ของสถาบันที่ต้องการเร่งด่วนในการปรับปรุงระบบการนิเทศให้มีคุณภาพ ความน่าเชื่อถือ และสามารถรองรับมาตรฐานการประกันคุณภาพการศึกษาในระดับสากล [14],[15]

2. วัตถุประสงค์

2.1. เพื่อพัฒนากรอบแนวคิดระบบสนับสนุนการนิเทศอัจฉริยะสำหรับการจัดการศึกษาทวิภาคี ระดับอาชีวศึกษา

2.2. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบโดยใช้ข้อมูลย้อนหลังและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

2.3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพ คุณภาพ และความพึงพอใจ ของระบบต้นแบบ

2.4. เพื่อศึกษาผลการใช้งานระบบที่ปรึกษาอัจฉริยะในการนิเทศของหลักสูตรทวิภาคีอย่างยั่งยืน

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1. ข้อมูลการวิจัย การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลการนิเทศนักศึกษา ในระบบทวิภาคี ระดับอาชีวศึกษา ย้อนหลัง 3 ปีการศึกษา วิทยาลัยเทคโนโลยีพงษ์สวัสดิ์ ประกอบด้วย

3.1.1. ข้อมูลผลการนิเทศนักศึกษาจากอาจารย์นิเทศก์ในระบบทวิภาคี ระดับอาชีวศึกษา

3.1.2. จำนวนนักศึกษาเข้ารับการนิเทศในระบบทวิภาคี ปีละ 20 คน รวมจำนวน 60 คน

3.1.3. อาจารย์นิเทศก์ ในระบบทวิภาคี จำนวน 10 คน

3.1.4. สถานประกอบการที่เข้าร่วมในระบบทวิภาคี จำนวน 10 แห่ง

3.2. ประชากร อาจารย์นิเทศก์ในระบบทวิภาคีระดับอาชีวศึกษา จากวิทยาลัยเทคโนโลยีพงษ์สวัสดิ์ จำนวน 50 คน

3.2.1. กลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกอาจารย์นิเทศก์ในระบบทวิภาคีระดับอาชีวศึกษาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 15 คน เพื่อนำมาประเมินและให้ข้อเสนอแนะต่อระบบต้นแบบที่พัฒนา

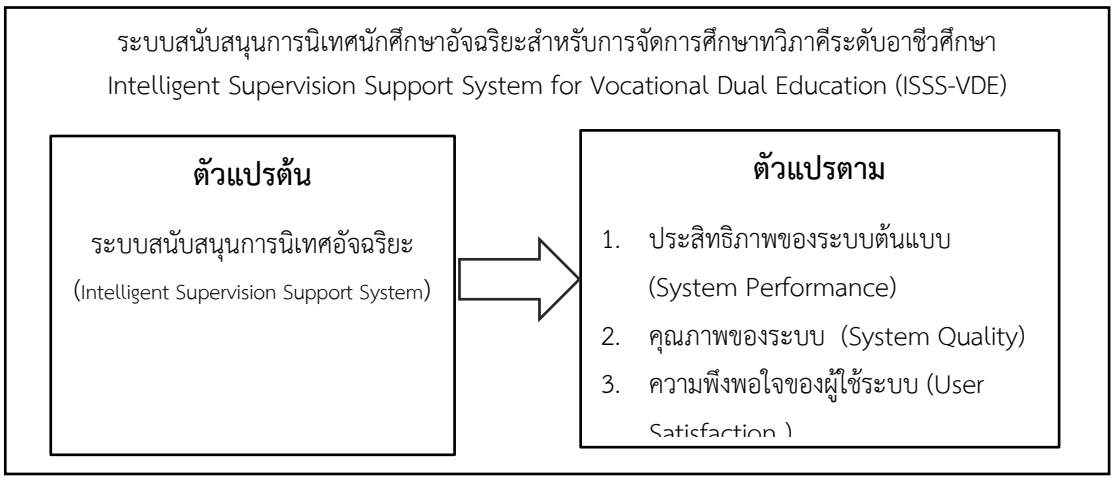
4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1. พัฒนากรอบแนวคิดระบบสนับสนุนการนิเทศอัจฉริยะที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญของการนิเทศในระบบทวิภาคีระดับอาชีวศึกษา

4.2. อาจารย์นิเทศก์ในสถานประกอบการตามการจัดการศึกษาทวิภาคี ระดับอาชีวศึกษามีสมรรถนะในการแก้ปัญหาเฉพาะในนิเทศฝึกงานสูงขึ้น

4.3. สนับสนุนการประยุกต์ใช้ AI ในการศึกษาระดับอาชีวศึกษา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพการจัดการศึกษาทวิภาคี

5. กรอบแนวคิดการวิจัย



5.1. ตัวแปรต้น (Independent Variable)

ระบบสนับสนุนการนิเทศอัจฉริยะ (Intelligent Supervision Support System) ซึ่งเป็นระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อยกระดับกระบวนการนิเทศนักศึกษาในระบบการจัดการศึกษาทวิภาคีระดับอาชีวศึกษา ระบบดังกล่าวอาศัยข้อมูลการนิเทศนักศึกษาย้อนหลังซึ่งสะท้อนประสบการณ์จริงของการ

นิเทศในสถานประกอบการ ผสานกับองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการนิเทศและการจัดการศึกษา เพื่อสร้างฐานความรู้ที่มีความถูกต้องและสอดคล้องกับบริบทการใช้งานจริง นอกจากนี้ ยังนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing: NLP) และเทคนิคการสร้างคำตอบแบบเสริมด้วยการค้นคืนข้อมูล (Retrieval-Augmented Generation: RAG) มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกและสนับสนุนการให้คำแนะนำเชิงหลักฐานอย่างเป็นระบบ ควบคู่กับการนำเสนอผลลัพธ์ผ่านแดชบอร์ดอัจฉริยะที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถติดตาม ประเมิน และทำความเข้าใจสถานการณ์การนิเทศได้ทั้งในระดับรายบุคคลและภาพรวม ส่งผลให้ระบบทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุนการตัดสินใจ การให้คำปรึกษา และการติดตามผลการนิเทศของอาจารย์นิเทศก์อย่างมีประสิทธิภาพ โปร่งใส และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้

5.2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

การใช้ระบบสนับสนุนการนิเทศอัจฉริยะการจัดการศึกษาทวิภาคี มีการประเมิน 3 ด้านหลัก ได้แก่

5.2.1. ประสิทธิภาพของระบบต้นแบบ (System Performance) สะท้อนความสามารถของระบบในการทำงานได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว เสถียร และตอบสนองต่อการใช้งานจริงของอาจารย์นิเทศก์

5.2.2. คุณภาพของระบบ (System Quality) พิจารณาคุณลักษณะของระบบในด้านความเหมาะสม ความน่าเชื่อถือ ความง่ายต่อการใช้งาน และความสอดคล้องกับมาตรฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการประกันคุณภาพการศึกษา

5.2.3. ความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ (User Satisfaction) วัดระดับความพึงพอใจของอาจารย์นิเทศก์ต่อการใช้งานระบบต้นแบบ ทั้งในด้านความสะดวก ประโยชน์ใช้สอย และการสนับสนุนการนิเทศในสถานการณ์จริง

6. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนากรอบแนวคิด (Conceptual Framework Development) ระบบสนับสนุนการนิเทศอัจฉริยะสำหรับการจัดการศึกษาทวิภาคี ระดับอาชีวศึกษา มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

- การศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
- การออกแบบกรอบแนวคิดเบื้องต้น
- ตรวจสอบและอภิปรายร่างกรอบแนวคิดด้วยการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group)
- การสรุปผลและปรับปรุงกรอบแนวคิด
- การประเมินกรอบแนวคิดโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert Validation)
- การวิเคราะห์ผลการประเมิน

ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบ (Prototype Development) โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

- การศึกษาเอกสารและเทคโนโลยี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- การออกแบบระบบต้นแบบ (System Design)
- การประเมินความเหมาะสมของการออกแบบระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- การพัฒนาระบบต้นแบบ (Prototype Development)
- การตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้นโดยผู้วิจัย (Researcher Internal Test)
- การประเมินประสิทธิภาพระบบต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ
- การวิเคราะห์ผลการประเมิน

ระยะที่ 3 การประเมินระบบต้นแบบโดยผู้ใช้จริง (User Evaluation)

- กำหนดกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้จริง
- เตรียมเครื่องมือและระบบต้นแบบ
- การทดลองใช้งานระบบต้นแบบ (User Testing)
- การเก็บข้อมูลความพึงพอใจ
- การวิเคราะห์ข้อมูล
- สรุปผลและข้อเสนอแนะ

7. ผลการวิจัย

Conceptual Framework Intelligent Supervision Support System for Dual Vocational Education (ISS-DVE) มีองค์ประกอบดังนี้

ภาพที่ 1 Conceptual Framework Intelligent Supervision Support System for Dual Vocational Education (ISS-DVE)

บทความเรื่อง การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการนิเทศอัจฉริยะสำหรับการจัดการศึกษาทวิภาคี อยู่ระหว่างการเผยแพร่วารสาร ตีพิมพ์ใน Journal of Education and Learning ปีที่ 15 ฉบับที่ 5 ปี ค.ศ. 2026

จากภาพที่ 1 การพัฒนากรอบแนวคิดระบบสนับสนุนการนิเทศอัจฉริยะสำหรับการอาชีวศึกษาแบบทวิภาคี ผู้วิจัยได้ศึกษาและพัฒนากรอบแนวคิด ISS-DVE ในรูปแบบ วงจรปรับปรุงต่อเนื่อง ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) Theory 2) System Development 3) Research Outcomes 4) Evaluation โดยเริ่มจากทฤษฎีและแปลงเป็นสถาปัตยกรรมการพัฒนาระบบ จากนั้นตรวจสอบผลลัพธ์เชิงเทคนิคและเชิงการประยุกต์ ก่อนย้อนกลับสู่การประเมินเพื่อปรับปรุงกรอบแนวคิดรอบถัดไป การบูรณาการข้อมูลและกระบวนการระหว่างสถานศึกษาโดยอาจารย์นิเทศกับสถานประกอบการโดยพี่เลี้ยงการปฏิบัติงานของนักศึกษา เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการนิเทศ โดยเฉพาะในการสัมภาษณ์ ซึ่งต้องอาศัยคำถามและคำตอบที่สอดคล้องและถูกต้องในการประเมินผลการนิเทศที่ตอบสนองต่อสถานการณ์จริงได้ดียิ่งขึ้น มีรายละเอียดแต่ละองค์ประกอบดังนี้

1. Theory เป็นส่วนที่ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการมาพัฒนากรอบแนวคิดระบบประกอบการอธิบายว่าการออกแบบระบบมีความสอดคล้องทั้งทางวิชาการและทางปฏิบัติ ในงานวิจัยนี้ใช้หลักทฤษฎีสำคัญดังนี้

1.1. System Theory แนวคิด IPOF Model เป็นกรอบแนวคิดเชิงระบบที่ใช้ในการออกแบบและวิเคราะห์การทำงานของระบบสารสนเทศ แบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ประกอบด้วย 1) Input เป็นข้อมูลหรือทรัพยากรที่เข้าสู่ระบบ 2) Process เป็นขั้นตอนการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้าง

คุณค่าใหม่ 3) Output เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการ 4) Feedback การย้อนกลับเพื่อนำผลการทำงานไปปรับปรุงระบบในรอบถัดไป แนวคิด IPOF Model ถือเป็นรากฐานที่มาจาก General System Theory ที่มุ่งเน้นการอธิบายระบบในเชิงองค์รวม (Holistic View) โดย Feedback เป็นกลไกสำคัญที่ทำให้ระบบสามารถปรับตัวและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง [16],[17]

1.2. AI Agent Theory (PDAL) เป็นระบบอัจฉริยะที่สามารถรับรู้สิ่งแวดล้อม ตัดสินใจ และกระทำการได้อย่างอิสระ โดยวงจรการทำงานหลักของ AI Agent ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักประกอบด้วย 1) Perceive เป็นการรับรู้และตีความข้อมูลจากสภาพแวดล้อม 2) Decide เป็นการเลือกแนวทางการตัดสินใจจากข้อมูลที่รับมาเทคนิค AI เช่น Machine Learning Rule-based Reasoning 3) Act การนำผลการตัดสินใจไปสู่การแสดงผล เช่น การแจ้งเตือน การแนะนำ หรือการสั่งงานระบบ 4) Learn การเรียนรู้จากประสบการณ์และผลลัพธ์ที่ผ่านมา เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและเพิ่มความแม่นยำในอนาคต การผสานทั้งสองแนวคิดจึงทำให้ได้ Framework ที่มีทั้ง โครงสร้างที่ชัดเจน (IPOF) และ ความอัจฉริยะที่ปรับตัวได้ (AI Agent Core) [13],[18]

1.3. Learning Theory (Experiential Learning) สนับสนุนวงจรการเรียนรู้แบบประสบการณ์ (Experiential Learning Cycle) เน้นการเรียนรู้ต่อเนื่องจากการกระทำ [19]

1.4. Explainable AI (XAI) Theory เป็นหลักการเน้นการทำให้การตัดสินใจของ AI โปร่งใส อธิบายได้ เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือซึ่งต้องอาศัยเทคนิค AI ที่สามารถอธิบายเหตุผลในการวิเคราะห์และการตัดสินใจได้อย่างเข้าใจง่าย [20],[21]

1.5. Dual Vocational Education กำหนดบริบทนโยบายและการปฏิบัติที่บูรณาการการเรียนรู้ในสถานศึกษาและสถานประกอบการ (work-based learning) ให้สอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ ปฏิบัติงานในสถานประกอบการจริง ควบคู่กับ เรียนทฤษฎี กับ ฝึกปฏิบัติในงานจริง เพื่อให้พร้อมทำงานทันทีเมื่อจบ [22],[23]

2. System Development เป็นส่วนนำเทคโนโลยี AI ผสาน การเรียนรู้เชิงสถิติ (ML) กับ การดึงความรู้ (IR/RAG) และ การสร้างภาษาธรรมชาติ (LLM) เพื่อสร้าง ที่ปรึกษาอัจฉริยะ ที่เชื่อถือได้ [10],[24] โดยมีส่วนประกอบย่อยดังนี้

2.1. Data Management & Integration เป็นการบูรณาการข้อมูลของระบบ ISS-DVE โดยใช้ข้อมูลการนิเทศย้อนหลัง 3 ปี ประกอบด้วย 3 ส่วนประกอบหลัก [25] ดังนี้

2.1.1. Data Storage เป็นข้อมูลดิบ ที่ประกอบด้วย 1) ข้อมูลนักศึกษา จำนวน 30 คน 2) ข้อมูลสถานประกอบการ จำนวน 10 แห่ง 3) ข้อมูลอาจารย์นิเทศ จำนวน 10 ท่าน 4) ผลการประเมินการนิเทศ 5) ข้อมูลคำถามคำตอบของอาจารย์นิเทศและพี่เลี้ยงสถานประกอบการ ข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี สำหรับใช้ในการพัฒนาระบบ [26]

2.1.2. Data Integration เป็นการบูรณาการข้อมูลที่หลากหลายจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ตามข้อ 2.1.1 ผ่านกระบวนการ ETL มาแปลงให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน จัดเก็บเป็นข้อมูลกลางของระบบ ISS-DVE [27]

2.1.3. Data Process ข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลกลาง จะเชื่อมข้อมูลนิเทศจากสถาบันการศึกษากับสถานประกอบการด้วยรูปแบบมาตรฐาน เพื่อรองรับการวิเคราะห์แบบใกล้เวลาจริง และการติดตามย้อนกลับ (data lineage) ตามหลักการคุณภาพข้อมูล (accuracy, completeness) และจะนำมาประมวลผลด้วยเทคนิค AI Core ตามระบบ ISS-DVE [28]

2.2. AI Agent Core ประกอบด้วยเทคนิคที่พัฒนาเป็นระบบ Intelligent Supervision Support System for Dual Vocational Education ประกอบด้วยเทคนิคดังนี้

2.2.1. Machine Learning (ML) จัดจำแนก พยากรณ์เหตุการณ์นิเทศ โดยอาศัยการฝึกแบบมีผู้สอนและไม่มีผู้สอน [29]

2.2.2. Retrieval-Augmented Generation (RAG) ผนวกรวมการค้นคืนความรู้เฉพาะบริบทก่อนการสังเคราะห์คำตอบ เพื่อลด hallucination และเพิ่มความถูกต้องของคำแนะนำ [5],[30]

2.2.3. Large Language Model (LLM) กลไกสื่อสารภาษาธรรมชาติระหว่างอาจารย์นิเทศก์ นักศึกษา และระบบ ช่วยแปลเจตนา (intent) และให้คำปรึกษาแบบบริบทยึดโยง

2.3. Outputs เป็นผลการการพัฒนาระบบจากงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

2.3.1. Dashboard ประกอบด้วย 1) ผลการประเมินการนิเทศนักศึกษารายบุคล 2) Trend ของปัญหาการนิเทศ 3) สถิติรายการถามตอบในการสัมภาษณ์ในการนิเทศในสถานที่จริง [9]

2.3.2. AI-Chatbot เป็นสื่อสารสองทางแบบโต้ตอบ ให้คำแนะนำ ขั้นตอนงาน ความปลอดภัย ตลอดจนแนวทางปรับปรุง โดยดึงหลักเกณฑ์ คู่มือองค์กรผ่าน RAG สำหรับอาจารย์นิเทศใช้ในการนิเทศในสถานที่จริง ในงานวิจัยใช้อาจารย์นิเทศจำนวน 30 ท่านในการใช้ระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้น

2.4. Feedback นำข้อมูลจาก Dashboard และ Chatbot ที่มาจากการใช้งานจริงและผลตอบรับของผู้ใช้ มารวบรวมเป็น case แล้วใช้ปรับปรุง การค้นคืน (retrieval) นโยบายการอ้างอิง (policy-grounded RAG) และ แบบคำตอบของ LLM เพื่อให้คำแนะนำในรอบถัดไป ยึดหลักฐานและตรงกับการใช้งานจริง [31],[32]

2.5. User & Environment ส่วนประกอบนี้ครอบคลุมการใช้งานจริงในสภาพแวดล้อมจริงของอาชีวศึกษาทวิภาคี ตั้งแต่การออกแบบจนถึงการประเมินผลของระบบที่พัฒนา โดยกำหนดผู้ใช้ 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) อาจารย์นิเทศ ต้องการคำแนะนำที่อ้างอิงได้และสรุปเคสได้รวดเร็ว 2) พี่เลี้ยงในสถานประกอบการ ต้องการแนวปฏิบัติที่สั้น กระชับ และสอดคล้องขั้นตอนงาน 3) นักศึกษา ต้องการคำแนะนำเป็นขั้นตอนปฏิบัติ 4) ผู้บริหาร ต้องการภาพรวมแนวโน้มพร้อมหลักฐานประกอบการตัดสินใจ ระบบรองรับการใช้งานผ่าน Dashboard และ Chatbot โดยเน้นความถูกต้องของคำแนะนำด้วย Policy-Grounded RAG และการอธิบายผลแบบ XAI ทั้งยังรองรับ โหมดออฟไลน์ชั่วคราว เพื่อรับมือเครือข่ายไม่เสถียร พร้อมมาตรการความปลอดภัยข้อมูลและสิทธิ์เข้าถึงตามบทบาทผู้ใช้ [21],[33]

3. Research Outcomes ในกรอบแนวคิดครอบคลุมทั้งประสิทธิภาพเชิงเทคนิคและประสิทธิผลเชิงการใช้จริง ดังนี้

3.1. Technical Outcomes ประเมินประสิทธิภาพแบบจำแนกด้วย Accuracy, Precision, Recall และ F1-score ตามนิยามเมทริกซ์สับสน (Confusion Matrix) มาตรฐาน เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือเชิงคำนวณของโมเดล [34],[35]

3.2. Application Outcomes ตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้งานจริงของ Outputs ของ AI-Chatbot และ Dashboard ต่อการนิเทศนักศึกษาในสถานที่ปฏิบัติงานจริง [36]

4. Evaluation ในกรอบแนวคิดการผสานการประเมิน ปริมาณกับคุณภาพ ทำให้กรอบแนวคิดมีความเข้มแข็งเชิงวิชาการ และ ความน่าใช้เชิงปฏิบัติ ดังนี้

4.1. Quantitative ประกอบด้วย

4.1.1. Appropriateness (ความเหมาะสม) วัดจากคะแนนผู้เชี่ยวชาญ (Likert 5 ระดับ) รายหัวข้อของกรอบแนวคิด แล้วสรุป ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) [37]

4.1.2. Content Validity (IOC) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ [38]

4.2. Qualitative ประกอบด้วย

4.2.1. Expert Opinions & Recommendations เก็บข้อมูลผ่าน สัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สนทนากลุ่ม วิเคราะห์เชิงเนื้อหา (thematic) เพื่อปรับปรุงความครบถ้วน ความชัดเจน และความเป็นไปได้ของระบบ [39]

4.2.2. Usability/Acceptance เมื่อต้นแบบพร้อมใช้งาน อาจประเมิน ความพึงพอใจ หรือกรอบ TAM เพื่อวัดการยอมรับของผู้ใช้จริงในการปฏิบัติงาน [35],[40]

2. Evaluation conception framework

การประเมินกรอบแนวคิดกรอบแนวคิดระบบสนับสนุนการนิเทศอัจฉริยะสำหรับการจัดการศึกษาทวิภาคี ระดับอาชีวศึกษา ได้รับการออกแบบภายใต้แนวคิด Evaluation Dimensions for the Conceptual Framework of AI Agent-Based Intelligent System Development โดยครอบคลุม 5 มิติหลัก ได้แก่ (1) System (2) Intelligence (3) Decision (4) Learning และ (5) User & Environment ซึ่งแต่ละมิติสะท้อนถึงคุณลักษณะสำคัญของระบบปัญญาประดิษฐ์ที่มีความครบถ้วน โปร่งใส และยั่งยืน [20],[21]

2.1. System (เชิงระบบ)

มิตินี้มุ่งประเมินความครบถ้วน ความเชื่อมโยง และความสามารถในการประยุกต์ใช้จริงของกรอบแนวคิดที่บูรณาการโมเดล IPOF และ AI Agent Core เข้าด้วยกัน โดยการที่ระบบมีโครงสร้างชัดเจนและองค์ประกอบสอดคล้องกัน สะท้อนถึงความแข็งแรงของระบบและความสามารถในการพัฒนาเป็นต้นแบบที่มีเสถียรภาพและน่าเชื่อถือ [17]

2.2. Intelligence (ปัญญาประดิษฐ์)

เป็นมิติที่สะท้อนถึงความฉลาดของ AI Agent ในการทำงาน โดยพิจารณาจากวงจรหลักของ AI PDAL ระบบที่ดีต้องสามารถรับรู้ วิเคราะห์ ตัดสินใจ และลงมือปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมต่อสภาพข้อมูลและบริบทจริง อีกทั้งยังสามารถปรับตัวกับข้อมูลใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของความฉลาดเชิงปรับตัว (Adaptive Intelligence) [13],[18]

2.3. Decision (การตัดสินใจ)

ระบบที่ขับเคลื่อนด้วย AI Agent จำเป็นต้องให้ผลการตัดสินใจที่ถูกต้อง มีเหตุผล และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ (Traceable Decisions) โดยเฉพาะในบริบทของการจัดซื้อจัดจ้างและการวางแผนนโยบายในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ความสามารถในการอธิบายเหตุผลของระบบจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อความน่าเชื่อถือ การนำแนวคิด Explainable AI (XAI) เข้ามาช่วยเพิ่มความโปร่งใสและความเข้าใจของผู้ใช้ ถือเป็นหนึ่งในเกณฑ์การประเมินที่สำคัญของมิตินี้ [41],[42]

2.4. Learning (การเรียนรู้หรือการปรับตัว)

มิตินี้สะท้อนศักยภาพของระบบในการเรียนรู้และปรับปรุงจากข้อมูลย้อนกลับ ทั้งแบบชัดแจ้ง (Explicit Feedback) และแบบแฝง (Implicit Feedback) เพื่อพัฒนาโมเดลอย่างต่อเนื่อง [43] แนวคิดการเรียนรู้เชิงเสริมกำลัง (Reinforcement Learning) [13] และการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning) [19] ถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานเพื่อสร้างระบบที่สามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของระบบอัจฉริยะที่มีความยั่งยืนในระยะยาว

2.5 User & Environment (ผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม)

มิตินี้ประเมินความเหมาะสม ความเข้าใจง่าย ความสะดวกในการใช้งาน และผลกระทบต่อผู้ใช้จริง รวมถึงความสอดคล้องของระบบกับบริบทชุมชนท้องถิ่น [44] การพัฒนาระบบให้รองรับความต้องการและความแตกต่างของผู้ใช้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยเพิ่มระดับความยอมรับของระบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Technology Acceptance Model (TAM) [35],[40]

การประเมินทั้ง 5 มิติถูกนำมาใช้เพื่อวัด ความครบถ้วน และ ความเหมาะสม ของกรอบแนวคิดที่พัฒนาเพื่อยืนยันว่าระบบสามารถเชื่อมโยงระหว่างโครงสร้างเชิงทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้จริงในระดับสถาบันการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. Expert Validation ผู้เชี่ยวชาญแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) ประเมิน IOC จำนวน 5 คน ประเมินความสอดคล้องเชิงวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence (IOC)) เพื่อใช้ตรวจสอบความตรงของรายการคำถามและตัวชี้วัดในแบบสอบถาม [45] 2) ประเมินกรอบแนวคิด จำนวน 15 คนแบ่งออกเป็น 3 ด้านๆละ 5 คนประกอบด้วย 2.1) System & Technical Experts 2.2) AI & Decision-Making Experts 2.3) User & Quality Assurance Experts การประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิดระบบ ISS-DVE

4. Instruments แบบสอบถามประเมิน IOC และ แบบสอบถามประเมินกรอบแนวคิดโดยใช้ Likert Scale 5 ระดับ ครอบคลุม 5 มิติ ได้แก่ System, Intelligence, Decision, Learning และ User & Environment [45]

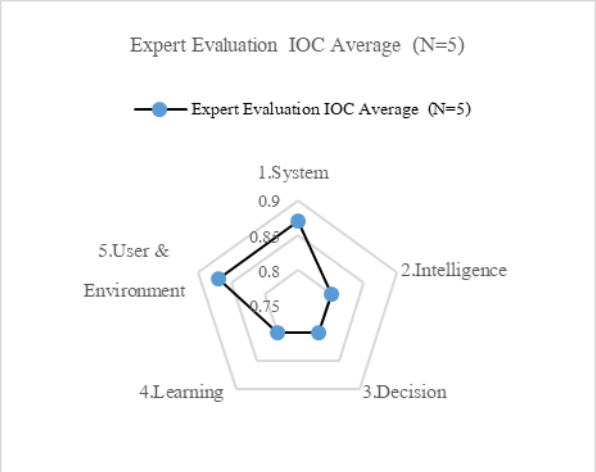
5. Data Analysis ใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และ IOC ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแต่ละมิติและข้อย่อย [46]

ข้อมูลจากการประเมินจะนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และ ค่า IOC เพื่อวัดระดับความเห็นพ้องของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละมิติ รวมถึงเพื่อยืนยันความสอดคล้องเชิงโครงสร้างของกรอบแนวคิดก่อนนำไปพัฒนาเป็นระบบต้นแบบ การออกแบบขั้นตอนการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญในลักษณะนี้ช่วยยืนยันว่า กรอบแนวคิดที่พัฒนามีความถูกต้อง ตามหลักวิชาการ มีความครอบคลุมทั้งเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติ และสามารถรองรับการนำไปใช้พัฒนาระบบต้นแบบของงานวิจัยในการใช้งานจริง

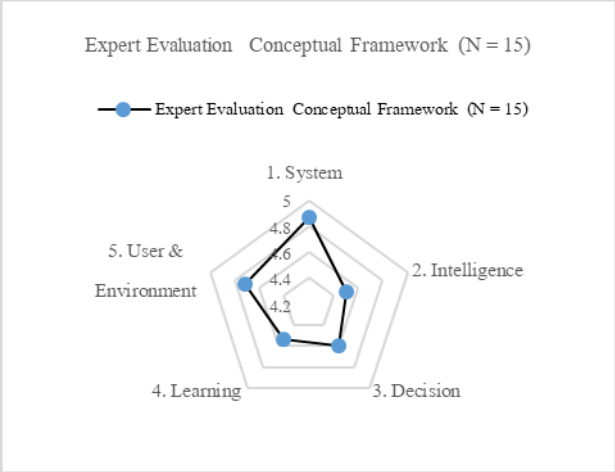
จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ได้มีการประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิดโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 คน ข้อมูลตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิดโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ		$\bar{x}$	S.D.	IOC	ระดับความเหมาะสม
1.	**System**	**4.87**	**0.25**	**0.87**	**มากที่สุด**
	1.1) องค์ประกอบของกรอบแนวคิดมีความครบถ้วน	5.00	0.00	1.00	มากที่สุด
	1.2) โครงสร้างระบบมีความเชื่อมโยงสอดคล้องกัน	4.8	0.41	0.80	มากที่สุด
	1.3) กรอบแนวคิดสามารถนำไปพัฒนาต้นแบบได้จริง	4.8	0.41	0.80	มากที่สุด
2.	**Intelligence**	**4.51**	**0.43**	**0.80**	**มากที่สุด**
	2.1) AI Agent แสดงความสามารถในการรับรู้และวิเคราะห์ได้เหมาะสม	4.53	0.52	0.80	มากที่สุด
	2.2) การตัดสินใจของ AI Agent มีความเหมาะสม	4.47	0.52	0.80	มาก
	2.3) กระบวนการทำงานของ AI Agent มีความเป็นระบบ	4.53	0.52	0.80	มากที่สุด
3.	**Decision**	**4.6**	**0.47**	**0.80**	**มากที่สุด**
	3.1) ระบบสามารถสนับสนุนการตัดสินใจที่ถูกต้อง	4.6	0.51	0.80	มากที่สุด
	3.2) ผลลัพธ์ของการตัดสินใจมีความโปร่งใสและอธิบายได้	4.6	0.63	0.80	มากที่สุด
	3.3) การตัดสินใจของระบบตรงกับความต้องการของผู้ใช้	4.6	0.51	0.80	มากที่สุด
4.	**Learning**	**4.53**	**0.52**	**0.80**	**มากที่สุด**
	4.1) ระบบสามารถเรียนรู้และปรับปรุงจาก Feedback ได้	4.53	0.52	0.80	มากที่สุด
	4.2) AI Agent แสดงความสามารถในการปรับตัวตามสถานการณ์	4.47	0.64	0.80	มาก
	4.3) การเรียนรู้ช่วยเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพของระบบ	4.6	0.51	0.80	มากที่สุด
5.	**User & Environment**	**4.71**	**0.45**	**0.87**	**มากที่สุด**
	5.1) ระบบสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้	4.67	0.49	0.80	มากที่สุด
	5.2) ผู้ใช้สามารถเข้าใจและใช้งานได้สะดวก	4.73	0.46	0.80	มากที่สุด
	5.3) กรอบแนวคิดเหมาะสมกับการนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมจริง	4.73	0.46	1.00	มากที่สุด
สรุปภาพรวม		**4.64**	**0.37**	**0.83**	**มากที่สุด**



ภาพที่ 2 IOC (Content Validity) of the ISS-DVE Conceptual Framework (N=5)



ภาพที่ 3 Expert Evaluation of the ISS-DVE Conceptual Framework (N=15)

จากตารางที่ 1 ผลการประเมิน IOC โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 ท่าน ภาพรวมพบว่า แบบประเมินมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ภาพรวม (IOC=0.83) และรายข้ออยู่ในการเกณฑ์มาตรฐาน IOC= (0.80-1.00) และผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ด้านจำนวน 15 คน พบว่าภาพรวม ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นที่สอดคล้องกันมาก (S.D. = 0.00-0.64) กรอบแนวคิดมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด (mean=4.64, S.D.=0.37) เมื่อพิจารณารายด้านที่มีความเหมาะสมมากที่สุดเรียงลำดับดังนี้ 1) System (mean=4.87, S.D.=0.25) 2) User & Environment (mean=4.71, S.D.=0.45) 3) Decision (mean=4.60, S.D.=0.47) 4) Learning (mean=4.53, S.D.=0.52) 5) Intelligence (mean=4.51, S.D.=0.43) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า มีความเหมะสมระดับมากที่สุดอยู่ระหว่าง (mean=4.51-5.00, S.D. =0.00–0.64) ยกเว้น ข้อ 2.2 และ 4.2 มีความเหมาะสม มาก (mean =4.47, S.D.=0.52, 0.64) เท่ากันตามลำดับ จากภาพที่ 1 และ 2 ผลการประเมิน ทั้ง IOC (N=5) และคะแนนเฉลี่ย (N=15) สะท้อนแนวโน้มเดียวกัน ISS-DVE มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด โดย System และ User & Environment เป็นจุดแข็ง ขณะที่ Decision ยังเป็นด้านที่พัฒนาหลัก สอดคล้องระหว่างมุมมองเชิงการใช้งานและความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นภาพรวมเพิ่มเติมในการพัฒนากรอบแนวคิดในด้าน Intelligence และ Learning ในการที่ผู้วิจัยเลือกเทคนิคของ AI Agent ให้พิจารณาข้อมูลนำเข้าต้องมีปริมาณข้อมูล เพียงพอครบถ้วน และมีมาตรฐานก่อนนำเข้าระบบของ AI Core จึงจะได้ผลลัพธ์ที่ต้องการรองรับการแก้ปัญหาในงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ใช้ Likert 5-point จำนวน 15 ท่าน ผลการประเมินกรอบแนวคิด ISS-DVE มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดระดับมากที่สุด (mean=4.64, S.D.=0.37) โดยด้านที่มีความเหมาะสมมากที่สุดคือด้าน System (mean=4.87, S.D.=0.25) ซึ่งการออกแบบและพัฒนาเชิงสถาปัตยกรรม ความสอดคล้องกับบริบทผู้ใช้ เป็นจุดแข็งของกรอบแนวคิดนี้อย่างมาก ทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดระบบและกระบวนการแบบ IPOF และสถาปัตยกรรม AI Agent (PDAL) ที่ให้ความสำคัญกับองค์ประกอบครบวงจรและลูปป้อนกลับ [17],[18] เมื่อพิจารณารายข้อ ด้าน System โดยข้อ 1.1 ความครบถ้วนขององค์ประกอบ (mean=4.87, S.D.=0.25) แสดงถึงผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นที่สอดคล้องกันทุกท่าน ต่อความครบถ้วนและความเชื่อมโยงของโครงสร้าง อีกทั้งด้าน User & Environment (mean=4.71, S.D.=0.45) สอดคล้องกับทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) ที่ชี้ว่าความง่ายในการใช้และประโยชน์ที่รับรู้เป็นตัวขับการยอมรับ [35][40] ด้าน Decision และ Intelligence Learning อยู่ในระดับมากที่สุด แต่ยังมี จุดพัฒนา ในข้อ 2.2 ความเหมาะสมของการตัดสินใจของ AI และ 4.2 ความสามารถปรับตัวตามสถานการณ์ ซึ่งได้ค่า (mean=4.47, S.D.=0.64) ต่ำกว่าข้ออย่อยอื่นเล็กน้อย สะท้อนความท้าทายด้าน คุณภาพข้อมูลหลักฐาน และ ความครอบคลุมของฐานความรู้ สำหรับ RAG กับ LLM และการออกแบบ feedback loop ให้ตรวจสอบย้อนกลับได้ (XAI) จากผลดังกล่าว ข้อเสนอเพื่อยกระดับคุณภาพเชิงระบบสอดรับกับ จุดพัฒนา ดังนี้ 1) นำแนวคิด Policy-Grounded RAG มากำกับแหล่งอ้างอิง เงื่อนไขการปฏิเสธตอบเมื่อหลักฐานไม่พอ เพื่อเพิ่มคุณภาพคำแนะนำ [10] 2) สร้างปุ่ม Feedback Driven Learning บนแดชบอร์ด ภายใต้กรอบปฏิบัติ MLOps 3) เสริมการอธิบายผล (XAI) ในระดับที่ผู้ใช้งาน เข้าใจได้ง่าย เพื่อเพิ่มความโปร่งใสและการยอมรับ [20] ในค่า S.D. = 0.00-0.64 ระหว่างผู้เชี่ยวชาญความเห็นสอดคล้องกันสูง ขณะที่ค่าเฉลี่ยรายข้อโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดรับสมมติฐานว่าโครงสร้าง ISS-DVE พร้อมต่อยอดสู่ Prototype & Field Trial เพื่อประเมิน Usability และ Acceptance (SUS กับ TAM) ควบคู่ตัวชี้วัดคุณภาพคำแนะนำของ AI ในสถานการณ์จริง [35][47][48] ซึ่งจะต้องพัฒนาระบบต้นแบบสำหรับงานวิจัยไปใช้งานจริงกับกลุ่มผู้ใช้

8. สรุปแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอและตรวจสอบความเหมาะสมของกรอบแนวคิด ISS-DVE ซึ่งบูรณาการแนวคิด IPOF เข้ากับสถาปัตยกรรม AI Agent (PDAL) และเทคโนโลยี RAG ร่วมกับโมเดลภาษาขนาดใหญ่ (LLM) เพื่อสนับสนุนระบบนิเทศแบบทวิภาคี ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความเหมาะสมในระดับสูงที่สุด สะท้อนให้เห็นถึงจุดแข็งด้านโครงสร้างระบบที่ครอบคลุมและความสอดคล้องกับการใช้งานของผู้ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีระบบและทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี [17],[35] ประเด็นที่ควรพัฒนาเพิ่มเติม ได้แก่ 1) คุณภาพของคำแนะนำจาก AI 2) ความสามารถในการปรับตัวตามสถานการณ์ ซึ่งทั้งสองด้านยังเป็นประเด็นที่ต้องเร่งพัฒนาในระดับเดียวกับมิติอื่น ๆ โดยเฉพาะการเชื่อมโยงกับหลักฐานและการเรียนรู้จากการใช้งานจริง [10],[49].

9. เอกสารอ้างอิง

[1] S. Choy, G.-B. Wärvik, and V. Lindberg, Eds., Integration of Vocational Education and Training Experiences: Purposes, Practices and Principles. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2018. doi: 10.1007/978-981-10-8857-5.

[2] O. Ivanytska and L. Sike, “A comparative study on the governance of vocational education between China and Germany,” Public Administration and Law Review, vol. 1, no. 21, pp. 25–39, Mar. 2025, doi: 10.36690/2674-5216-2025-1-26-39.

[3] M. T. Maurer and P. Gonon, “Governance and policy change in vocational education and training: A comparative analysis,” International Journal for Research in Vocational Education and Training, vol. 11, no. 1, pp. 1–22, 2024. doi: 10.13152/IJRVET.11.1.1.

[4] K. Bhatta, “Ensuring quality assurance in technical and vocational education and training,” TVET Journal, vol. 1, no. 15, pp. 71–82, 2021.

[5] R. Maclean and D. Wilson, Eds., International Handbook of Education for the Changing World of Work: Bridging Academic and Vocational Learning. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2009.

[6] S. Billett, Guiding Workplace Learning. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2001.

[7] D. Carless and D. Boud, "The development of student feedback literacy," *Assessment & Evaluation in Higher Education*, vol. 43, no. 8, pp. 1315–1325, 2020.

[8] S. Billett, "Learning through work: Emerging perspectives and new challenges," International Journal of Educational Research, vol. 123, 2024, Art. no. 102308. doi: 10.1016/j.ijer.2024.102308.

[9] L. Tretow-Fish, P. Gonon, and M. Maurer, "Apprenticeship governance and quality assurance: Comparative insights from European VET systems," Empirical Research in Vocational Education and Training, vol. 15, no. 1, 2023, Art. no. 8. doi: 10.1186/s40461-023-00308-8.

[10] P. Lewis et al., "Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks," *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 33, pp. 9459–9474, 2020.

[11] A. K. Vashistha and R. K. Gupta, "Speech recognition using deep neural networks: A systematic review," Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences, vol. 35, no. 4, pp. 1012–1035, 2023, doi: 10.1016/j.jksuci.2023.01.015.

[12] T. Shaik, X. Tao, C. Dann, H. Xie, Y. Li, and L. Galligan, "Sentiment analysis and opinion mining on educational data: A survey," Natural Language Processing Journal, vol. 2, Art. no. 100003, 2023, doi: 10.1016/j.nlp.2022.100003.

[13] M. A.-M. Khan, N. Sikder, M. A. P. Mahmud, A. Nahid, and A. K. M. Azad, "A Systematic Review on Reinforcement Learning-Based Robotics Within the Last Decade," IEEE Access, vol. 8, pp. 176598–176623, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3027152.

[14] Q. Abbas, W. Jeong, and S. W. Lee, "Explainable AI in clinical decision support systems: A meta-analysis of methods, applications, and usability challenges," Healthcare, vol. 13, no. 17, Art. no. 2154, 2025, doi: 10.3390/healthcare13172154.

[15] S. Mahamad, Y. H. Chin, N. I. N. Zulmuksah, M. M. Haque, M. Shaheen, and K. Nisar, "Technical review: Architecting an AI-driven decision support system for enhanced online learning and assessment," Future Internet, vol. 17, no. 9, p. 383, 2025. doi: 10.3390/fi17090383.

[16] S. Guberman, "Reflections on Ludwig von Bertalanffy's 'General System Theory: Foundations, Development, Applications'," [Conference/Journal name if applicable], pp. 1–10.

[17] S. Arnold and K. Wade, "A definition of systems thinking: A systems approach," *Procedia Computer Science*, vol. 44, pp. 669–678, 2020.

[18] S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4th ed. Hoboken, NJ, USA: Pearson, 2021.

[19] D. A. Kolb, Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1984.

[20] A. Adadi and M. Berrada, "Peeking inside the black-box: A survey on explainable artificial intelligence (XAI)," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 52138–52160, 2020.

[21] B. Mittelstadt et al., "The ethics of algorithms: Mapping the debate," *Big Data & Society*, vol. 7, no. 2, pp. 1–21, 2020.

[22] M. Gessler and C. Siemer, "Umbrella review: Methodological review of reviews published in peer-reviewed journals with a substantial focus on vocational education and training

research," International Journal for Research in Vocational Education and Training, vol. 7, no. 1, pp. 91–125, Apr. 2020, doi: 10.13152/IJRVET.7.1.5.

[23] V. Šćepanović and A. Martín-Artiles, "Dual training in Europe: a policy fad or a policy turn?," Transfer: European Review of Labour and Research, vol. 26, no. 1, pp. 1–12, 2020, doi: 10.1177/1024258919898317.

[24] T. B. Brown et al., "Language models are few-shot learners," *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 33, pp. 1877–1901, 2020.

[25] DAMA International, *DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge*, 2nd ed., 2020.

[26] A. Margara, N. Felicioni, S. Cilloni, and G. P. Cugola, "A Model and Survey of Distributed Data-Intensive Systems," ACM Computing Surveys, vol. 56, no. 1, pp. 1–69, Aug. 2023, doi: 10.1145/3604801.

[27] J. Smith and L. Anderson, "Artificial intelligence in higher education: Emerging trends and research directions," Computers & Education, vol. 189, 2023, Art. no. 104593, doi: 10.1016/j.compedu.2023.104593.

[28] Z. Ghahramani, "Probabilistic machine learning and artificial intelligence," Nature, vol. 521, no. 7553, pp. 452–459, May 2015, doi: 10.1038/nature14541.

[29] J. Gawlikowski et al., "A survey of uncertainty in deep neural networks," Artificial Intelligence Review, 2023, doi: 10.1007/s10462-023-10562-9.

[30] A. Kumar and S. Patel, "Artificial intelligence–driven educational supervision systems: Conceptual design and implementation framework," Preprints, vol. 2025, Art. no. 0351, Apr. 2025. doi: 10.20944/preprints202504.0351.v1.

[31] T. A. B. Tretow-Fish and M. S. Khalid, "Methods for evaluating learning analytics and learning analytics dashboards in adaptive learning platforms: A systematic review," The Electronic Journal of e-Learning, vol. 21, no. 5, pp. 430–449, 2023, doi: 10.34190/ejel.21.5.3088.

[32] J. Wei, X. Wang, D. Schuurmans, M. Bosma, B. Ichter, F. Xia, E. Chi, Q. Le, and D. Zhou, "Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models," in Proceedings of the 36th International Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2022), 2022, pp. 24824–24837, doi: 10.5555/3600270.3601850.

[33] J. R. Koza, Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1992.

[34] D. Kahneman, "Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics," American Economic Review, vol. 93, no. 5, pp. 1449–1475, Dec. 2003, doi: 10.1257/000282803322655392.

[35] E. Atkinson, C. Yuan, G. Baudart, L. Mandel, and M. Carbin, "Semi-symbolic Inference for Efficient Streaming Probabilistic Programming," Proceedings of the ACM on Programming Languages, vol. 6, no. OOPSLA2, Art. 184, 2022, doi: 10.1145/3563347.

[36] X. Chen, H. Xie, D. Zou, and G.-J. Hwang, "Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education," Computers & Education: Artificial Intelligence, vol. 1, p. 100002, 2020, doi: 10.1016/j.caeai.2020.100002.

[37] G. Tutz, "Hierarchical models for the analysis of Likert scales in regression and item response analysis," International Statistical Review, vol. 89, no. 1, pp. 18–35, Apr. 2021, doi: 10.1111/insr.12396.

[38] N. Yusoff, “The use of index of item-objective congruence (IOC) in instrument validation,” *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, vol. 10, no. 7, pp. 187–194, 2020.

[39] V. Braun and V. Clarke, “Reflecting on reflexive thematic analysis,” *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, vol. 11, no. 4, pp. 589–597, 2020.

[40] V. Venkatesh et al., “User acceptance of information technology: Toward a unified view (UTAUT update),” *MIS Quarterly*, vol. 44, no. 3, pp. 1–30, 2020.

[41] N. Marangunić and A. Granić, “Technology acceptance model: A literature review from 1986 to 2021,” *Universal Access in the Information Society*, vol. 20, pp. 1–20, 2021.

[42] A. Rai, “Explainable AI: From black box to glass box,” *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 48, pp. 137–141, 2020.

[43] S. Budd, E. C. Robinson, and B. Kainz, “A survey on active learning and human-in-the-loop deep learning for medical image analysis,” arXiv preprint, arXiv:1910.02923v2, May 2021.

[44] E. Moreau, “Human-centric artificial intelligence systems: Integrating ethical design, human values, and socio-technical intelligence across domains,” European Journal of Emerging Education Research, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, Jan. 2026.

[45] J. Boone and D. Boone, “Analyzing Likert data,” *Journal of Extension*, vol. 50, no. 2, 2020.

[46] A. Field, *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*, 5th ed., SAGE, 2020.

[47] E. Breck, S. Cai, E. Nielsen, M. Salib, and D. Sculley, “The ML Test Score: A rubric for ML production readiness and technical debt reduction,” in Proc. 2017 IEEE Int. Conf. Big Data (Big Data), Boston, MA, USA, 2017, pp. 1123–1132, doi: 10.1109/BigData.2017.8258038.

[48] J. Brooke, “SUS: A retrospective,” *Journal of Usability Studies*, vol. 8, no. 2, pp. 29–40, 2020.

[49] K. Shuster, M. Komeili, L. Adolphs, S. Roller, A. Szlam, and J. Weston, “Language models that seek for knowledge: Modular search & generation for dialogue and prompt completion,” arXiv preprint arXiv:2203.13224v2, Mar. 29, 2022.