

ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ: นวัตกรรมแห่งการเรียนรู้ยุคใหม่

An Intelligent Tutoring System: Innovation for Next Generation Learning

วิไลรัตน์ ยาทองไชย*และจิตมนต์ อังสกุล
Wilairat Yathongchai*and Jitimon Angskun

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

An intelligent tutoring system is an innovation for learning which is designed for learners in managing the learning environment and the learning content to match the capabilities of each learner. Furthermore, it also helps learners in managing the learning material, monitoring and evaluating the learning activities of the learners with the ability of artificial intelligence (AI). The intelligent tutoring system consists of four modules: KnowledgeBase Module, Student Module, Pedagogical Module and Interface Module. The research and development of the intelligent tutoring system is the integration of interdisciplinary science. Currently, the intelligent tutoring system tends toward the supplementary tutorials for the practical part by offering learners the missing knowledge. Moreover, techniques to enhance learning potential are imported to use in the enhancement of the capability of the intelligent tutoring system. This technique will provide the suggestions automatically based on the characteristics of learners in order to help learners learn as expected. For evaluating the system, it uses the formative evaluation and summative evaluation as well as realizing the impact on students and the field of education.

Keywords: Intelligent Tutoring System (ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ); Artificial Intelligent (ปัญญาประดิษฐ์); Scaffoldin (การช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนรู้); Innovation for learning (นวัตกรรมการเรียนรู้)

บทคัดย่อ

ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะคือนวัตกรรมสำหรับการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงผู้เรียน ในการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน และเนื้อหาทางการเรียนให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ยังช่วยเหลือผู้เรียนในการจัดสื่อเพื่อการเรียนรู้ ติดตามและประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยความสามารถทางปัญญาประดิษฐ์ ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะประกอบด้วยโมดูลมาตรฐาน 4 องค์ประกอบ คือ โมดูลฐานความรู้ โมดูลผู้เรียน โมดูลการสอน และโมดูลส่วนต่อประสาน สำหรับการวิจัยและพัฒนาการสอนเสริมอัจฉริยะถือเป็นการรวมวิทยาการในหลายสาขาซึ่งในปัจจุบันมีแนวโน้มไปสู่การสอนเสริมสำหรับเนื้อหาการปฏิบัติโดยการนำเสนอความรู้ที่ขาดหายไประหว่างการเรียนภาคปฏิบัติเพื่อเป็นส่วนเติมเต็มของการเรียนการสอนในห้องเรียน นอกจากนี้การเพิ่มความสามารถของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะยังมีการนำเทคนิคการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนเข้ามาใช้ซึ่งเทคนิคนี้จะให้คำแนะนำตามคุณลักษณะของผู้เรียนโดยอัตโนมัติเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวัง

* ผู้เขียนที่ให้การติดต่อ

E-mail address: y_wilairat@hotmail.com

สำหรับการประเมินผลระบบนั้นได้ใช้รูปแบบของการประเมินผลย่อย และการประเมินผลรวม ตลอดจนคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อผู้เรียนและวงการศึกษา

บทนำ

นโยบายการจัดการศึกษาแห่งชาติได้มีการกำหนดแนวทางในการจัดการศึกษาโดยให้ถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ทั้งนี้การจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมต้องให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล รวมทั้งต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม และสื่อการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ดังนั้นลักษณะของการจัดการศึกษาจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบโดยผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้บอกความรู้ไปเป็นผู้เอื้ออำนวยความสะดวก (Facilitator) ในการเรียนรู้โดยการกระตุ้น ส่งเสริม สนับสนุน และจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ สร้างสรรค์ศึกษาค้นคว้าและได้ลงมือปฏิบัติจนเกิดการเรียนรู้และค้นพบความรู้ด้วยตนเองอันนำไปสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิต (Long-Life Education) โดยต้องสอนวิธีการแสวงหาความรู้ (Learn how to learn) มากกว่าการสอนให้ท่องจำ (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2544) ซึ่งนวัตกรรมการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการเปลี่ยนบทบาทของผู้สอนภายใต้ความสามารถของเทคโนโลยีสารสนเทศที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็วผู้สอนต้องมีความชาญฉลาดในการแสวงหา เลือกใช้ หรือพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ มาช่วยในการจัดการศึกษาสำหรับผู้เรียน ซึ่งจากยุคที่ผ่านมานวัตกรรมที่ได้รับความนิยมและยอมรับในวงการศึกษา ได้แก่ บทเรียนโปรแกรม บทเรียนสำเร็จรูป คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring Systems: ITSs) ถือได้ว่าเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ยุคใหม่ที่ชาญฉลาดซึ่งใช้สนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในหลักสูตรห้องเรียนปกติ และการเรียนรู้ทางไกลผ่านทางอินเทอร์เน็ต (Gamboa and Fred, 20012) ระบบดังกล่าวถือว่าเป็นแนวทางใหม่สำหรับการศึกษาซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ที่มีฐานความรู้สำหรับเนื้อหาและกลยุทธ์การเรียนการสอน (Dağ and Erkan, 2003) เป็นตัวแทนของการเรียนรู้ที่ทันสมัยภายใต้สภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนที่ปรับตัวให้เข้ากับลักษณะของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ทั้งด้านตัวเนื้อหาและความสามารถของผู้เรียน โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้ามาช่วย ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะคือความก้าวหน้าของนวัตกรรมการเรียนรู้ที่มีความแตกต่างกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction: CAI) หรือระบบการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) (Stankov, Rosić, Žitko, and Grubišić, 2008) ตรงความสามารถในการจัดการกับสถานการณ์การเรียนรู้สำหรับผู้เรียนได้โดยที่ผู้สอนไม่ต้องมีการกำหนดสถานการณ์ไว้ล่วงหน้าโดยระบบสามารถตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ทันทีผ่านการทำงานของแบบจำลองผู้เรียนและฐานความรู้ของระบบ (Conati, 2009) นอกจากนี้ระบบการสอนเสริม

อัจฉริยะยังเป็นจุดรวมของ”ความคิดริเริ่มที่หลากหลาย” เพราะเป็นระบบการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ที่สนับสนุนสำหรับการเรียนรู้เป็นรายบุคคลโดยผ่านการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ที่มีผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Murray, 2003)

การวิจัยระบบการสอนเสริมอัจฉริยะได้ประสบความสำเร็จในการนำความสามารถของปัญญาประดิษฐ์เข้ามาช่วยในการพัฒนาระบบที่สนับสนุนต่อการปรับตัวสำหรับการแก้ปัญหาของผู้เรียนแต่ละคน การวิจัยด้านนี้ได้ถูกนำมาใช้กับเนื้อหาความรู้ที่หลากหลาย เช่น ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ การแพทย์ วิศวกรรมและทางด้านวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ระบบเหล่านี้สามารถนำไปใช้ได้ดีในการเรียนการสอนซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของหลักสูตรการศึกษาในปัจจุบัน (Koedinger and Corbett, 2006) ที่มีการส่งเสริมการพัฒนาทักษะทางความคิดของผู้เรียน ความเข้าใจในการเรียนรู้และการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองที่เป็นการรู้คิดด้วยตนเอง (Metacognition) ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และจดจำได้มากที่สุด (Schraw and Dennison, 1994)

บทความนี้ต้องการนำเสนอแนวทางของการพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อให้เป็นทางเลือกใหม่ของนวัตกรรมสำหรับการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยได้กล่าวถึงปรัชญาแห่งระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ สถาปัตยกรรมของระบบ ทิศทางของการพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะสำหรับเนื้อหาการฝึกปฏิบัติ ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะที่มีการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียน และระบบการสอนเสริมอัจฉริยะกับการประเมินผล

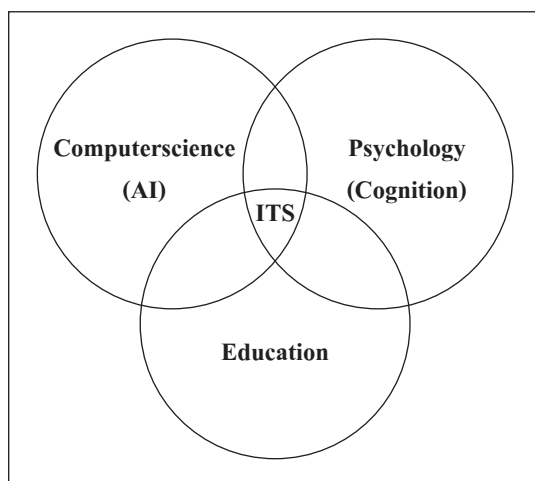
ปรัชญาแห่งระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ

ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะหรือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอัจฉริยะเป็นนวัตกรรมการสอนที่มีการนำเสนอองค์ความรู้อย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอนตามหลักการเรียนรู้ที่สามารถตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างผู้เรียน โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และแนวทางของปัญญาประดิษฐ์เข้ามาช่วยในการออกแบบและพัฒนา

ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเป็นพัฒนาการใหม่ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction: CAI) ซึ่งถูกสร้างขึ้นในช่วงปลายของศตวรรษที่19โดยอยู่บนพื้นฐานของบทเรียนโปรแกรม (Program Instruction) (Skinner, 1954) ต่อมาในต้นปี 1970 ได้เริ่มมีการนำปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent) เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเรียกว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอัจฉริยะ (Intelligent Computer-Assisted Instruction) โดยมีความพยายามที่จะสร้างครูที่สอนด้วยคอมพิวเตอร์ให้มีความสามารถในการจัดการกับคำถามที่ไม่คาดคิดของผู้เรียนและสามารถที่จะสร้างเนื้อหาการเรียนการสอนตามบริบทของผู้เรียนที่ต้องการได้ (Barr and Feigenbaum, 1986) และในปี 1982 สลีแมนและบราวน์ (Sleeman and Brown, 1982) ได้วิเคราะห์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีอยู่และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยุคใหม่ ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถปรับเปลี่ยนเนื้อหาการสอนได้ตามผู้เรียนแต่ละบุคคล โดยได้ตั้งชื่อระบบดังกล่าวว่า ”ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ” ต่อมาได้มีผู้พัฒนา

ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะขึ้นมาอีกหลายแนวทาง แต่หนึ่งในแนวทางที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการพัฒนาระบบก็คือ การทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้กับผู้สอนที่เกี่ยวข้องด้วยแนวทางของแต่ละบุคคล ด้วยการที่จะนำเสนอสื่อการสอนในลักษณะที่มีความยืดหยุ่นเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเรียนการสอน และข้อเสนอแนะที่เหมาะสมกับตนมากที่สุด (Yong and Zhijing, 2003)

อย่างไรก็ตามมีนักวิจัยบางคนที่ยังลังเลที่จะใช้คำว่า ‘อัจฉริยะ’ และได้มีความคิดในการนำคำต่าง ๆ ที่คิดว่าเหมาะสมเพื่อมาใช้แทน เช่น ระบบการสอนโดยใช้ฐานความรู้ (Knowledge-Based Tutoring System: KBTS) ระบบการสอนแบบปรับตัว (Adaptive Tutoring System: ATS) หรือแม้กระทั่งคำว่า ระบบการสื่อสารความรู้ (Knowledge Communication Systems) เพื่อให้ได้คำที่มีความหมายที่สื่อถึงความสามารถของระบบได้ (Streitz, 1988; Wenger, 1987) แต่ดูเหมือนว่านักวิจัยส่วนใหญ่จะยังคงพอใจกับคำว่า “อัจฉริยะ” ด้วยเหตุผลที่ว่ามันเป็นความท้าทายอย่างมากในการที่จะทำให้ระบบการสอนมีเป้าหมายสูงสุดสู่ความเป็นอัจฉริยะที่อยู่บนแนวคิดและทฤษฎีที่หลากหลายที่จะนำไปสู่การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะโดยแนวคิดและทฤษฎีหลักที่นำมาใช้มี 3 ทฤษฎี คือ หลักการด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) โดยเฉพาะด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) หลักการจิตวิทยา (Psychology) โดยเฉพาะด้านความคิดหรือการรับรู้ (Cognition) และหลักการเกี่ยวกับการศึกษา (Education) นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญว่าการวิจัยระบบการสอนเสริมอัจฉริยะนี้เป็นสหวิทยาการซึ่งเป็นการรวมวิทยาการในหลายสาขาเข้าด้วยกันดังแสดงในภาพที่ 1 (Wenger, 1987)



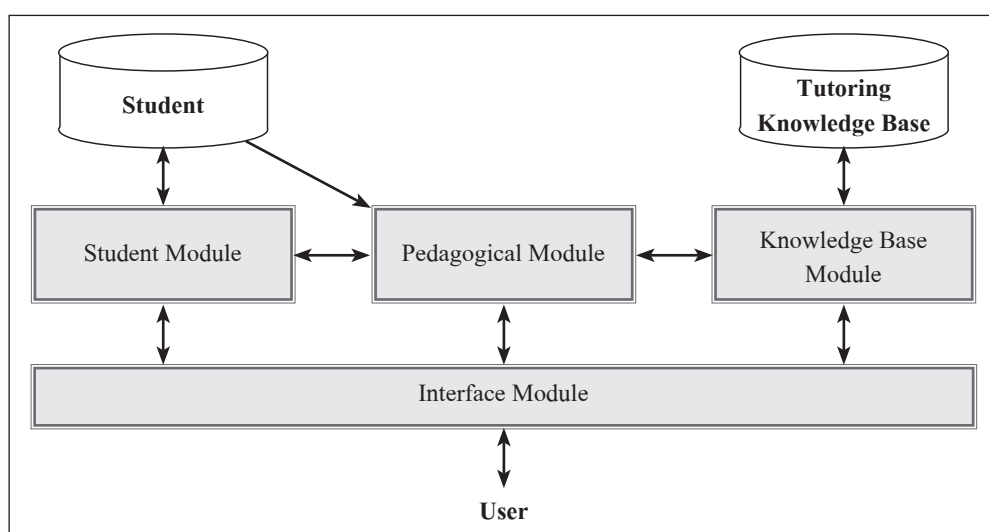
ภาพที่ 1 กรอบทฤษฎีระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ

นอกจากนี้ได้มีการศึกษาวิจัยระบบการสอนเสริมอัจฉริยะอย่างกว้างขวางโดยเชื่อว่าความสามารถในการตัดสินใจที่ชาญฉลาดสำหรับการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วย

4 องค์ประกอบ คือ การเป็นตัวแทนของการสอน ตัวแทนของผู้เรียน ชุดคำสั่งปฏิบัติการการเรียน การสอน และกฎสำหรับคำแนะนำ ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวต่อมาได้เป็นพื้นฐานสำหรับองค์ประกอบของระบบการเสริมอัจฉริยะโดยลักษณะที่สำคัญสำหรับระบบการสอนเสริมอัจฉริยะคือการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ที่อัจฉริยะจะต้องทำให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเรียนที่เหมือนกับการเรียนโดยครูผู้สอนที่เป็นมนุษย์ (Anderson, Boyle, and Reiser, 1985)

สถาปัตยกรรมระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ

การได้รับประโยชน์จากระบบการสอนเสริมอัจฉริยะนั้นมาพร้อมกับคุณสมบัติที่ทำให้การสอนมีประสิทธิภาพ ส่วนความพยายามที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะสามารถทำได้โดยการจำลองสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้จริงและการจัดกลุ่มผู้สอน การกำหนดผู้เรียน และห้องเรียน ซึ่งการจำลองกระบวนการของการสอนเป็นที่รู้จักกันว่าเป็น กระบวนทัศน์ (Paradigm) ของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ โดยพื้นฐานระบบการสอนเสริมอัจฉริยะประกอบด้วยโมดูลมาตรฐาน 4 องค์ประกอบ คือ โมดูลฐานความรู้ (Knowledge Base Module) โมดูลผู้เรียน (Student Module) โมดูลการสอน (Pedagogical Module) และโมดูลส่วนต่อประสาน (Interface Module) (Wenger, 1987; Feng-Jen Yang, 2010) ซึ่งในระยะแรกของการพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะยังคงรวม 4 โมดูลมาตรฐานดังกล่าวเพื่อสร้างเป็นสถาปัตยกรรมพื้นฐานของระบบ ที่มีการทำงานร่วมกันของโมดูลพื้นฐาน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 องค์ประกอบระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า ได้มีการประยุกต์โมดูลมาตรฐาน

ดังกล่าวในการทำงานของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะในหลากหลายรูปแบบ (Wenger, 1987; Chou, Chan, and Lin, 2003) โดยสถาปัตยกรรมระบบการสอนเสริมอัจฉริยะที่ดีจะมีการนำองค์ประกอบพื้นฐานนี้มาประยุกต์ใช้สำหรับเนื้อหาการสอนที่หลากหลาย (Kaplan, Trenholm, Gitomer, and Steinberg, 1993; Granic, Stankov, and Glavinic, 2000; Shreiner, 2000; Kinshuk, Tretiakov, Hong, and Patel, 2001; Zhang, and Liu, 2003) โดยสามารถอธิบายการทำงานของแต่ละองค์ประกอบได้ดังนี้

1. โมดูลฐานความรู้

โมดูลฐานความรู้ (Knowledge Base Module) เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบโมดูลฐานความรู้นี้จะตอบคำถามที่ว่า “จะสอนอะไร” ซึ่งจะทำการบูรณาการฐานความรู้ด้วยเทคนิคปัญญาประดิษฐ์เพื่อตอบสนองต่อพฤติกรรมของผู้ใช้ในลักษณะเรียลไทม์ (Real Time) โดยใช้ฐานความรู้ในการสร้างปัญหาพร้อมกำหนดงานที่ทำให้เหมาะสมกับผู้เรียน และการตีความผ่านคำถามพร้อมเปรียบเทียบระหว่างพฤติกรรมของผู้เรียนที่คาดหวังและพฤติกรรมของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจริงในการประเมินความรู้สถานะการเรียนรู้และความต้องการรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน โมดูลฐานความรู้ยังสามารถนำไปสู่การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนการสอนโดยมี 2 ส่วนที่สำคัญคือ ส่วนจัดความรู้ให้เป็นระบบ (Knowledge Organization) ที่เป็นส่วนตอบคำถามว่าจะสอนอะไร และส่วนที่เป็นพื้นที่เก็บความรู้ (Knowledge Repository) โดยจะเก็บสื่อสำหรับการเรียนรู้แก่ผู้เรียนและการทดสอบทั้งหมด

2. โมดูลผู้เรียน

โมดูลผู้เรียน (Student Module) เป็นส่วนประกอบหลักของระบบที่เกี่ยวข้องในประเด็นที่ว่า “ผู้เรียนคือใคร” โดยมีการทำงานร่วมกันระหว่างโมดูลผู้เรียนและโมดูลฐานความรู้เพื่อสร้างแบบจำลองของผู้เรียนในขณะนั้น ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวทำหน้าที่ให้ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจของโมดูลการสอนเกี่ยวกับการสร้างความเป็นส่วนตัวให้กับผู้เรียน การปรับการสอนตามผู้เรียน รวมถึงการปรับกลยุทธ์การเรียนการสอนโดยอัตโนมัติตามผู้เรียนโดยโมดูลผู้เรียนนี้เป็นส่วนเก็บสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน เช่น ความสามารถในการเรียน ประสิทธิภาพทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน รูปแบบการเรียนรู้ ประวัติการเรียนและประวัติการทดสอบต่าง ๆ ของผู้เรียน เป็นต้น สารสนเทศเหล่านี้ได้มาจากการเข้าทำกิจกรรมในระบบของผู้เรียน

3. โมดูลการสอน

โมดูลการสอน (Pedagogical Module) มีหน้าที่หลักคือ จะทำอะไรในการจัดการเนื้อหาการเรียนการสอนที่เป็นการแก้ปัญหาเรื่อง “จะสอนอย่างไร” โดยมีการทำงานหลักคือ การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน การให้คำแนะนำผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ การอธิบายการทำงานกระบวนการและเหตุผลเพื่อให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียน การจัดวัสดุการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน และการติดตามและประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยโมดูลนี้ได้มาจากวิธีการสอนที่ชาญฉลาดและกลยุทธ์การเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งถือเป็นตัวแทนการสอน (Pedagogical

Agent) ของระบบที่ทำการประมวลผลกระบวนการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นจริง และถือเป็นศูนย์กลางการทำงานของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ โดยเป็นส่วนติดต่อสื่อสารกับโมดูลอื่นเพื่อจัดหาเนื้อหาการสอนแบบปรับเหมาะให้กับผู้เรียน

4. โมดูลส่วนต่อประสาน

โมดูลส่วนต่อประสาน (Interface Module) หรือสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (Learning Environment) เป็นส่วนที่ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้งานระบบซึ่งอาจเป็นผู้สอนหรือผู้เรียน โดยการนำเสนอสื่อการเรียนรู้ ผลการทดสอบ และผลการประเมินผู้เรียนหรือผู้สอนให้ผู้ใช้งานได้ทราบ (Chakraborty, Roy, Kumar Bhowmick, and Basu, 2010) โดยการนำเสนอเนื้อหาทำโดยการป้อนข้อมูลที่ผ่านการจัดรูปแบบให้อยู่ในรูปแบบของเนื้อหาที่ระบบสามารถยอมรับได้ โดยใช้ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานแบบกราฟิก (Graphic User Interface: GUI) ซึ่งจะต้องออกแบบให้ผู้ใช้งานได้ง่าย สะดวก และแม่นยำ

ทิศทางการพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ

ปัจจุบันการวิจัยในด้านการใช้ปัญญาประดิษฐ์สำหรับการพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะจะให้ความสนใจในส่วนของการออกแบบขั้นตอนวิธีและเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการวิจัยในด้านนี้ได้โดยทิศทางการวิจัยและพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะในปัจจุบันเน้นที่การเพิ่มความสามารถของระบบในแง่มุมต่าง ๆ เช่น การออกแบบลักษณะของการเรียนรู้แบบเน้นการแก้ปัญหาเป็นหลักเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะทางปัญญา (Conati, 2009) การออกแบบระบบเพื่อสนับสนุนสำหรับการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียน (Isotami and Misogici, 2008) การออกแบบระบบโดยเพิ่มความสามารถในการตรวจจับอารมณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน (Conati and Maclaren, 2009) และการออกแบบลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้เกมในการสอน (Manske and Conati 2005; Johnson 2007)

ซึ่งทิศทางดังกล่าวเป็นการเพิ่มความชาญฉลาดให้กับระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อให้สามารถเข้าถึงผู้เรียน และเรียนรู้ผู้เรียนให้ได้มากที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้ระบบสามารถแก้ปัญหาจากการเรียนในห้องเรียนและรองรับต่อรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนที่หลากหลายได้ ปัญหาประการหนึ่งในระบบการเรียนการสอนที่ควรให้ความสนใจ คือ การสอนเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นการฝึกปฏิบัติ เช่น การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ หรือวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งเนื้อหาเหล่านี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะควบคู่ไปกับการได้รับความรู้แต่ด้วยข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนผู้เรียนที่มีมากขึ้น ผู้สอนที่ขาดแคลน หรือขาดทักษะเฉพาะด้าน ตลอดจนกระบวนการของการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ไม่เอื้ออำนวยต่อผู้เรียน ทำให้การพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะสำหรับเนื้อหาการฝึกปฏิบัติจึงเป็นประเด็นที่ควรให้ความสำคัญอย่างยิ่ง

ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะสำหรับเนื้อหาการฝึกปฏิบัติ

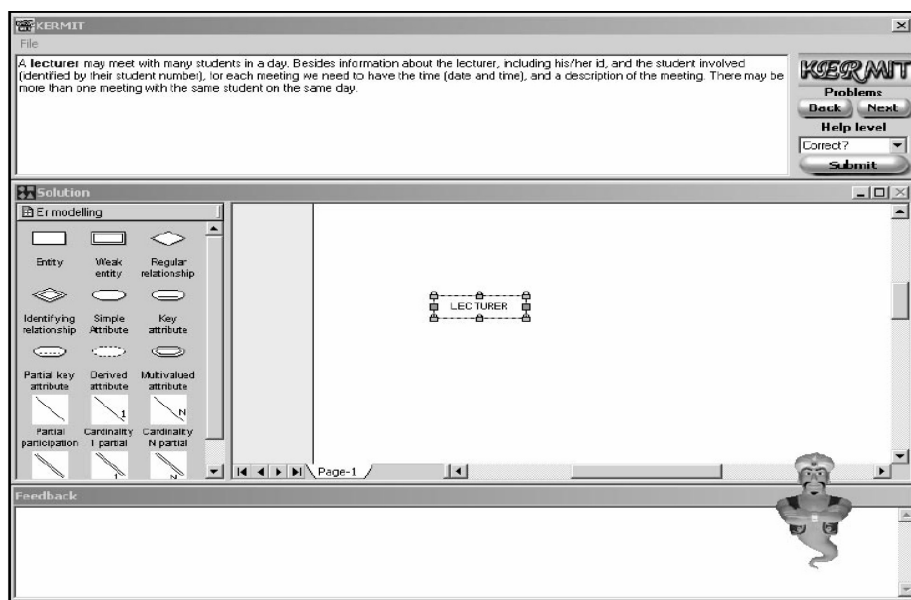
วิธีการสำคัญในการพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะคือ การนำความสามารถของปัญญาประดิษฐ์มาช่วยในการจัดการระบบเพื่อใช้เป็นสื่อแทนหนังสือหรือการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยการนำเสนอเนื้อหาสู่ผู้เรียนตั้งแต่เริ่มต้นของการเรียน และการออกแบบสื่อการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการเรียนในส่วนของการฝึกปฏิบัติ เช่น โจทย์ปัญหา แบบฝึกหัด เป็นต้น ซึ่งบางครั้งเหมือนเป็นผู้ช่วยในการทำบ้าน โดยสื่อเหล่านี้มักเป็นส่วนเติมเต็มของการเรียนการสอนที่มีอยู่ สำหรับการวิจัยและพัฒนาด้านระบบการสอนเสริมอัจฉริยะในปัจจุบันมีแนวโน้มไปสู่การเรียนในเนื้อหาการฝึกปฏิบัติ โดยจะนำเสนอความรู้ที่ขาดหายไปและแบบฝึกทักษะของผู้เรียนออกมาโดยอัตโนมัติ ส่วนทฤษฎีของการเรียนรู้สมัยใหม่จะเน้นที่บทบาทของผู้เรียนโดยให้ความสำคัญกับการปฏิบัติและการมีข้อเสนอแนะระหว่างการเรียนรู้ (Kirschner et al., 2006; Clark, 2004)

ในระบบการเรียนการสอนที่มีการฝึกปฏิบัติในห้องเรียน ผู้สอนจะให้ผู้เรียนปฏิบัติและทำการประเมินผลงานในขั้นตอนสุดท้ายของการเรียน เช่น การเขียนเรียงความ การสอนเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ การทำแผนธุรกิจ เป็นต้น โดยปกติเมื่อผู้เรียนฝึกปฏิบัติ ผู้เรียนจะได้รับการประเมินผลหรือข้อเสนอแนะเมื่อผลงานนั้นเสร็จสมบูรณ์ แต่ในการเรียนด้วยระบบการสอนเสริมอัจฉริยะระบบจะวิเคราะห์ผลของการปฏิบัติงานในแต่ละส่วนตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นของการปฏิบัติซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะย้อนกลับไปแก้ปัญหาคความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในขั้นตอนเริ่มต้นได้โดยการออกแบบให้ระบบได้เรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติและมีการโต้ตอบกับผู้เรียนโดยการให้ข้อเสนอแนะคำแนะนำ สนับสนุนการฝึกปฏิบัติแบบตัวต่อตัว และแบบที่ละขั้นตอนได้เช่นเดียวกับผู้สอนที่เป็นมนุษย์ (Lane, 2006)

แม้ว่าระบบการสอนเสริมอัจฉริยะจะกลายเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการสอนปฏิบัติ แต่ในการพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะยังคงมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงแต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบกับความสามารถในการทำหน้าที่แทนหรือลดภาระผู้สอน และความต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของผู้เรียนโดยรวม ตลอดจนสามารถใช้กับผู้เรียนได้ไม่จำกัดขนาดกลุ่มของผู้เรียน ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะก็นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งและคุ้มกับค่าใช้จ่ายที่สูงเสียไปในการสอนรายวิชาของการฝึกปฏิบัติ และการฝึกอบรมทางด้านเทคนิค ได้มีการพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเนื้อหาฝึกปฏิบัติ เช่น การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาหลายแห่งในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการจัดทำหลักสูตรที่ใช้ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะแบบสอนร่วม เมื่อวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในการสอบครั้งสุดท้ายและการทดสอบมาตรฐานพบว่าดีขึ้น (Koedinger and Corbett, 2006)

ในปัจจุบันได้มีผู้พัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะสำหรับเนื้อหาการฝึกปฏิบัติขึ้นเป็นจำนวนมาก ในที่นี้ขอยกตัวอย่าง 2 ระบบที่น่าสนใจ คือ ระบบเคอร์มิต (KERMIT) (Suraweera and Mitrovic, 2004) และระบบอชาร์ยา (Acharya) (Bhagat et al., 2002) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระบบเคอร์มิต เป็นระบบการสอนเสริมอัจฉริยะสำหรับการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (An Intelligent Tutoring System for Entity Relationship Modeling) ซึ่งเป็นเนื้อหาการฝึกปฏิบัติในการสร้างแบบจำลองโดยเน้นสภาพแวดล้อมของการแก้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Solving Environment) ในรายวิชาฐานข้อมูลสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาคอมพิวเตอร์ โดยระบบจะมีการสอนในรูปแบบการฝึกปฏิบัติการออกแบบฐานข้อมูลระดับแนวคิดในการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลโดยใช้หลักการสร้างแบบจำลองภายใต้เงื่อนไข (Constraint-Based Modeling: CBM) ในการสร้างแบบจำลองความรู้และแบบจำลองของผู้เรียนภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการสร้างแบบจำลองภายใต้การตั้งเงื่อนไขบังคับนั้นสามารถนำมาใช้เพื่อสนับสนุนผู้เรียนในการเรียนรู้การออกแบบงานได้เป็นอย่างดี ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินผลระบบใน 2 ลักษณะคือ ด้านความสามารถของระบบในบริบทของกิจกรรมการสอนในรายวิชาฐานข้อมูล และความพึงพอใจของผู้เรียนในประสิทธิภาพของการปรับตัวของระบบ ผลการประเมินพบว่า ทั้งด้านความสามารถของระบบ และความพึงพอใจของผู้เรียนมีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดี โดยผู้เรียนเห็นว่าระบบการสอนเสริมอัจฉริยะนี้มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของตน



ภาพที่ 3 ส่วนปฏิสัมพันธ์ของระบบเคอร์มิต (KERMIT) (Suraweera and Mitrovic, 2004)

สำหรับระบบออร์ยานันเป็นระบบการสอนเสริมอัจฉริยะที่เน้นเนื้อหาการฝึกปฏิบัติภาษาสืบค้นแบบมีโครงสร้าง (Structure Query Language: SQL) โดยมีความพยายามให้มีการสอนเหมือนลักษณะของผู้สอนที่เป็นมนุษย์ แต่ให้สอนในลักษณะเป็นส่วนบุคคล ซึ่งระบบได้ถูกออกแบบให้

สามารถมีการจัดลำดับเนื้อหาการเรียนแบบปรับเหมาะตามรูปแบบของผู้เรียนได้อีกทั้งมีการออกแบบสภาพแวดล้อมของระบบโดยใช้หลักการแก้ปัญหาอย่างชาญฉลาด (Intelligent Problem Solving) โดยผู้เรียนสามารถทดลองใช้คำสั่ง SQL ผ่านโจทย์ปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้นโดยระบบ และระบบจะให้คำแนะนำในระหว่างปฏิบัติเพื่อช่วยแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน ซึ่งระบบของอาจารย์ได้ถูกนำไปใช้เป็นสื่อเสริมให้กับผู้เรียนในรายวิชาระบบบริหารฐานข้อมูลของหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตเอ็นซีเอสที (NCST) ประเทศอินเดีย โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดแทนการเรียนรู้จากห้องเรียนโดยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอัตโนมัติกับผู้เรียนพร้อมกับให้คำแนะนำบนพื้นฐานของการประเมินผลส่วนบุคคล

DEPARTMENT	dname	dnumber	startdate	location	
EMPLOYEE	fname	midit	lname	bdate	salary
	city	sex	superssn	dnumber	ssn
DEPT_MGR	dnumber	mrgssn			

Problem

Find first name,last name of employees born either in duration 1969 to 1972 or 1960 to 1965

Select | fname,lname

From | employee

Where | (bdate >= 1969 AND bdate <= 1972) OR (bdate >= 1960 OR bdate <= 1965)

Group By |

Having |

Order By |

Done Clear Hint Knowledge Level NextProblem

Diagnosis result of problem

*** Either the parentheses level in WHERE clause is not correct or you have used AND,OR interchangeably

Result of problem

ITS is suggesting you should go to link [Retrieval using parenthesis](#)

Back to Course

ภาพที่ 4 สภาพแวดล้อมการแก้ปัญหของอาจารย์ (Acharya) (Bhagat et al., 2002)

จากตัวอย่างของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะสำหรับเนื้อหาการฝึกปฏิบัติตามที่กล่าวมา จะพบว่าระบบทั้งสองได้นำความสามารถของปัญญาประดิษฐ์เข้ามาช่วยในการออกแบบและพัฒนาโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะนำเสนอเนื้อหาที่ต้องการฝึกทักษะสู่ผู้เรียนเพื่อใช้เป็นส่วนเติมเต็มของการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ปราศจากครูผู้สอนแต่อย่างใดก็ตาม การที่จะทำให้ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะมีความสามารถในการทำหน้าที่สอนแทนครูได้อย่างสมบูรณ์นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพัฒนาระบบที่สามารถให้ข้อเสนอแนะ หรือคำแนะนำ เพื่อชี้แนะแนวทางในการเรียนให้กับผู้เรียนได้ ดังนั้นการนำเทคนิคการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไปเข้ามาช่วย จะทำให้ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะที่มีการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียน

การช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียน (Scaffolding) เป็นวิธีการช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถทำงานที่ผู้เรียนไม่สามารถทำสำเร็จได้ด้วยตนเองให้สำเร็จได้ด้วยการช่วยเหลือจากผู้สอนหรือผู้ที่มีศักยภาพสูงกว่าโดยเมื่อผู้เรียนเริ่มจะทำงานนั้นได้การช่วยเหลือสนับสนุนนั้นจะค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งผู้เรียนสามารถรับผิดชอบหรือทำงานนั้นได้ด้วยตนเองเทคนิคการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนมีหลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของวิชาระดับของผู้เรียนขนาดกลุ่มและสภาพแวดล้อม (Wood, Bruner and Ross, 1976; Eggen and Kauchak, 1997; Larkin, 2001)

ในระบบการสอนเสริมอัจฉริยะที่มีการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนนั้นจะเน้นที่ความสามารถในการเป็นตัวแทนของโดเมนความรู้และมีการเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ในรูปแบบการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนแบบโต้ตอบและการให้ข้อเสนอแนะที่ลึกซึ้งที่เป็นไปไม่ได้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อื่นซึ่งกระบวนการของการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยด้านวิทยาการปัญญา (Cognitive Science) ที่ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของคำแนะนำในระหว่างการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนที่เป็นการช่วยแนะแนวทางของการค้นพบความรู้ที่มีประสิทธิภาพ ในสถานการณ์ที่ผู้เรียนไม่ได้อยู่ในห้องเรียน เช่น อยู่ที่บ้านหรือในที่ที่ไม่มีผู้สอนหรือผู้อื่นให้คำปรึกษาได้ ซึ่งเทคนิคของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะสามารถช่วยเติมช่องว่างได้โดยการให้ข้อเสนอแนะป้อนกลับอัตโนมัติเพื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน (Lane, 2006)

การช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนจะทำให้เกิดความรู้ส่วนตัวของแต่ละบุคคลต่อสิ่งที่ได้เรียนรู้ (Meta Cognitive) ซึ่งเป็นกระบวนการทางความคิดและผลที่ได้รับจากการใช้กระบวนการทางความคิดของผู้เรียน จะสะท้อนให้เห็นถึงการเรียนรู้ความเข้าใจและการควบคุมการเรียนรู้ของผู้เรียนเองได้ซึ่งในระบบการสอนเสริมอัจฉริยะผู้เรียนจะได้รับความรู้จากโมเดลฐานความรู้หลังจากนั้นระบบจะสามารถสร้างแบบจำลองผู้เรียนให้ติดตามความก้าวหน้าการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้จากตัวอย่างการฝึกปฏิบัติ และสามารถแสวงหาความช่วยเหลืออย่างเหมาะสม บนพื้นฐานของบุคคลที่มีความแตกต่างกันได้ส่วนผู้สอนจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะการคิดของผู้เรียน ซึ่งระบบการสอนเสริมอัจฉริยะที่มีการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวังที่บรรลุตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนอย่างสมบูรณ์

ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะกับการประเมินผล

การวิจัยระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ นอกจากจะให้ความสนใจในกระบวนการของการพัฒนาและการนำระบบไปใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพแล้ว อีกหนึ่งกระบวนการที่นับได้ว่ามีความสำคัญมากเช่นกันคือ การประเมินผลระบบ เนื่องจากเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของระบบ โดยเป็นกระบวนการของการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อกำหนดคุณภาพหรือคุณค่าของการเรียนการสอนตลอด

จนจุดอ่อนและจุดแข็งของระบบ (Tessmer, 1993) สำหรับแนวคิดของการประเมินผลระบบการสอนเสริมอัจฉริยะมีมุมมองที่หลากหลาย ทั้งนี้ด้วยระบบมีความซับซ้อนและเป็นสหวิทยาการ จึงได้มีการนำหลักการประเมินผลระบบที่เกี่ยวข้องมาใช้เช่นการประเมินผลระบบผู้เชี่ยวชาญ การประเมินผลระบบการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ (Computer-based Instruction) การประเมินผลการศึกษา และหลักทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ตลอดจนหลักจิตวิทยา เป็นต้น เพื่อให้ได้ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะที่มีคุณภาพ

จากการศึกษาพบว่า กระบวนการของการประเมินผลระบบมีวิธีการที่หลากหลายและแตกต่างกัน (Mark and Greer, 1993; Draper, Brown, Henderson and McAteer, 1996; Murray, 1993) ซึ่งหากพิจารณาที่องค์ประกอบของระบบแล้ว การประเมินผลระบบจะแบ่งได้ 3 รูปแบบ คือ 1) การประเมินภายใน (Internal Evaluation) ที่เป็นการประเมินภายในตัวของระบบเอง เช่น การประเมินสถาปัตยกรรมระบบ กระบวนการทำงานของระบบ และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ; 2) การประเมินภายนอก (External Evaluation) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของระบบ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และความพึงพอใจที่มีต่อระบบ; และ 3) การประเมินผลภาพรวม (Global Evaluation) ที่เป็นการประเมินองค์ประกอบทั้งระบบตลอดจนผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้ (Arruabarrena et al., 2002)

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาที่เป้าหมายของการประเมินผลแทนที่องค์ประกอบ การประเมินผลระบบจะมี 3 รูปแบบ คือ 1) การประเมินผลย่อย (Formative Evaluation) ที่จะเน้นการหาจุดอ่อนในขั้นตอนการพัฒนาระบบเพื่อการแก้ไขและปรับปรุงระบบให้ดีขึ้น; 2) การประเมินผลรวม (Summative Evaluation) เป็นการประเมินประสิทธิผลของการใช้งานเมื่อการพัฒนาระบบเสร็จสมบูรณ์ โดยการประเมินเป้าหมายผลประโยชน์และสิ่งที่ลงทุนไปในการนำระบบไปใช้; และ 3) การประเมินผลเชิงบูรณาการ (Integrative Evaluation) เป็นระดับการประเมินผลของซอฟต์แวร์การศึกษาวัสดุการเรียนรู้และบริบทโดยรวมที่เป็นการประเมินการเรียนรู้เทคโนโลยี (Evaluation of Technology-Based Learning) ซึ่งจะมีองค์ประกอบที่สำคัญ 6 ประการ ได้แก่ กระบวนการ (Processes) เนื้อหาวิชา (Contents) การใช้งาน (Usability) ผลกระทบทางสังคม (Social Impacts) ความครบถ้วนสมบูรณ์ (Integrity) และความพร้อมที่จะนำไปใช้งานได้จริง (Availability) โดยองค์ประกอบเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับวิธีการประเมินผล

ในตารางที่ 1 ได้สรุปเทคนิคที่ใช้ในการประเมินผลระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ (Mark and Greer, 1993; Arruabarrena et al., 2002; Iqbal et al., 1999) ตามประเภทการประเมินผลที่พิจารณาจากเป้าหมายของการประเมินผลเป็นหลัก โดยแต่ละเทคนิคการประเมินผลจะมีวิธีการ และเครื่องมือที่แตกต่างกันดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 1 เทคนิคการประเมินผลระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ

ประเภทการประเมินผล	เทคนิคการประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ
การประเมินผลย่อย (Formative Evaluation)	การตรวจสอบความถูกต้อง (Proofs of Correctness)	กระบวนการตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของระบบ (Program Verification & Validation) โดยการประเมินความถูกต้องระหว่างโครงสร้าง/ลักษณะการทำงาน/คุณสมบัติเฉพาะของระบบ	กระบวนการทดสอบแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ - การทดสอบโปรแกรม (Software Testing) - การทดสอบระบบ (System Testing)
	การวิเคราะห์ความรู้เชิงพฤติกรรม และความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ (Behavior and Expert Knowledge Analysis)	ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญจะเป็นมาตรฐานที่ชัดเจนในการตัดสินใจระบบ ดังนั้นในซอฟต์แวร์ทางการศึกษาจะมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแต่ละด้านที่เกี่ยวข้อง	แบบประเมินการทำงานของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ด้านการสอน ด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการนำเสนอ เป็นต้น
	การได้รับการรับรอง (Certification)	การประเมินโดยผู้สอนให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับจุดแข็งและจุดอ่อนของระบบและการจัดอันดับระบบโดยรวม	แบบประเมินความคิดเห็นโดยผู้สอน/ผู้ใช้
	การประเมินผลตามเกณฑ์ (Criterion-based Evaluation)	การกำหนดเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ของการทำงาน/ความผิดพลาดของระบบ	แบบประเมินความสามารถระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ใช้
	การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)	การกำหนดระดับความอ่อนไหวของการทำงานแต่ละองค์ประกอบและของทั้งระบบในการนำเสนอเนื้อหาการสอนส่วนบุคคลตามคุณลักษณะของผู้เรียนซึ่งตอบสนองต่อการใช้งานระบบ โดยสามารถใช้ได้ทั้งการประเมินผลย่อยและการประเมินผลรวม	การกำหนดช่วงการตอบสนองของพฤติกรรมที่พึงประสงค์เมื่อถูกเรียกใช้งานระบบได้อย่างแม่นยำ
	การทดสอบนำร่อง (Pilot Testing)	การตรวจสอบระบบจริงทั้งในระหว่างการพัฒนาและเมื่อระบบเสร็จสมบูรณ์ เพื่อแจ้งปัญหาจากการใช้งานระบบจริงกับกลุ่มผู้ใช้ที่ทดสอบระบบก่อนการนำไปใช้งานในสภาพแวดล้อมจริง โดยสามารถใช้ได้ทั้งการประเมินผลย่อยและการประเมินผลรวม	การจัดกลุ่มผู้ใช้เพื่อทดสอบการทำงานของระบบ - ทดลองเป็นรายบุคคล (One to One Testing) - ทดลองแบบกลุ่มย่อย (Small-Group Testing) - ทดลองภาคสนาม (Field Testing)

ตารางที่ 1 เทคนิคการประเมินผลระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ (ต่อ)

ประเภทการประเมินผล	เทคนิคการประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ
การประเมินผลรวม (Summative Evaluation)	การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research)	การนำระบบไปใช้ในสถานการณ์จริงเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนการสอนปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ผลที่ต้องการระหว่างผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างกับการเรียนการสอนเพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่สามารถตรวจสอบหรือวิเคราะห์ได้ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการวิจัย	การออกแบบการทดลองเพื่อนำระบบไปใช้งานจริงตามกลุ่มตัวอย่าง และระยะเวลาที่กำหนดเพื่อเป็นการทดสอบสมมติฐานของระบบ
การประเมินผลเชิงบูรณาการ (Integrative Evaluation)	การประเมินตามสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง	การนำระบบไปใช้จริงเพื่อพิจารณาถึงการใช้งานร่วมกับผู้เรียน ผู้สอน ห้องเรียน หรือหลักสูตรในสถานการณ์จริง	การออกแบบเพื่อนำระบบไปใช้งานในสถานการณ์จริงเพื่อพิจารณาการทำงานและผลกระทบที่เกิดขึ้น

นอกจากการประเมินผลระบบโดยใช้เทคนิคดังที่กล่าวมาแล้ว การประเมินผลยังต้องคำนึงถึงผลกระทบทางการศึกษาด้วย ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินผลกระทบทางการศึกษาของระบบส่วนมากจะวัดที่การเรียนรู้ที่จะเกิดแก่ผู้เรียน ตลอดจนทัศนคติและความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการใช้งานระบบ ซึ่งผลการประเมินระบบจะได้มาจากการทดสอบนำร่องหรือการวิจัยเชิงทดลอง โดยการวัดใน 2 ลักษณะ คือ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Measures) และการวัดความพึงพอใจ (Affective Measures)

บทสรุป

ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่เป็นผลผลิตของความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศผนวกกับความสามารถของปัญญาประดิษฐ์ โดยแนวโน้มของการวิจัยและพัฒนาการสอนเสริมอัจฉริยะอยู่บนแนวคิดและทฤษฎีที่หลากหลายที่จะนำไปสู่ความสามารถของระบบที่ทำให้การเรียนการสอนเป็นระบบการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะก็คือ การสร้างตัวแทนของการเรียนรู้ที่ทันสมัยภายใต้สภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนที่ปรับตัวให้เข้ากับลักษณะของผู้เรียนเป็นรายบุคคล และมีความสามารถตอบสนองต่อปัญหาในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มจะพัฒนาระบบไปสู่การสอนเสริมสำหรับเนื้อหาการฝึกปฏิบัติ และมีการเพิ่มความสามารถของระบบโดยใช้เทคนิคการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนสำหรับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จของการเรียนรู้

ตามที่คาดหวัง ภายใต้วิธีการประเมินผลระบบที่น่าเชื่อถือ เพื่อในอนาคตจะพัฒนาระบบจากการเป็นสื่อเสริมไปสู่การเป็นสื่อหลักให้กับระบบการเรียนการสอนออนไลน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปความได้ว่า ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะจะทำให้เกิดรูปแบบการจัดการเรียนการสอน และนวัตกรรมด้านการศึกษานewทางใหม่ที่ช่วยยกระดับการจัดการศึกษาของไทยให้มีคุณภาพเพื่อประสิทธิภาพของผู้เรียนอย่างยั่งยืน ดังนั้นการให้ความสำคัญในการวางแผนนโยบายของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาจึงเป็นปัจจัยและเป็นมิติสำคัญในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาให้ก้าวสู่ประสิทธิภาพแห่งการเรียนรู้เพื่อเป็นเครื่องมือในการเร่งยกระดับคุณภาพและการกระจายโอกาสทางการศึกษาของประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อาภรณ์ใจเที่ยง. (2544). **การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**. ครูสาร.3(4): 19-24.
- Anderson, J. R., Boyle, C., and Reiser, B. (1985). **Intelligent tutoring systems**. Science 228: 456-462.
- Arruabarrena, R., Tomás A. Pérez, López-Cuadrado, J., Gutiérrez, J., and Vadillo, J. A. (2002). **On evaluating adaptive systems for education**.The International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Málaga: Springer-Verlag. 2347: 363-367.
- Barr, A., and Feigenbaum, E. (1986). **The Handbook of Artificial Intelligence**. Reading, MA.:Addison-Wesley.
- Bhagat, S., Bhagat, L., Kavalan, J., and Sasikumar, M. (2002). **Acharya: an intelligent tutoring environment for learning SQL**. The Vidyakash 2002 International Conference on Online Learning, Mumbai, India.
- Chakraborty, S., Roy,D., Kumar Bhowmick, P., and Basu, A. (2010). **An authoring system for developing intelligent tutoring system**. The 2010 IEEE Student's Technology Symposium.IIT Kharagpur.April 3-4, 2010: 196-205.
- Chou, C., Chan, T., and Lin, C. (2003). **Redefining the learning companion: the past, present, and future of educational agents**. Computers & Education 40(3): 255-269.
- Clark, R. E., Feldon, D., Merriënboer, V.J., Yates, K., and Early, S. (2007). **Cognitive task analysis**. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. J. G. van Merriënboer, & M. P. Driscoll (Eds.), Handbook of research on educational communications and technology (3rd ed.) Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates: 577-593.
- Conati, C., (2009). **Intelligent tutoring system: new challenges and directions**. Proceedings ofthe Twenty-First International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-09): 2-7.
- Conati, C., and Maclaren, H. (2009). **Empirically building and evaluating a probabilistic model of user affect**. User Modeling and User-Adapted Interaction (UMUAI), 19(3): 267–303.

- Dağ, F., and Erkan, K. (2003). **Realizing of optimal curriculum sequences for a web based general purpose intelligent tutoring system**. Proceedings Turkish Symposium of Artificial Intelligence and Neural Networks 1:1-3.
- Draper, S.W., Brown, M.I., Henderson, F.P., and McAteer, E. (1996). **Integrative evaluation: an emerging role for classroom studies of CAL**. Computers and Education 26(1-3): 17-32.
- Eggen, P., and Kauchak, D. (1997). **Educational psychology: windows on classrooms**. 3rd ed. New Jersey : Merrill, An Imprint of Prentice Hall.
- Feng-Jen Yang. (2010). **Theideology of intelligent tutoring system**. University of North Texas at Dallas Dallas Texas. Inroads Magazine 1(4): 63-65.
- Gamboa, H., and Fred, A. (2001). **Design intelligent tutoring systems: abayesianapproach**. ICEIS 2001- Artificial Intelligence and Decision Support Systems.
- Iqbal, A., Reinhard O., Ashok P., and Kinshuk. (1999). **A classification of evaluation methods for intelligent tutoring systems**. Software-Ergonomie: 169-181.
- Isotani, S., and Mizoguchi R.(2008). **Theory-driven group formation through ontologies**. Intelligent Tutoring Systems 2008: 646-655.
- Johnson,W.L. (2007). **Serious use for a serious game on language learning**, In Proceedings of the 13th International Conference on Artificial Intelligence in Education, Los Angeles, CA: 67 - 74.
- Kaplan, R.M., Trenholm, H., Gitomer, D., and Steinberg, L. (1993). **A generalizable architecture for building intelligent tutoring systems**. Proceedings of The 9th Conference On Artificial Intelligence For Applications. Orlando, FL, USA: 485.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., and Clark, R. E. (2006). **Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching**. Educational Psychologist, 41: 75-86.
- Koedinger, K. R., and Corbett, A. (2006). **Cognitive tutors: technology bringing learning science to the classroom**. In Sawyer, K. The Cambridge Handbook of the Learning Sciences. Cambridge University Press: 61-78.
- Lane, H.C. (2006). **Intelligent tutoring systems: Prospects for guided practice and efficient learning**. Whitepaper for the Army's Science of Learning Workshop, Hampton, VA. Aug 1-3, 2006: 1-11.
- Larkin, M.J. (2001). **Providing support for student independence through scaffolded instruction**. Council for Exceptional Children 34: 30-34.
- Manske, M., and Conati, C. (2005). **Modelling learning in educational games in AIED 05**. Proceedings of the 12th International Conference on AI in Education. Amsterdam, Netherlands: 411-418.
- Mark, M.A., and Greer, J.E.(1993). **Evaluation methodologies for intelligent tutoring systems**. International Journal of Artificial Intelligence in Education 4(2/3): 129-153.
- Murray, T. (1993). **Formative qualitative evaluation for “exploratory” ITS research**. International Journal of Artificial Intelligence in Education 4(2/3): 179-207.

-
- , (2003). **An overview of intelligent tutoring system authoring tools: Updated Analysis of the State of the Art**, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands: 493–546.
- Schraw, G., and Dennison, R.S. (1994). **Assessing metacognitive awareness**. *Contemporary Educational Psychology*, 19: 460-475.
- Skinner, B.F. (1954). **The science of learning and the art of teaching**. *Harvard Educational Review* 24: 86-97.
- Sleeman, D., and Brown, J. S. (1982). **Introduction: intelligent tutoring systems**. *Intelligent Tutoring Systems*, D. Sleeman, J. S. Brown, Ed. Academic Press: 1-11.
- Stankov, S., Rosić, M., Žitko, B., and Grubišić, A. (2008). **Tex-Sys model for building intelligent tutoring systems**. *Computers & Education* 51(3): 1017–1036.
- Streitz, N. A. (1988). **Mental models and metaphors: implications for the design of adaptive user-system interfaces**. In *Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems* (eds H. Mandl & A. Lesgold). Springer-Verlag, London: 164-186.
- Suraweera, P., and Mitrovic, A. (2004). **An intelligent tutoring system for entity relationship modelling**. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*, 14(3-4): 375-417.
- Tessmer, M. (1993). **Planning and conducting: formative evaluations**. Kogan Page Limited, London.
- Yong, Z., and Zhijing, L. (2003). **A model of web oriented intelligent tutoring system for distance education**, *Proceedings of the Fifth International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications (ICCIMA'03)*: 78-83.
- Wenger, E. (1987). **Artificial Intelligence and Tutoring Systems**. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann.
- Wood, D., Bruner, J., and Ross, G. (1976). **The role of tutoring in problem solving**. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17: 89-100.
- Zhang, Y., and Liu, Z. (2003). **A model of web oriented intelligent tutoring system for distance education**. *Proceedings of the 5th International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications (ICCIMA 2003)*. Xian, China: 78–83.

