บทที่ 2 ระบบฝึกสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System : ITS)

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงแนวคิดพื้นฐานและความต้องการระบบฝึกสอนอัจฉริยะ ซึ่งนักวิจัยในสาขานี้คาดหวังว่า จะสามารถนำระบบที่พัฒนาได้มาใช้ในการถ่ายทอดความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะได้นำเสนอโครงสร้างของระบบฝึกสอนอัจฉริยะทั่วไปที่มีอยู่ ซึ่งได้รับการพัฒนาจากระบบที่ปฏิบัติงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว จนได้มีวิวัฒนาการของการพัฒนามาเป็นระบบที่สามารถให้บริการทางอินเตอร์เน็ต และในหัวข้อสุดท้ายของบทนี้ จะได้กล่าวถึงผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ระบบฝึกสอนอัจฉริยะที่ใช้สำหรับสอนวิชาในสาขาอื่นที่มีอยู่ในปัจจุบัน

2.1 ระบบฝึกสอนอัจฉริยะคืออะไร

การศึกษาและเรียนรู้นั้น นอกจากการเข้าชั้นเรียนปกติแล้ว กลไกที่จะช่วยทำให้ผู้เรียนเข้าใจในรายละเอียดมากขึ้น มีโอกาสซักถามหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้อย่างใกล้ชิด หรือมีการนำโจทย์ตัวอย่าง หรือแบบฝึกหัดมาฝึกฝนเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาได้ครบถ้วนนั้น ได้แก่ การมีชั่วโมงสำหรับผู้ฝึกสอน (Tutor) หรือ Tutorial นั่นเอง และการติวที่นับว่าประสบความสำเร็จมากที่สุด คือ การติวแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (ผู้เรียน 1 คนต่อผู้ติว 1 คน) (McArthur และคณะ) เพราะผู้ติวสามารถสอน ให้แบบฝึกหัด และติดตามประเมินว่า มีส่วนใดของเนื้อหาที่ผู้เรียนเข้าใจดีแล้วหรือยังไม่เข้าใจ เพื่อจะได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมได้อย่างใกล้ชิด อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายและความขาดแคลนผู้ติวที่มีความชำนาญ จำนวนผู้เรียนต่อผู้ติวจึงมากขึ้น และเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ จึงได้มีการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มาช่วยในการพัฒนาระบบการติวโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อกลาง

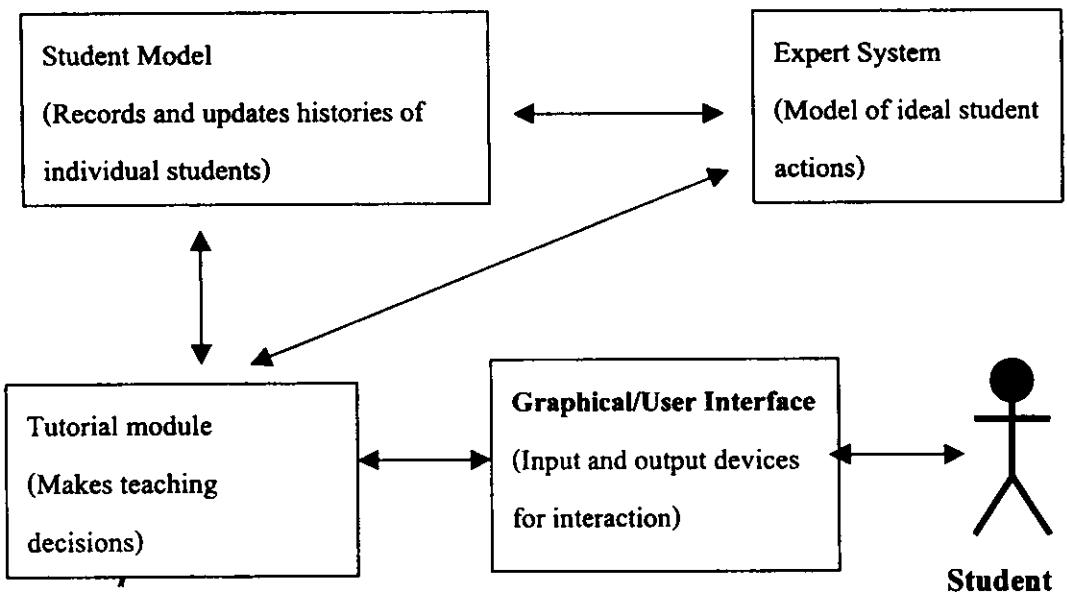
ระบบฝึกสอนหรือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System : ITS หรือ Intelligent Computer – Assisted Instruction : ICAI) นั้น คือระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นผลจากความพยายามที่จะเลียนแบบวิธีสอน คำอธิบายการแก้ปัญหา และกิจกรรมระหว่างผู้ติวและผู้เรียนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยการประยุกต์เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) มาใช้เพื่อการเรียนการสอน ระบบฝึกสอนแบบอัจฉริยะสามารถจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ให้มีความยืดหยุ่นทั้งผู้เรียนและระบบ คล้ายกับว่ามีครูและนักเรียนนั่งลงตัวต่อตัวแล้วพยายามที่จะสอนและเรียนร่วมกัน มีความสามารถในการวิเคราะห์การตอบสนองของนักเรียนได้อย่างกว้างขวาง สามารถจำลองแบบความรู้และความคิดรวบยอดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในขณะที่เรียน สามารถวินิจฉัยว่านักเรียนรู้อะไรและอะไรที่นักเรียนยังไม่รู้ และกำหนดว่าจะสอนอะไร เมื่อไร

จึงเหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน มีปฏิสัมพันธ์และให้ข้อมูลป้อนกลับอย่างเหมาะสม จึงสามารถกล่าวได้ว่า ระบบฝึกสอนแบบอัจฉริยะก็คือ "ครูที่ดี" นั่นเอง

ระบบฝึกสอนอัจฉริยะ ได้รับความสนใจและศึกษามานานหลายสิบปี โดยมีความพยายามที่จะเลียนแบบการสอนแบบการติวที่มีผู้เรียน 1 คนต่อผู้ติว 1 คน ดังนั้น โครงสร้างของระบบฝึกสอนอัจฉริยะที่เป็นที่ยอมรับกันจึง ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่

- Student Model ทำหน้าที่ในการเก็บประวัติ และพัฒนาการในการเรียนรู้ของผู้เรียน
- Expert System ทำหน้าที่เก็บความรู้และสิ่งที่ผู้เรียนควรจะทำได้ ที่ได้จากการรวบรวมองค์ความรู้ และประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญ
- Tutorial Module ทำหน้าที่ควบคุมกฎและแนวทางการสอน
- Graphical / User Interface ทำหน้าที่แสดงผลและติดต่อกับผู้ใช้

ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้ง 4 ส่วน แสดงได้ดังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 Generic Intelligent Tutoring System

หัวใจของระบบฝึกสอนอัจฉริยะคือระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ซึ่งรวบรวมเอาความรู้ทั้งหมดที่ต้องการถ่ายทอดจากผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ และประมวลองค์ความรู้ให้อยู่ในรูปที่ระบบสามารถนำมาใช้สอนต่อและตีความอย่างเป็นเหตุเป็นผล (Knowledge Representation and Reasoning) การแก้ปัญหาหรือตอบคำถามหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยคำอธิบายที่เป็นขั้นเป็น

ตอนอย่างละเอียด เช่นเดียวกับที่ผู้เชี่ยวชาญคิดและใช้ในการอธิบายการแก้ปัญหาหนึ่งๆ ทำให้ระบบสามารถอธิบายผู้เรียนได้อย่างละเอียดและตรงตามขั้นตอนที่ต้องการ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ระบบฝึกสอนอัจฉริยะ เป็นการนำหลักการของระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริงในการสนับสนุนการเรียนการสอน

ระบบฝึกสอนอัจฉริยะและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Aid Instruction : CAI) เหมือนกันในแง่ที่เป็นระบบที่พยายามจะให้ความรู้แก่ผู้เรียน โดยผู้เรียนจะต้องศึกษาบทเรียนตามที่ระบบกำหนดและตอบคำถามซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นคำถามสั้น ๆ เพื่อวัดความเข้าใจ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนใหญ่ประเมินผู้เรียนจากจำนวนคำถามที่ตอบได้ ไม่ได้เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มองค์ประกอบ ที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาปัญญาเท่าที่ควร แต่ระบบฝึกสอนอัจฉริยะจะมี Tutorial module ซึ่งทำหน้าที่ประเมินผู้เรียนจากแต่ละขั้นของการเรียนรู้ หรือแต่ละขั้นของการแก้ปัญหาหนึ่งๆ ระบบมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้จากฐานความรู้ (Knowledge–based) แบบที่ครูผู้สอนควรจะเป็น สามารถที่จะเรียนรู้ว่าผู้เรียนมีจุดอ่อนตรงไหน ต้องการคำอธิบายหรือความช่วยเหลือเมื่อไร และเพื่อให้ได้ระบบฝึกสอนอัจฉริยะที่เข้าใจผู้เรียนอย่างถ่องแท้เหมือนติวเตอร์ที่เป็นมนุษย์แล้ว ในการพัฒนาระบบฝึกสอนอัจฉริยะหนึ่งๆ จึงจำเป็นต้องใช้หลักการและทฤษฎีอื่นอีก เช่น ทฤษฎีทางจิตวิทยา และศาสตร์แห่งการเรียนรู้และแก้ปัญหา (Cognitive Science) เป็นต้น

2.2 การพัฒนาระบบฝึกสอนอัจฉริยะบนเว็บ (Web-Based Intelligent Tutoring System)

การพัฒนาระบบฝึกสอนอัจฉริยะในระยะแรกทำในลักษณะ Stand alone application คือ คอมพิวเตอร์ที่จะใช้เรียนจะต้องมีการติดตั้งระบบฝึกสอนอัจฉริยะเป็นของตนเอง ไม่สามารถใช้ระบบร่วมกับเครื่องอื่น ๆ ได้ แต่เมื่อมีการใช้อินเตอร์เน็ตกันมากขึ้น ทำให้เกิดแนวคิดการพัฒนาระบบฝึกสอนอัจฉริยะบนเว็บขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเปิดโอกาสให้มีผู้เรียนมากขึ้น โดยการติดตั้งระบบบนเครื่องแม่ข่าย ผู้เรียนที่ปกติสามารถท่องอินเตอร์เน็ตได้ ก็สามารถเรียกใช้ระบบได้ โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งระบบฝึกสอนอัจฉริยะบนเครื่องของตนเอง นอกจากนั้นเมื่อระบบช่วยสอนอัจฉริยะถูกพัฒนาบนเว็บแล้ว ยังทำให้ผู้เรียนสามารถทำงานพร้อมกันหลายคน หรือทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจริงๆ ได้ และผู้เรียนยังสามารถใช้งานได้ทุกที่ ทุกเวลาที่สามารถต่ออินเตอร์เน็ตได้ ไม่ต้องถูกจำกัดเฉพาะการใช้ภายในสถานศึกษา ผู้เรียนสามารถหมุนโมเด็มจากบ้าน ต่อเข้าไปยังผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตหรือของสถาบัน เพื่อเข้าใช้ระบบได้ทุกเวลาที่ต้องการ ประโยชน์ดังกล่าวเอื้อต่อแนวทางการศึกษาด้วยตนเอง และจัดการศึกษาแบบทางไกล

(Distance Learning) ซึ่งสนับสนุนการจัดการแบบมหาวิทยาลัยเสมือน (Virtual University) เป็นอย่างยิ่ง

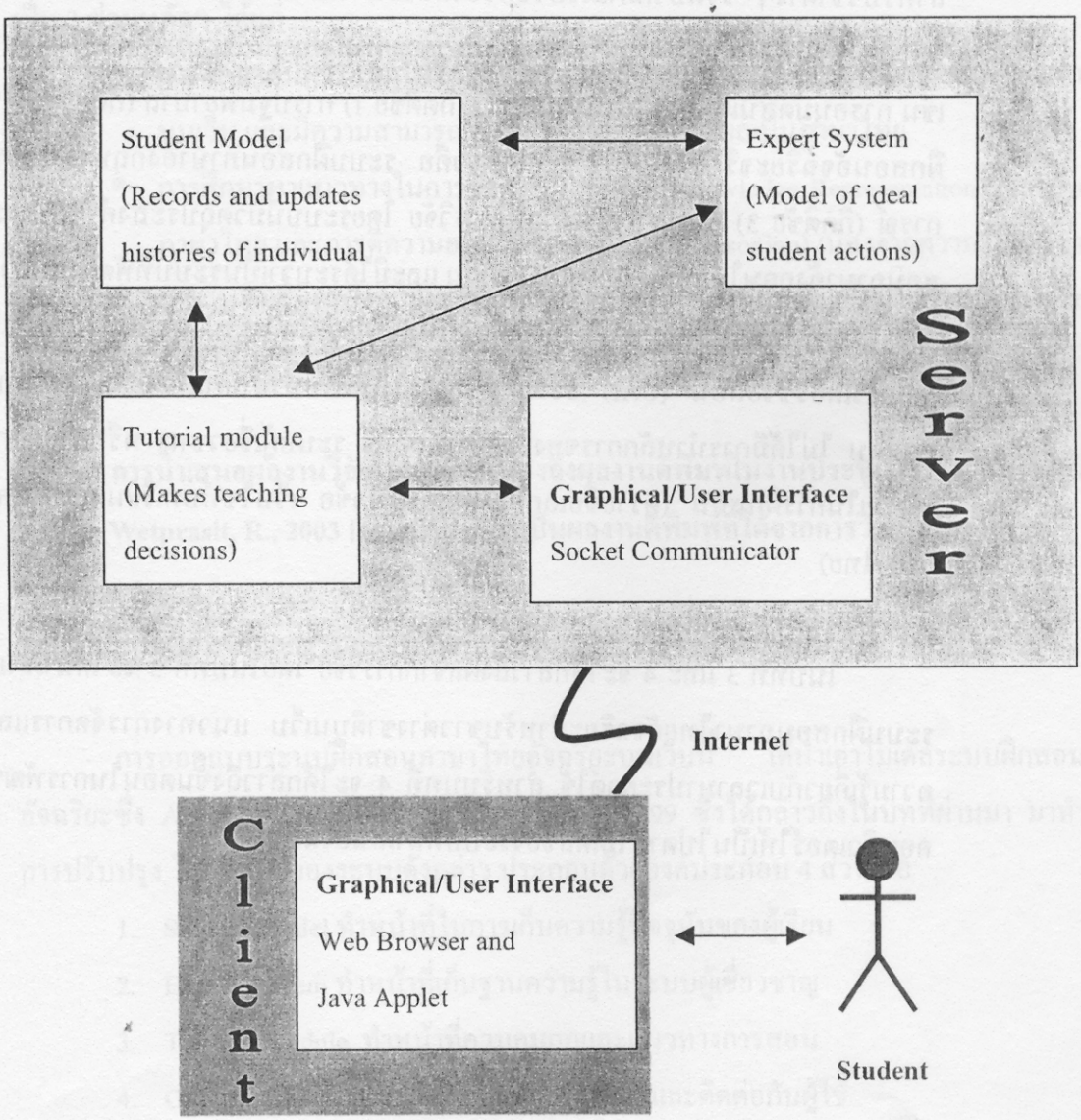
2.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Works)

การศึกษาและพัฒนาระบบฝึกสอนอัจฉริยะ เริ่มได้รับความสนใจอย่างแท้จริงตั้งแต่ปี 1982 โดย Sleeman and Brown (1982), Wenger (1987), Psotka และคณะ (1988) ได้สรุปลักษณะโครงสร้าง และเป้าหมายของระบบฝึกสอนอัจฉริยะหลายระบบที่มีอยู่ในขณะนั้น ซึ่งเป็นระบบที่พัฒนาให้เป็นแบบใช้บนเครื่องเดียว (Stand-alone system) ต่อมาในปี 1984 Bloom ได้เสนอหลักการในการประเมินการพัฒนาประสิทธิภาพของผู้เรียนซึ่งใช้วัดพัฒนาการของการติวแบบต่างๆ ซึ่งพบว่า ในการติวแบบที่ใช้ผู้ติวและผู้เรียนในอัตราส่วนหนึ่งต่อหนึ่งนั้น ให้ผลสูงสุด และให้ค่าการพัฒนาการของผู้เรียนเท่ากับ "2 Sigma" ซึ่งเกณฑ์ในการวัดนี้ถูกนำมาช่วยในการวัดประสิทธิภาพของระบบฝึกสอนอัจฉริยะอื่นๆ ในเวลาต่อมา

เนื่องด้วยการศึกษาในสาขาวิชาทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สามารถวัดผลการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจนกว่าด้านอื่น จึงได้มีผู้พัฒนาระบบฝึกสอนอัจฉริยะเพื่อช่วยสอนวิชาต่างๆ ในสาขาดังกล่าวเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น ระบบสอนเรขาคณิต (Geometry) ของ Anderson และคณะ (1985) ซึ่งผู้พัฒนาพิสูจน์ว่า สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้น "2 Sigma" เมื่อได้รับการฝึกสอนจากระบบดังกล่าว นอกจากนั้นยังมีระบบฝึกสอนอัจฉริยะซึ่งช่วยสอนวิชาพีชคณิต (Algebra) ในระดับโรงเรียนมัธยมอีกหลายระบบเช่น ระบบของ McArthur และคณะ (1990) และ Robyn และคณะ (1989) นอกจากนั้นยังมีระบบฝึกสอนวิชาวิทยาศาสตร์ (Lester and Porter, 1991) ระบบฝึกสอนการอ่านภาษาต่างประเทศ (Frederiksen และคณะ 1991) ระบบฝึกสอนการแก้ปัญหาและซ่อมบำรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Cooper 1991) และ ระบบฝึกสอนวิชาทางคณิตศาสตร์ (Du และคณะ 1991) เป็นต้น

เมื่อมีการใช้อินเตอร์เน็ตกันมาก ระบบฝึกสอนอัจฉริยะจึงถูกพัฒนาจากเดิมที่เป็นระบบซึ่งใช้บนคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว มาเป็นระบบที่สามารถวิ่งบนเว็บได้ โดยช่วงแรกใช้สถาปัตยกรรมแบบ HTML-CGI (เช่น ระบบของ Brusilovsky และคณะ 1996, Ritter 1997) ซึ่งมีข้อจำกัดคือ ผู้ใช้สามารถตอบคำถามหรืออินพุตท์ค่ากลับมาที่ระบบได้ แต่ระบบไม่สามารถตอบสนองได้ทันที ต่อมาได้มีการพัฒนาโดยใช้ภาษาจาวา (Java-Based Web-Enabled System) และยอมให้ส่วนที่ทำหน้าที่ฝึกสอนรวมทั้งโมเดลนักเรียน (Student Model) ถูกดาว์นโหลดและวิ่งบนเครื่องลูกข่าย ทำให้ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับระบบได้อย่างทันที โดยโมเดลนักเรียนซึ่งอยู่บนเครื่องลูกข่าย จะถูกอัพเดทขณะที่มีการใช้ระบบ ต่อมาในปี 1999 Alpert และคณะได้พัฒนา

ระบบฝึกสอนพีชคณิตอัจฉริยะ ให้ชื่อว่า AlgeBrain ระบบนี้คล้ายกับระบบก่อนหน้านี้ แต่เก็บโมเดลนักเรียนที่เครื่องแม่ข่าย (Server) ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียกใช้โมเดลของตนเองได้ ไม่ว่าจะไปใช้บนเครื่องลูกข่าย (Client) เครื่องใด โดยโครงสร้างของระบบเป็นดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 Anatomy of an Intelligent Tutoring System ของ Alpert, 1999

การพัฒนาระบบฝึกสอนอัจฉริยะ ที่เน้นการสอนภาษาเพื่อให้ผู้เรียนเรียนเป็นภาษาที่สอง โดยเป็นระบบที่พัฒนาบนอินเตอร์เน็ต เท่าที่ศึกษาพบอยู่ 2 ระบบ ได้แก่ ระบบสอนภาษาอังกฤษของ Toole และคณะ 2002 และระบบสอนภาษาเยอรมันของ Heift และคณะ 2000 ระบบทั้งสอง

ถูกพัฒนาขึ้นมาในลักษณะของ Application บนอินเตอร์เน็ต และยังถูกนำมาใช้งานและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน

การพัฒนาระบบฝึกสอนอัจฉริยะในประเทศไทย เท่าที่สามารถสืบค้นได้จากอินเตอร์เน็ต พบว่า มีงานวิจัยทางด้านนี้น้อยมาก ส่วนใหญ่ยังเป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับวิชาต่างๆ ซึ่งพบได้ตามเว็บไซต์ของสถาบันการศึกษา และตามร้านขายซอฟท์แวร์ทั่วไป นอกจากนั้นมีการนำเอาหลักการระบบผู้เชี่ยวชาญมาพัฒนาเป็นระบบให้คำปรึกษาทางด้านต่างๆ เช่น การอนุมัติสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ (กิตติชัย 1) การปฐมพยาบาล (กิตติชัย 2) ที่เป็นระบบฝึกสอนอัจฉริยะจริงๆ พบเพียงระบบเดียวคือ ระบบฝึกสอนภาษาอังกฤษจากการบรรยายเหตุการณ์ (กิตติชัย 3) ซึ่งอยู่ระหว่างดำเนินการวิจัย โดยระบบนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะนำระบบที่ได้ไปสอนภาษาอังกฤษให้แก่นักศึกษาของสถาบัน และมิได้ระบุว่าเป็นระบบที่พัฒนาบนเว็บ

บทเรียนช่วยสอนภาษาไทยที่มีอยู่บนอินเตอร์เน็ต ส่วนใหญ่เป็นระบบที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ธรรมดา บางระบบทำหน้าที่สอนเท่านั้น ไม่มีแบบฝึกหัดหรือทดสอบ ไม่ได้มีการนำหลักการของปัญญาประดิษฐ์ ระบบผู้เชี่ยวชาญ หรือศาสตร์การเรียนรู้ไปใช้ช่วยในการฝึกสอน (ดูรายชื่อเอกสารอ้างอิง หัวข้อ เว็บไซท์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาษาไทย)

ในบทที่ 3 และ 4 จะได้กล่าวถึงผลจากการวิจัย โดยในบทที่ 3 จะได้นำเสนอโมเดลของระบบฝึกสอนภาษาไทยอัจฉริยะสำหรับชาวต่างชาติบนเว็บ แนวทางการจัดการและการนำองค์ความรู้เกี่ยวกับเวลามาประยุกต์ใช้ สำหรับบทที่ 4 จะได้กล่าวถึงขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้เป็นไปตามโมเดลของระบบที่นำเสนอในบทที่ 3