บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองและการสร้างแบบจำลอง
2. แนวคิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ
   - 2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ
   - 2.2 องค์ประกอบและแบบจำลองของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ
   - 2.3 พัฒนาการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ
   - 2.4 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ
   - 2.5 การประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ
   - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ
3. แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบการสอนรายบุคคล
4. แนวคิดเกี่ยวกับผังมโนทัศน์
   - 4.1 ความหมายของผังมโนทัศน์
   - 4.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของการสร้างผังมโนทัศน์
   - 4.3 การสร้างผังมโนทัศน์
   - 4.4 การประยุกต์ใช้ผังมโนทัศน์และประโยชน์ในการเรียนการสอน
   - 4.5 การประเมินผลการสร้างผังมโนทัศน์
   - 4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนที่ใช้ผังมโนทัศน์

แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองและการสร้างแบบจำลอง

การแสวงหาคำตอบในศาสตร์ต่าง ๆ มีอยู่ขั้นตอนหนึ่งหลังจากที่เกิดตัวแปรที่สามารถบ่งชี้หรือมีอิทธิพลต่อผลลัพธ์หรือสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของปัญหา และเมื่อมีการจัดรวมความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบหรือสมมติฐานทั้งหลายเข้าด้วยกันก็จะกลายเป็นแบบจำลองที่เกี่ยวกับสมมติฐานนั้น ลักษณะสำคัญของแบบจำลอง คือ การแสดงโครงสร้างของแบบจำลองเพื่อใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทั้งหลาย

การวิจัยทางการศึกษาจะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบจำนวนมากที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน หรือในลำดับขั้นของความเป็นเหตุเป็นผลกันในสถานการณ์ของปัญหา ดังนั้นการวิจัยทางด้านการศึกษาจึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องเป็นวิธีการแสวงหาคำตอบที่ต้องการ

คำว่า "ทฤษฎี" และ "แบบจำลอง" มีความหมายที่ความแตกต่างกัน ในการค้นหาคำตอบเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น เราจะตั้งสมมติฐานขึ้นเพื่อดำเนินการทดสอบสมมติฐานนั้นว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งขึ้นมาเพื่อทดสอบนี้อาจได้รับการพัฒนามาจากสหัชญาณ (Intuition) ที่เกิดจากการศึกษาเบื้องต้นและจากการพิจารณาถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ถ้าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นได้รับการตรวจสอบจนแน่ใจว่ามีความยั่งยืนและสามารถถ่ายโยงไปใช้ในสถานการณ์และเวลาต่าง ๆ กันได้ ก็จะได้รับการสนับสนุนให้ตั้งเป็นทฤษฎี แต่ถ้าสมมติฐานนั้นได้รับการยืนยันว่ายังคงเป็นเพียงแนวทางที่เกี่ยวกับวิธีการทดลองซึ่งก็ได้รับการเสนอให้เป็นวิธีการแสวงหาคำตอบต่อไป แต่อย่างไรก็ตามในส่วนของการแสวงหาคำตอบอาจจำเป็นต้องพิจารณาตั้งสมมติฐานที่เป็นนามธรรม และสร้างแบบจำลองซึ่งมีการจัดโครงสร้างของความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานขึ้นมาเมื่อต้องการดำเนินการตรวจสอบก็จะตรวจสอบสมมติฐานเหล่านี้ แบบจำลองก็จะประกอบด้วยสมมติฐานทั้งหลายที่บรรจุอยู่ในแบบจำลองนั้น ซึ่งได้รับการสร้างจากการสะสมของประสบการณ์ที่ได้รับมาในอดีตจากสหัชญาณด้วยการอุปมาอุปมัยหรือได้จากทฤษฎี ซึ่ง Kaplan (1964) ได้เน้นว่าทฤษฎีจะเป็นตัวกำหนดเนื้อหาสาระภายใต้การตรวจสอบ ซึ่งจะแสดงโครงสร้างที่แน่นอน แต่โครงสร้างไม่จำเป็นต้องเป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎี Kaplan ได้กล่าวว่าแบบจำลองคือ สิ่งที่มีประโยชน์

> . . . เมื่อระบบที่เป็นสัญลักษณ์นำไปสู่โครงสร้างหนึ่งที่มีความหมาย ซึ่งระบบนี้เราสามารถลงสรุปจากสิ่งที่ทั่ว ๆ ไป นำไปสู่สิ่งที่เฉพาะได้อย่างมีความแน่นอนและมีความสอดคล้องกันอย่างชัดเจน คุณค่าของแบบจำลองนี้ก็จะอยู่ที่ความเป็นนามธรรมของแบบจำลองนั้น เราจึงสามารถอธิบายได้อย่างมากมาย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการไม่คาดหวังว่าจะมีความเหมือนกัน คุณค่าทั้งหมดจะอยู่ในความสามารถที่จะทำให้เกิดการนิรนัย (Deductive) ของแบบจำลองนั้นได้ . . .

ในการวิจัยจึงใช้ยุทธศาสตร์ 2 ประการคือ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การตรวจสอบแบบจำลอง การใช้ประโยชน์จากแบบจำลองให้มีประสิทธิภาพมีความต้องการดังนี้

1. แบบจำลองต้องนำไปสู่การทำนายผลที่จะเกิดตามมาได้ ซึ่งสามารถพิสูจน์ความจริงด้วยการสังเกต ลักษณะนี้ก็คือจะต้องมีความเป็นไปได้ที่จะออกแบบการตรวจสอบแบบจำลองด้วยการใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ และถ้าการตรวจสอบแล้วไม่ยั่งยืนแบบจำลองนั้นก็จะได้รับการปฏิเสธ

2. โครงสร้างของแบบจำลองต้องแสดงให้เห็นถึงกลไกที่เป็นสาเหตุ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เราศึกษา ดังนั้นแบบจำลองต้องไม่เพียงสนับสนุนการทำนายเท่านั้นแต่ต้องสามารถอธิบายสาเหตุได้

3. แบบจำลองที่สามารถอธิบายได้ จะเป็นเครื่องช่วยสร้างจินตนาการทำให้เกิดการคิดมโนทัศน์และความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ขึ้นมา และจะขยายไปสู่การสืบเสาะต่อไป

4. แบบจำลองต้องเป็นความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง (Structural Relationships) มากกว่าเป็นความสัมพันธ์ในลักษณะรวมกัน (Associative Relationships) แต่อย่างไรก็ตามในระยะแรกของการศึกษาวิจัยเราอาจใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์อย่างง่าย และความสัมพันธ์ถดถอยในการกำหนดตัวแปรที่สำคัญ และแสดงให้เห็นบางสิ่งบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบความสัมพันธ์ที่ต้องการ ดังนั้นทั้งความสัมพันธ์อย่างง่ายและความสัมพันธ์แบบถดถอยต่างก็ช่วยให้เกิดการสร้างแบบจำลอง

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแบบจำลองจะต้องมีความชัดเจนและแน่นอน สามารถสร้างและทดสอบได้ และถ้าจำเป็นก็สามารถสร้างขึ้นใหม่ด้วยกระบวนการวิจัยซึ่งต้องสัมพันธ์กับทฤษฎีและอาจจะได้รับจากทฤษฎี

การสร้างแบบจำลองบางครั้งอาจมีข้อบกพร่อง ทำให้ได้รับความเสียหายจากการใช้แบบจำลองดังนี้

1. อันตรายที่เกิดจากข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับความง่ายของแบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองจะไม่มีประโยชน์อะไรถ้าปราศจากความง่ายที่จะเชื่อมโยงกับความเป็นนามธรรมของแบบจำลอง แต่ถ้ามีความง่ายเกินไปก็จะเป็นอันตราย อันตรายที่ว่านี้ไม่ใช่อันตรายที่เกิดจากการใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นมาอย่างผิด ๆ แต่เกิดจากขั้นตอนที่เกิดขึ้นมาลอย ๆ ขาดแหล่งอ้างอิง

2. อันตรายที่เกิดจากการยอมรับและใช้แบบจำลองที่มีลักษณะซึ่งไม่เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างแบบจำลองที่จะศึกษา แต่เป็นเพียงสัญลักษณ์ที่นำไปใช้ในแบบจำลองเท่านั้น

3. อันตรายที่เกิดจากการเน้นถึงรูปแบบที่แสดงว่าเป็นแบบจำลองมากเกินไป มีการใช้อุปมาอุปมัยไม่เหมาะสม ไม่รับรองการใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ หรือมีการใช้แผนผังที่ใช้แทนแบบจำลองไม่เหมาะสม บางครั้งอาจมีการซ่อนเร้นมากกว่าที่จะเปิดเผยให้เห็นถึงโครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลองซึ่งอยู่ภายใต้ความสัมพันธ์ที่สามารถได้รับการตรวจสอบและพิสูจน์ให้เห็นจริงได้

นอกจากนี้ก็อาจมีอันตรายที่เกิดจากการสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อการอธิบาย แต่ไม่ได้ดำเนินการทดสอบด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลสุดท้ายอันตรายจากการสร้างแบบจำลองไม่ใช่ว่าง่ายเกินไปหรือใช้สัญลักษณ์หรือรูปแบบไม่เหมาะสม แต่ที่มากไปกว่านั้นคือแบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่มีความเฉพาะพอที่จะอธิบายสิ่งที่ต้องการได้ ผลที่ตามมาคือขาดความแม่นยำ ซึ่งจุดประสงค์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ของการสร้างแบบจำลองขึ้นมาก็เหมือนกับการตั้งสมมติฐาน คือ ต้องผ่านการทดสอบและต้องทำให้มีความแม่นยำเพียงพอโดยใช้วิธีทดสอบที่เหมาะสม

การวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์มีความเชื่อมั่นมากที่จะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการทดสอบโดยใช้วิธีการทางสถิติ ในการวิจัยทางการศึกษาก็ยังให้ความสำคัญกับการทดสอบนัยสำคัญอยู่ (Keeves, 1994)

แนวคิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

1. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ (Intelligent Computer-Assisted Instruction) เรียกย่อ ๆ ว่า ICAI หรือบางครั้งอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบการสอนทบทวนแบบอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า ITS มีผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะไว้ดังนี้

Clancy, Barnett และ Cohen (1982) กล่าวว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะคือระบบที่สามารถแสดงเนื้อหาที่จะต้องสอน มีวิธีการสอน และมีกลไกลที่สามารถเข้าใจได้ว่านักเรียนเรียนรู้อะไรแล้วและยังไม่ได้เรียนรู้อะไร"

Robert (1983) กล่าวว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ เป็นระบบที่มีพื้นฐานการตัดสินใจเกี่ยวกับการกำหนดวิธีสอนว่าจะสอนอะไร เมื่อไรนั้น ขึ้นอยู่กับรายละเอียดในการวินิจฉัยความรู้ของนักเรียนซึ่งมีอิทธิพลสูงมากไม่เพียงแต่จัดให้นักเรียนมีโอกาสได้ลงมือกระทำและมีส่วนร่วมเท่านั้น แต่สามารถทำให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อย่างเหมาะสม"

Brecht และ Jones (1988) กล่าวว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความสามารถวิเคราะห์การตอบสนองของนักเรียนได้อย่างกว้างขวาง สามารถจำลองความรู้ในปัจจุบันของนักเรียน รวมทั้งมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิธีการสอนแบบต่าง ๆ สามารถวินิจฉัยและกำหนดว่าจะสอนอะไร เมื่อไร และสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม"

Robert และ Park (1991) กล่าวว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะมีหลายรูปแบบ แต่สาระสำคัญคือ องค์ประกอบหลักของระบบการสอนที่ยอมให้นักเรียนและระบบมีความยืดหยุ่นในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ คล้ายกับว่านักเรียนและครูนั่งลงตัวต่อตัวแล้วพยายามที่จะสอนและเรียนร่วมกัน"

Perez และ Seidel (1991) กล่าวว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเป็นการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อการพัฒนาและประยุกต์ใช้ในระบบการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการนำเอาความเชี่ยวชาญต่าง ๆ มาบูรณาการ"

สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ หมายถึง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ให้มีความยืดหยุ่นทั้งนักเรียนและระบบ โดยการวิเคราะห์การตอบสนองของนักเรียน วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน วินิจฉัยว่านักเรียนเรียนรู้อะไรและยังไม่เรียนรู้อะไร และกำหนดวิธีสอนที่เหมาะสมแก่นักเรียน

2. องค์ประกอบและแบบจำลองของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

มีผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบและแบบจำลองของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ไว้ดังนี้

Hartley และ Sleeman (1973) ได้เสนอว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะควรประกอบด้วย

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชาที่จะสอน
2. ความรู้ของนักเรียน
3. ความรู้เกี่ยวกับยุทธศาสตร์การสอน
4. ความรู้ว่าจะใช้ยุทธศาสตร์การสอนอย่างไรที่จะสนองความต้องการของนักเรียน

นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สำคัญคือ มีการสอนทบทวนด้วยระบบการฝึกฝน การชี้แนะและจัดสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ที่ชาญฉลาด สามารถเข้าใจภาษาธรรมชาติ ซึ่งใช้ในการสื่อสารระหว่างนักเรียนกับระบบ จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการกระทำ และตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละคนเพื่อจัดการสอนให้เหมาะสม

Livergood (1991) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะว่าประกอบด้วยโมดูล 4 แบบคือ

1. โมดูลแบบจำลองนักเรียน (Student Model Module) ใช้ในการประเมินสภาพความรู้ของนักเรียน เพื่อสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับมโนทัศน์และยุทธศาสตร์การใช้เหตุผลของนักเรียนที่ทำให้เกิดสถานะความรู้ปัจจุบันในขณะที่เรียน ส่วนมากระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะจะแสดงสถานะความรู้ของนักเรียนในลักษณะที่เป็นชุดย่อยของฐานความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ แบบจำลองจึงสร้างขึ้นโดยการเปรียบเทียบการปฏิบัติของนักเรียนกับพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาอย่างเดียวกันผ่านทางคอมพิวเตอร์

2. โมดูลการบริหาร (Administrative Module) เป็นโมดูลที่ควบคุมกิจกรรมทั้งหมดด้วยระบบการสอนทบทวนที่สมบูรณ์แบบ

3. โมดูลการสอนทบทวน (Tutorial Module) คือชุดที่กำหนดว่าจะสอนอะไร จะนำเสนออย่างไร และเมื่อไร

4. โมดูลฐานข้อมูล (Database Module) เป็นฐานข้อมูลเกี่ยวกับการสอนและนักเรียน โมดูลนี้ถูกใช้ในการสร้างเนื้อหาและเก็บเนื้อหาที่จะสอนทั้งหมด

Roberts และ Park (1991) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะว่าประกอบด้วยโมดูล 3 แบบคือ

1. โมดูลความเชี่ยวชาญ (Expertise Module) หรือโมดูลสำหรับการแก้ปัญหา ประกอบด้วยเนื้อหาความรู้ที่ระบบต้องการจะให้นักเรียน ความรู้นี้ประกอบด้วยเนื้อหาที่จะสอนและการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา ความรู้จะได้รับการจัดระบบระเบียบในโครงสร้างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอน ในการจัดระบบระเบียบความรู้อาจทำได้หลายวิธี ได้แก่

1.1 เครือข่ายความหมายคำ (Semantic Networks) เป็นการเชื่อมโยงข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงที่จำเป็นในกระบวนการสอน เป็นความรู้ขนาดใหญ่และเป็นฐานข้อมูลสถิต (Static) ในเครือข่ายประกอบด้วย Nodes แทนวัตถุ มโนทัศน์ หรือเหตุการณ์ในขอบเขตความรู้นั้น และมีการเชื่อมต่อระหว่าง Nodes เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของ Nodes วิธีนี้อยู่บนพื้นฐานของแบบจำลองทางจิตวิทยาความจำของมนุษย์

1.2 ระบบการผลิต (Production System) เป็นระบบที่ถูกใช้สร้างเป็นหน่วยการแสดงทักษะและวิธีแก้ปัญหา แนวคิดพื้นฐานของระบบการผลิต คือ ฐานความรู้จะประกอบขึ้นด้วยกฎที่เรียกว่า การผลิต (Production) ในรูปแบบคู่ของเงื่อนไขการกระทำ "IF <THEN> คือ เงื่อนไขเกิดขึ้น ดังนั้นก็กระทำ" ระบบการผลิตพัฒนาโดย Newell และ Simon (1972, cited in Robert and Park, 1991) ซึ่งเป็นแบบจำลองพุทธิปัญญาของมนุษย์

1.3 การแสดงกระบวนการ (Procedural Representation) ประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ ที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนเพื่อให้เกิดทักษะรวมที่สมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์การสอน การแสดงกระบวนการเป็นการกระทำที่เปลี่ยนรูปมาจากความรู้ที่เป็นมโนทัศน์ (Declarative Knowledge) ซึ่งเป็นความรู้สถิต เช่น ข้อเท็จจริง เป็นต้น การแสดงกระบวนการเน้นให้เห็นอย่างชัดเจนในการควบคุมกระบวนการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา เช่น ขั้นตอนการพิสูจน์ทฤษฎี

1.4 กรอบบรรยาย (Script-Frame) เป็นโครงสร้างข้อมูลที่ประกอบด้วยความรู้ที่เป็นมโนทัศน์ (Declarative Knowledge) และความรู้ที่เป็นกระบวนการ (Procedural Knowledge) ที่สัมพันธ์กันภายในที่ได้กำหนดไว้ก่อน

2. โมดูลนักเรียน (Student Module) ใช้ในการประเมินสภาพความรู้ปัจจุบันของนักเรียน เป็นวิธีการที่แสดงความเข้าใจเนื้อหาของนักเรียนขณะที่กำลังเรียน ใช้ในการสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะแสดงสภาพความรู้ของนักเรียนว่าเป็นส่วนหนึ่งของฐานความรู้ผู้เชี่ยวชาญ แบบจำลองนี้จึงถูก

สร้างโดยเปรียบเทียบการปฏิบัติของนักเรียนกับพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญในปัญหาที่เหมือนกัน เรียกเทคนิคนี้ว่า Overlay Model ส่วนเทคนิคอื่นๆ คือ การแสดงทักษะย่อยที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของฐานความรู้ผู้เชี่ยวชาญ หรือเรียกว่าเป็นความแปรปรวนของฐานความรู้ผู้เชี่ยวชาญ เทคนิคนี้เรียกว่า Buggy Model หรืออาจแสดงความรู้ในลักษณะของกฎและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ก็คือ ความแปรปรวนของกฎ ที่เรียกว่า Mal-Rules (Sleeman, 1982, cited in Roberts and Park, 1991) ซึ่ง Sleeman พยายามที่จะทำนายแบบจำลองพฤติกรรมของนักเรียนโดยใช้กฎการผลิต (Production Rules) เป็นการแสดงกฎ และกฎที่ผิด การจำลองแบบความรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน จะใช้กระบวนการพื้นฐาน 2 อย่าง คือ 1) แผนภูมิโครงสร้างความรู้ เป็นขอบเขตองค์ความรู้ที่นักเรียนจะรอบรู้และตั้งใจที่จะเรียน 2) การใช้รูปแบบการระลึกได้ โดยดูจากการตอบสนองที่ผ่านมาของนักเรียนในการสรุปเกี่ยวกับความเข้าใจทักษะของนักเรียนและเหตุผลที่ใช้ในการตอบสนอง Clancey et al. (1982, cited in Roberts and park, 1991) ได้กล่าวถึงแหล่งข้อมูลที่นำมาประกอบเป็นแบบจำลองนักเรียนอาจจะได้มาจาก 1) พฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนหรือความก้าวหน้าในการปฏิบัติงานที่ได้จากการสังเกต 2) ถามคำถามจากนักเรียนโดยตรง 3) ตั้งสมมติฐานที่อยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน 4) ตั้งสมมติฐานที่อยู่บนพื้นฐานของการวัดความยากของเนื้อหาวิชา แต่ระบบส่วนใหญ่จะใช้เพียงสองแหล่งแรก

3. โมดูลการสอนทบทวน (Tutorial Module) เป็นโมดูลที่กำหนดว่าระบบจะเสนอการสอนแก่นักเรียนรูปแบบใด เสนออย่างไรและเมื่อไรจึงจะเหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน วิธีสอนในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ที่เป็นพื้นฐานมี 2 วิธีคือ

3.1 วิธี Socratic เป็นวิธีสอนนักเรียนด้วยคำถามชี้แนะนักเรียนผ่านกระบวนการแยกแยะเอามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกจากมโนทัศน์ที่นักเรียนมีอยู่ด้วยตัวนักเรียนเองในกระบวนการแยกแยะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้ นักเรียนจะได้รับการคาดคะเนเหตุผลเกี่ยวกับว่าอะไรที่นักเรียนรู้แล้วและอะไรที่ยังไม่รู้ จากนั้นก็จะปรับมโนทัศน์ของเขา

3.2 วิธี Coaching เป็นวิธีสอนนักเรียนด้วยการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนด้วยกิจกรรมที่นักเรียนต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง เช่น เกมคอมพิวเตอร์ เพื่อจะเรียนทักษะที่ต้องการและทักษะการแก้ปัญหาทั่วๆ ไป เป้าหมายของโปรแกรมคือ ต้องการให้นักเรียนมีความสุขและเรียนไปด้วยความสนุก

นอกจากนี้ Clancey (1979, cited in Roberts and Park, 1991) ได้ชี้แจงว่าระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะนั้น ไม่จำเป็นต้องมีองค์ประกอบทั้ง 3 ส่วน ครบอย่างสมบูรณ์แบบ ขึ้นอยู่กับขนาดและความซับซ้อนของโปรแกรม ระบบส่วนมากจะเน้นการพัฒนาเพียงระบบเดียว ดูว่าองค์ประกอบอะไรที่ทำให้ระบบสามารถใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่

Recker (1992) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

1. ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา (Domain Expert) ประกอบด้วยฐานความรู้ในเนื้อหาที่จะสอนนักเรียน ฐานความรู้ประกอบด้วยข้อเท็จจริงและหลักการ หรือประกอบด้วยแบบจำลองสภาพที่เป็นจริงที่คาดหวังว่านักเรียนจะได้รับ

2. แบบจำลองนักเรียน (Student Model) คือ ส่วนที่พยายามเข้าใจสภาพความรู้ของนักเรียนในขณะที่เรียน โดยอาศัยการติดตามการแก้ปัญหาของนักเรียน แบบจำลองนักเรียนที่ได้รับการพัฒนามี 2 แบบจำลอง คือ

2.1 แบบจำลอง Overlay คือ แบบจำลองที่อยู่บนสมมติฐานว่าการพัฒนาความรู้ของนักเรียน คือ ชุดย่อยของฐานความรู้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งฐานความรู้ผู้เชี่ยวชาญเป็นสิ่งที่ต้องสร้างขึ้น การเปรียบเทียบอยู่บนสมมติฐานว่าฐานความรู้ผู้เชี่ยวชาญถูกวางทับด้วยสภาพความรู้ปัจจุบันของนักเรียน เพื่อดูว่าสภาพการเรียนรู้ปัจจุบันของนักเรียนมีปัญหาอะไร ระบบการสอนทบทวนก็จะจัดการแก้ปัญหานี้โดยการกำหนดวิธีสอนที่เหมาะสมแก่นักเรียน

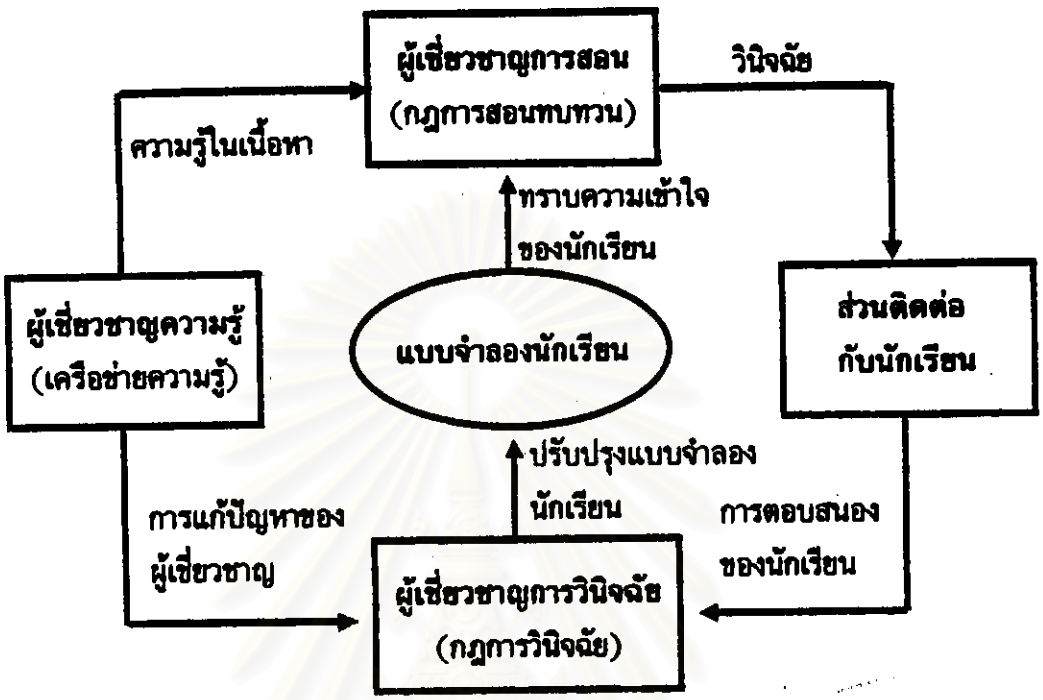
2.2 แบบจำลอง Bug-Library คือ แบบจำลองที่ประกอบด้วยกฎซึ่งอยู่ในฐานความรู้ผู้เชี่ยวชาญ โดยกฎแต่ละกฎจะเชื่อมกับชุดของกฎความคลาดเคลื่อน ดังนั้นระบบการสอนทบทวนในรูปแบบนี้จะบรรจุการแสดงความรู้ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน แบบจำลองนี้จึงต้องบรรจุกฎของความคลาดเคลื่อนในเนื้อหาวิชาไว้จำนวนมากพอที่จะครอบคลุมพฤติกรรมของนักเรียน

3. โมดูลการสอน (Teaching Module) เป็นองค์ประกอบที่อาศัยการบูรณาการระหว่างผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาและแบบจำลองนักเรียน โมดูลนี้จะต้องกำหนดลำดับการเสนอปัญหา ตัดสินใจให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการ หรือหยุดการแก้ปัญหาของนักเรียนไว้ชั่วคราวเพื่อจัดสอนซ่อมส่วนที่ยังคลาดเคลื่อนให้ถูกต้องก่อน

4. ส่วนติดต่อกับนักเรียน (Interface) เป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทในการสื่อสารกับนักเรียนด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย ส่วนนี้จะต้องไม่สร้างความยุ่งยากให้กับนักเรียน ส่วนใหญ่แล้วระบบจะใช้ส่วนติดต่อกับนักเรียนด้วยภาษาธรรมชาติ

Wallach (1987) ได้แสดงแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ มีลักษณะดังแผนภาพที่ 3

แผนภาพที่ 3 แสดงแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ของ Wallach



คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะโดยทั่วไปควรประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญความรู้ 2) ผู้เชี่ยวชาญการสอน 3) ผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัย 4) แบบจำลองนักเรียน 5) ส่วนติดต่อกับนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญความรู้ เป็นส่วนที่บรรจุความรู้ มีทั้งความรู้ที่เป็นกระบวนการและความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียน ความรู้นี้ใช้ในการตอบคำถามแก่นักเรียนหรือแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญการสอน เพื่อจัดการเปรียบเทียบโดยผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัย

2. ผู้เชี่ยวชาญการสอน เป็นส่วนที่มีหน้าที่ในการเลือกยุทธศาสตร์การสอนที่จะสอนนักเรียนต่อไป โดยอาศัยสภาพปัจจุบันของแบบจำลองนักเรียน รวมถึงการจัดการวินิจฉัยการเสนอความรู้ใหม่และตั้งคำถามหรือเสนอปัญหาแก่นักเรียน

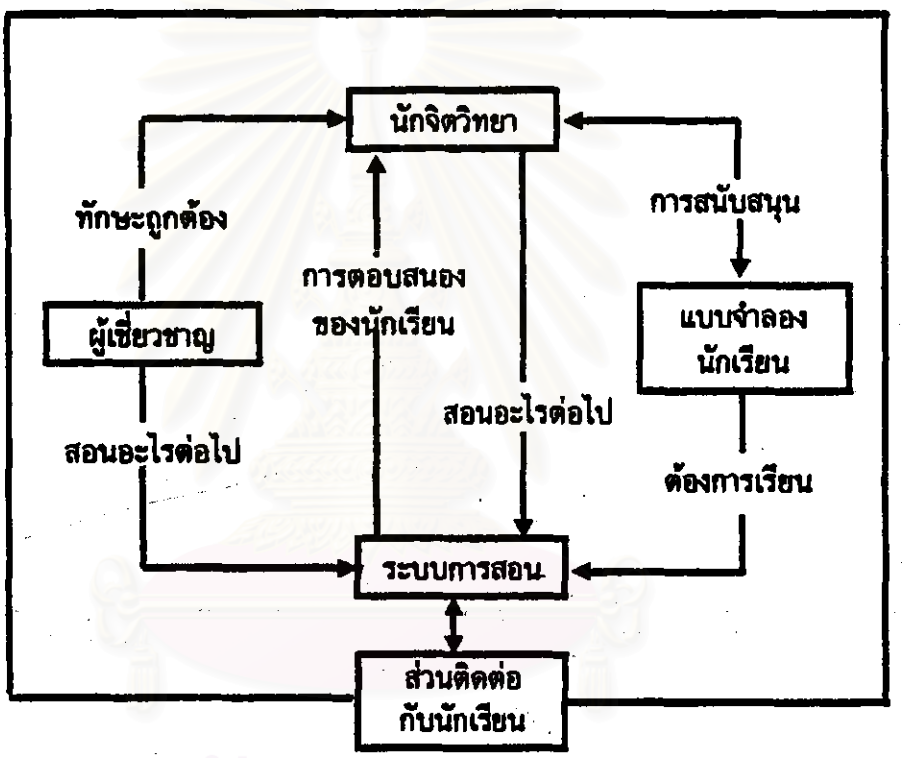
3. ผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัย ใช้กฎในการวิเคราะห์การตอบสนองของนักเรียนโดยการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับว่านักเรียนได้รับความรู้อะไร หรือนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอะไรบ้าง สมมติฐานเหล่านี้จะได้รับการพิจารณาในสภาพปัจจุบันของแบบจำลองนักเรียน

4. แบบจำลองนักเรียน คือ แบบจำลองที่แสดงความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาที่เรียน

5. ส่วนติดต่อกับนักเรียน เป็นส่วนที่คำถามและปัญหาที่สร้างจากส่วนผู้เชี่ยวชาญการสอนนำเสนอแก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ และเป็นส่วนที่ทำหน้าที่แปลความหมายการตอบสนองของนักเรียนเพื่อทำการวินิจฉัยโดยผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัย

Bercht และ Jones (1988) ได้เสนอแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะไว้ดังแผนภาพที่ 4

แผนภาพที่ 4 แสดงแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะของ Bercht และ Jones



แบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะของ Bercht และ Jones ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 อย่างคือ 1) ผู้เชี่ยวชาญ 2) แบบจำลองนักเรียน 3) นักจิตวิทยา 4) ระบบการสอน 5) ส่วนติดต่อกับนักเรียน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญ (Expert) ทำหน้าที่แสดงความรู้ของเนื้อหาวิชาที่จะสอนในรูปของข้อเท็จจริง การอธิบาย ความสัมพันธ์ ข้อมูลที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาและ/หรือข้อมูลที่เป็นกระบวนการ ผู้เชี่ยวชาญที่สร้างความรู้ในเนื้อหาวิชาเมื่อรวมกับส่วนทำหน้าที่ติดต่อกับนักเรียน จะสามารถทำให้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะนำความรู้ส่วนนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ส่วนนี้มีความจำเป็นเพื่อกำหนดคำตอบที่ถูกต้องในการตอบคำถามที่สร้างโดยระบบการสอน กลไกติดต่อกับนักเรียนจะปฏิบัติการบนความรู้ผู้เชี่ยวชาญ อาจจะอยู่ในองค์ประกอบผู้เชี่ยวชาญหรือในองค์ประกอบนักจิตวิทยาอย่างใดอย่างหนึ่ง สำหรับในที่นี้จะสมมติ

ว่าอยู่ในนักจิตวิทยานั่นคือนักจิตวิทยาใช้กลไกส่วนติดต่อกับนักเรียนร่วมกับความรู้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน การตอบสนองและวินิจฉัยการปฏิบัติของนักเรียน ระบบการสอนใช้ความรู้ผู้เชี่ยวชาญช่วยในการสร้างคำถามและกำหนดว่าจะสอนอะไรต่อไป

2. แบบจำลองนักเรียน (Student Model) คือ ส่วนที่แสดงความรู้ปัจจุบันของนักเรียนแบบจำลองต้องแสดงความรู้ที่เป็นมโนทัศน์ และ/หรือทักษะที่นักเรียนได้รับ แสดงถึงสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ และต้องมีกลไกแสดงถึงมโนทัศน์ที่ผิด ช้อบกพร่อง หรือข้อมูลที่คลาดเคลื่อนที่นักเรียนได้รับในการเชื่อมต่อระบบการสอนกับนักจิตวิทยา จะใช้การอนุมานข้อมูลจากคำตอบของนักเรียนและพฤติกรรมการแก้ปัญหาที่แสดงออกอย่างชัดเจน คำถามจะเป็นตัวชี้แนะนักเรียนหรือครูให้สามารถจัดข้อมูลให้สอดคล้องกับประสบการณ์ในอดีตของนักเรียน ข้อมูลทั้งหมดนี้จะถูกวิเคราะห์รวมไว้ในแบบจำลองนักเรียนโดยนักจิตวิทยา

3. นักจิตวิทยา (Psychologist) ส่วนนี้เป็นส่วนประกอบหลักในการขับเคลื่อนองค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ในปัจจุบันส่วนนี้มีการพัฒนาน้อยที่สุด นักจิตวิทยาต้องดูแลแบบจำลองนักเรียน โดยการกำหนดว่าเมื่อไรที่นักเรียนเกิดการรอบรู้ทักษะที่เรียนและเมื่อไรทักษะเกิดความคลาดเคลื่อน ทักษะอะไรต้องได้รับการสอน และกำหนดว่าจะสอนอะไรต่อไป ในการควบคุมแบบจำลองนักเรียน ส่วนที่กำหนดว่าเมื่อไรนักเรียนเกิดการรอบรู้ทักษะและส่วนที่ตัดสินใจว่าทักษะใดทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการตอบสนองของนักเรียน Bercht และ Jones กล่าวว่า ในบางระบบส่วนที่กำหนดว่าเมื่อไรนักเรียนจะได้รับทักษะจะรวมอยู่ในส่วนผู้เชี่ยวชาญที่มีหน้าที่วินิจฉัยในการควบคุมแบบจำลองนักเรียน นักจิตวิทยาต้องเข้าไปใช้ข้อมูลในส่วนของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาซึ่งเป็นส่วนที่บรรจุทักษะที่ถูกต้อง นักจิตวิทยาจะใช้ข้อมูลนี้ร่วมกับส่วนติดต่อกับนักเรียนในการกำหนดความรอบรู้ในทักษะของนักเรียน หรือมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในนักเรียน เพื่อกำหนดว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องสอนต่อไป นักจิตวิทยาต้องเข้าไปใช้ข้อมูลในแบบจำลองนักเรียนด้วย เพราะลำพังนักจิตวิทยาไม่สามารถตัดสินใจด้วยข้อมูลที่แสดงทักษะเดี่ยว ๆ ได้ ต้องวิเคราะห์กันในภาพรวมที่มีอยู่ในแบบจำลองนักเรียน ข้อมูลนี้อาจถูกส่งไปยังระบบการสอน

4. ระบบการสอน (Instructional System) ระบบการสอนอาจรวมเอาการสอนทบทวนและการฝึกฝนเข้าไว้ด้วย ระบบการสอนต้องเข้าถึงความรู้ว่าจะสอนอย่างไร ความรู้อะไรที่จะต้องสอน และจะสอนใคร ข้อมูลเหล่านี้จะได้มาจากทั้งแหล่งภายนอกและภายใน องค์ประกอบผู้เชี่ยวชาญจะจัดเตรียมรูปแบบที่ถูกต้องของความรู้ที่จะสอน แบบจำลองนักเรียนจะจัดเตรียมข้อมูลว่าจะสอนความรู้แก่ใคร หลังจากนั้นนักจิตวิทยาจะกำหนดว่าอะไรและเมื่อไรจะสอนความรู้นั้น ระบบการสอนต้องกำหนดว่าจะสอนอย่างไร การสอนนี้รวมถึงการสอนความรู้ใหม่และการทดสอบความรู้ที่ได้เรียนไปแล้ว

นักเรียนแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคน และครูที่ดีคือครูที่ต้องมีความสามารถสอนด้วยวิธีสอนแบบต่าง ๆ สำหรับนักเรียนที่แตกต่างกัน

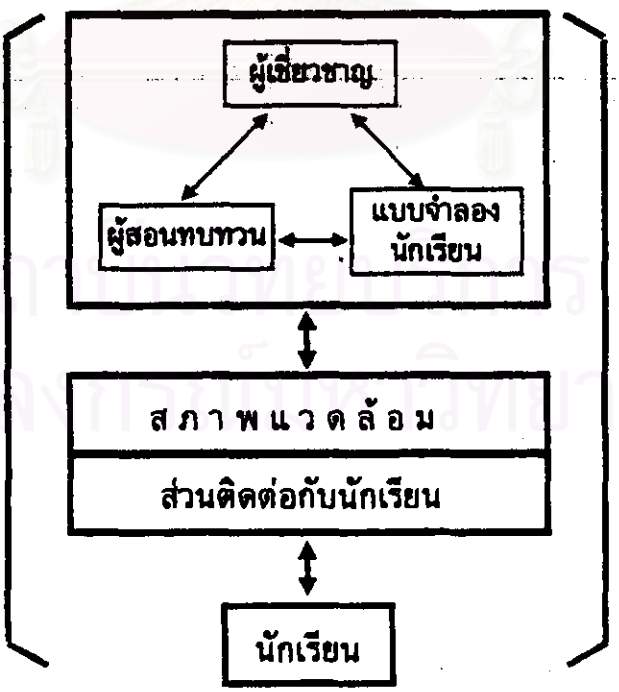
และในหัวข้อเรื่องที่ต่างกัน ระบบการสอนที่ดีต้องมีความสามารถดังนี้ ดังนั้นจึงต้องมีเทคนิคการสอนที่หลากหลายในองค์ประกอบนี้ วิธีการสอนโดยปกติที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ได้แก่ การถามคำถาม การฝึกฝน (Coaching) การสอนทบทวน (Tutor) การจัดภารกิจให้นักเรียนทำ และการประเมินผลการตอบสนอง ฯลฯ

ระบบการสอนต้องตัดสินได้ว่าเมื่อไรที่จะให้การอธิบาย ชี้แนะหรือยกตัวอย่าง มีองค์ประกอบอีกมากที่ระบบต้องตัดสินใจ เช่น ความรู้ระดับใดที่ถือว่านักเรียนมีความเชี่ยวชาญแล้ว ต้องมีวิธีที่ทำให้นักเรียนมีความรู้และทักษะก้าวหน้ามากกว่าผู้ที่เริ่มเรียนใหม่ ยุทธศาสตร์การอธิบายแบบใดที่จะให้ประโยชน์สูงสุดสำหรับนักเรียนแต่ละคน สิ่งเหล่านี้ได้รับการกำหนดจากแบบจำลองนักเรียน ระบบการสอนจะต้องพิจารณาด้วยว่านักเรียนเบื่อหน่ายต่อการเรียนหรือขาดความสนใจได้ง่ายหรือไม่ นักเรียนชอบค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือไม่

5. ส่วนติดต่อกับนักเรียน (Student Interface) เป็นส่วนที่มีปฏิสัมพันธ์และสื่อสารระหว่างนักเรียนกับระบบโดยใช้ภาษาธรรมชาติ (Natural Language) ลักษณะสำคัญของส่วนติดต่อกับนักเรียนคือ มีประสิทธิผล ประสิทธิภาพ และใช้ง่าย

Burns และ Capps (1988) ได้เสนอแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะไว้ดังแผนภาพที่ 5

แผนภาพที่ 5 แสดงแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ของ Burns และ Capps



แบบจำลองนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการดังนี้

1. โมดูลผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่จะสอน ต้องมีรายละเอียดมากพอและมีความเฉพาะในเนื้อหานั้น ความรู้ได้มาจากผู้ซึ่งมีประสบการณ์เกี่ยวกับความรู้นั้นหลายปีเมื่อได้ความรู้มาแล้วก็จัดหมวดหมู่นำไปสู่การแสดงความรู้

2. โมดูลแบบจำลองนักเรียน คือ โครงสร้างความรู้ที่อธิบายสภาพความรู้ในปัจจุบันของนักเรียน ระบบจะอนุมานแบบจำลองความเข้าใจที่เป็นปัจจุบันในเนื้อหาจะที่เรียนของนักเรียน และต่อมาจะใช้ความเข้าใจนั้นปรับการสอนให้เหมาะกับความต้องการของนักเรียน บางครั้งเรียกว่า โมดูลการวินิจฉัยนักเรียน ซึ่งผลลัพธ์ของโมดูลนี้สามารถนำไปใช้ในจุดประสงค์ต่าง ๆ เช่น การเลือกหลักสูตรการฝึกฝน การชี้แนะ การเสนอปัญหาใหม่ และการปรับการอธิบาย

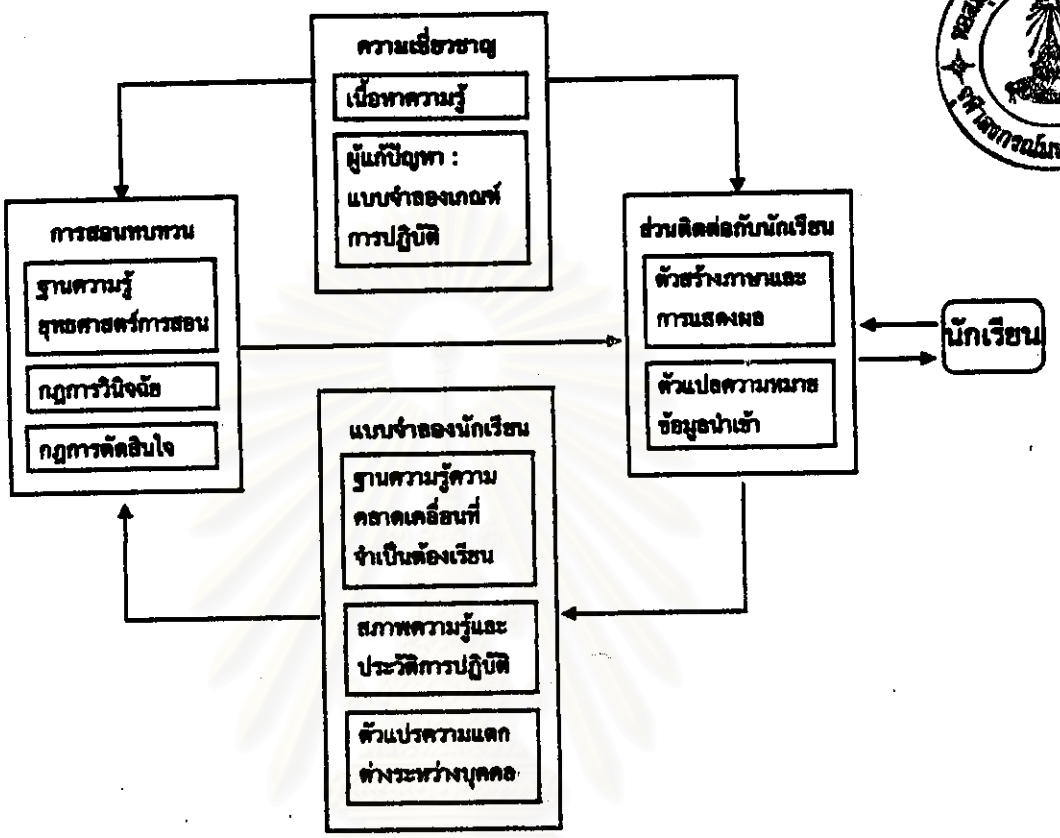
3. โมดูลการสอน มีหน้าที่ในการควบคุมการแสดงความรู้เกี่ยวกับการสอนเพื่อเลือกและจัดลำดับเนื้อหา มีความสามารถที่จะตอบคำถามนักเรียนเกี่ยวกับเป้าหมายและเนื้อหาในการสอนเป็นยุทธศาสตร์เพื่อการกำหนดว่าเมื่อไรนักเรียนต้องการความช่วยเหลือและแสดงการช่วยเหลืออย่างเหมาะสม

4. ส่วนติดต่อกับนักเรียน เน้นในเรื่องการทำความสมดุลขององค์ประกอบให้เหมาะสมในการออกแบบส่วนติดต่อกับนักเรียน โดยทั่วไปแล้วนักเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ จะพบปัญหา 2 ประการ คือ 1) นักเรียนต้องเรียนเนื้อหาวิชาซึ่งนักเรียนอาจจะไม่เข้าใจว่าทำไมต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ 2) นักเรียนต้องใช้เทคโนโลยีเพื่อเรียนและมีความเป็นไปได้ที่นักเรียนไม่มีความเชี่ยวชาญพอ ถ้าการออกแบบส่วนที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์ไม่ดีพอการเรียนการสอนก็จะไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นส่วนที่ติดต่อกับนักเรียนจะต้องเป็นส่วนที่ไม่สร้างปัญหาในการเรียนแก่นักเรียน

Park (1991) ได้เสนอว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะควรมีองค์ประกอบโมดูล 4 แบบคือ 1) โมดูลความเชี่ยวชาญ 2) โมดูลแบบจำลองนักเรียน 3) โมดูลการสอนทบทวน 4) โมดูลส่วนติดต่อกับนักเรียน และได้เสนอแบบจำลองโดยมีลักษณะดังแผนภาพที่ 6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 6 แสดงแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ของ Park



1. โมดูลความเชี่ยวชาญ ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 2 อย่างคือ ฐานความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาและแบบจำลองเกณฑ์การปฏิบัติ ฐานความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ของเนื้อหาที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนเพื่อให้เกิดความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์และความรู้ที่เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาในเนื้อหาวิชานั้น แบบจำลองเกณฑ์ในการปฏิบัติก็คือความรู้ของผู้เชี่ยวชาญที่บรรจุอยู่ในคอมพิวเตอร์ซึ่งแก้ปัญหาเดียวกันกับปัญหาที่นักเรียนได้รับ ซึ่งระบบสามารถประเมินผลการปฏิบัติของนักเรียนได้

2. โมดูลแบบจำลองนักเรียน ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่างคือ 1) สภาพความรู้และประวัติการปฏิบัติงานของนักเรียน ซึ่งแสดงถึงระดับการปฏิบัติของนักเรียนที่เพิ่งผ่านพ้นไป และยุทธศาสตร์การใช้เหตุผลที่นักเรียนใช้ในกระบวนการเรียน 2) ความบกพร่องในการเรียนและสิ่งที่จำเป็นต้องเรียน แสดงถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและความไม่พึงพอใจในยุทธศาสตร์การปฏิบัติที่นักเรียนใช้แก้ปัญหาในขอบเขตเนื้อหาวิชา 3) ฐานข้อมูลของตัวแปรความแตกต่างระหว่างบุคคลบรรจุตัวแปรความแตกต่างระหว่างบุคคลที่สำคัญของนักเรียน ซึ่งรวมอยู่ในองค์ประกอบย่อยของแบบจำลองนักเรียน

3. โมดูลการสอนทบทวน ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อย คือ 1) ฐานความรู้ด้านการสอน ซึ่งบรรจุวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ไว้ 2) ฐานกฎการวินิจฉัยเพื่อทำการอนุมานเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและความจำเป็นที่ต้องเรียนของนักเรียน 3) ฐานกฎในการกำหนดเลือกวิธีการสอนที่ดีที่สุดบนพื้นฐานของความจำเป็นต้องเรียนของนักเรียน

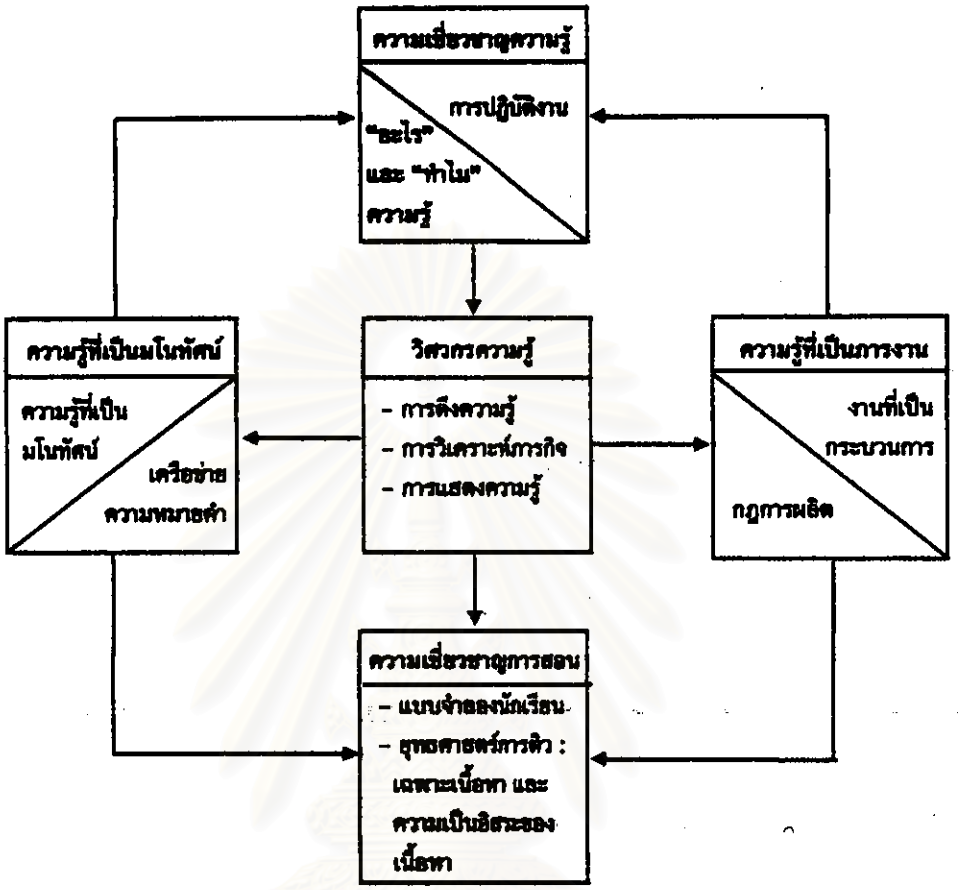
4. โมดูลส่วนติดต่อกับนักเรียน ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย คือ ตัวสร้างภาษาและการแสดงผล และตัวแปลความหมายข้อมูลของนักเรียนที่ถูกป้อนเข้าสู่ระบบ

จากแผนภาพที่ 6 ข้อมูลในแบบจำลองนักเรียนจะได้รับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง จากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับระบบ โมดูลการสอนทบทวนวินิจฉัยสิ่งที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนโดยอาศัยข้อมูลจากโมดูลแบบจำลองนักเรียนและการปฏิบัติการแก้ปัญหาเดียวกับที่นักเรียนได้รับด้วยความรู้ของผู้เชี่ยวชาญที่มีอยู่ในคอมพิวเตอร์ในโมดูลความเชี่ยวชาญ โมดูลการสอนทบทวนจะกำหนดวิธีการสอนที่เหมาะสมเสนอต่อนักเรียนด้วยการเลือกส่วนของเนื้อหาที่จำเป็นจากฐานความรู้ในโมดูลที่เกี่ยวกับความเชี่ยวชาญและยุทธศาสตร์การสอนโดยเฉพาะ เช่น รูปแบบและกระบวนการนำเสนอ และจากฐานความรู้เกี่ยวกับยุทธศาสตร์การสอนในโมดูลการสอนทบทวน โมดูลส่วนติดต่อกับนักเรียนจะสร้างการนำเสนอวิธีการสอนด้วยการบูรณาการส่วนต่าง ๆ ของเนื้อหา (เลือกจากฐานความรู้) ไปสู่รูปแบบการสอน (เลือกจากฐานความรู้เกี่ยวกับยุทธศาสตร์การสอน) ซึ่งจะเป็นความเฉพาะของกฎที่กำหนด

Perez และ Seidel (1991) ได้เสนอแบบจำลองการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะมีลักษณะ ดังแผนภาพที่ 7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 7 แสดงแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ของ Perez และ Seidel



1. ประเภทของความรู้และความเชี่ยวชาญในความรู้ ในการพัฒนาระบบการสอนอันดับแรกต้องวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างและความต้องการให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาที่จะสอน เนื้อหาส่วนใหญ่แล้วจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ภารกิจที่เป็นกระบวนการและความรู้ในโครงสร้างภารกิจที่เป็นกระบวนการ นักเรียนต้องเรียนถึงขั้นตอนในการปฏิบัติงาน เช่น การปฏิบัติตามขั้นตอนในการซ่อมเครื่องยนต์ ซึ่งไม่ใช่เป็นความรู้ที่เป็นมโนทัศน์ ในทางตรงกันข้ามการเรียนรู้ ในความรู้ของโครงสร้างต้องให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ เช่น โครงสร้างหน้าที่และหลักทฤษฎี โดยไม่จำเป็นต้องได้รับทักษะในการปฏิบัติ

จากแผนภาพที่ 7 กรอบด้านบนสุดจะแบ่งออกเป็น 2 ช้าง ซึ่งแสดงถึงจุดประสงค์ของเนื้อหาซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด และด้านบนสุดชี้ให้เห็นถึงความเชี่ยวชาญของมนุษย์ การแสดงทักษะการปฏิบัติที่ดีที่สุดก็โดยการให้นักเรียนปฏิบัติจริง ส่วนการแสดงความรู้โครงสร้างที่ดีที่สุด ก็โดยการใช้คำถามประกอบ อะไร และทำไม ซึ่งอาจจะใช้การสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ ในการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ อาจจะใช้ความเชี่ยวชาญประเภทเดียวหรือทั้งสองประเภท การเลือกผู้เชี่ยวชาญและการแยกออกระหว่างความรู้และทักษะเป็นงานที่ยากมาก แม้ว่าในปัญหาเดียวกันแต่การปฏิบัติของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนอาจแตกต่างกัน ผู้เชี่ยวชาญอาจมีการใช้

เหตุผลที่ต่างกัน ดังนั้น เราจะต้องพิจารณาถึงผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ คน ซึ่งจะเป็นการช่วยกำหนดโครงสร้างความรู้และวิธีการใช้เหตุผล เอกสารที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญการสอนจะช่วยในการกำหนดพื้นฐานความรู้และทักษะเบื้องต้นที่จำเป็นต่อนักเรียน ความรู้ประเภทต่าง ๆ ไม่สามารถแยกกันได้อย่างเด็ดขาดเพราะการประยุกต์ใช้ความเชี่ยวชาญประเภทหนึ่งก็ต้องการระดับความรู้หรือทักษะในประเภทอื่น ๆด้วย ดังนั้นในการเลือกองค์ประกอบของความรู้และทักษะต้องให้น้ำหนักอย่างระมัดระวัง โดยต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของการสอนคำนึงถึงความสามารถของนักเรียน ความสนใจ และข้อจำกัดอื่น ๆ เช่น เวลาและทรัพยากร

2. ความเชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมความรู้ จากแผนภาพที่ 7 กรอบตรงกลางชี้ให้เห็นถึงความเชี่ยวชาญที่ต้องค้นหาในเรื่องของความรู้ ทักษะและเสนอความรู้นี้เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

2.1 การดึงความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ (Knowledge Acquisition) เป็นการพัฒนารูปแบบการใช้ความรู้และขั้นตอนการใช้เหตุผลของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นการยากที่จะนำข้อมูลต่าง ๆ มาพัฒนาให้เหมาะสม ซึ่งบางทีความรู้ความเชี่ยวชาญของผู้เชี่ยวชาญอาจรวบรวมไว้ยังไม่เป็นระบบ บางครั้งไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงต้องทำให้ความรู้เหล่านี้เป็นระบบชัดเจนขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปนักปัญญาประดิษฐ์และนักจิตวิทยาจะใช้การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง การวิเคราะห์โปรโตคอลและการสังเกต

2.2 การวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) นักเทคโนโลยีการศึกษานำการวิเคราะห์ภารกิจมาใช้ในการกำหนดภารกิจ หรือภารกิจย่อยที่จำเป็นในองค์ประกอบความรู้และความสัมพันธ์ทางโครงสร้างของความรู้ เราสามารถนำวิธีการวิเคราะห์ภารกิจมาประยุกต์ใช้ในสาขาปัญญาประดิษฐ์ในการกำหนดพื้นฐานความรู้ ทักษะ และกระบวนการเรียนที่นักเรียนต้องการอย่างเป็นระบบอีกด้วยวิธีการแสดงความรู้ของปัญญาประดิษฐ์ เป็นขั้นตอนทางเทคนิคสำหรับการรวบรวมทักษะและความรู้ใส่ในโครงสร้างข้อมูลของคอมพิวเตอร์ แต่ไม่ใช่เพื่อกำหนดและวิเคราะห์ทักษะย่อยและองค์ประกอบความรู้ การที่เราได้รับความรู้และทักษะจากผู้เชี่ยวชาญเราไม่ได้สิ่งที่จะต้องเป็นความรู้พื้นฐาน ดังนั้นการวิเคราะห์ภารกิจจะช่วยในสิ่งเหล่านี้ได้

การวิเคราะห์ภารกิจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์กระบวนการ (Procedural Analysis) และการวิเคราะห์ลำดับขั้น (Hierarchical Analysis) เราจะใช้การวิเคราะห์กระบวนการในเรื่องเกี่ยวกับทักษะที่ต้องปฏิบัติเป็นลำดับขั้นตอน แต่ละขั้นตอนจะเป็นการปฏิบัติอย่างอิสระและสอนแยกกัน แต่ผลการปฏิบัติในแต่ละขั้นจะเป็นปัจจัยนำเข้าสำหรับการปฏิบัติในขั้นต่อ ๆ ไป ส่วนการวิเคราะห์ลำดับขั้นจะใช้เพื่อกำหนดทักษะพื้นฐาน เรามักใช้การวิเคราะห์ทั้งสองประเภทร่วมกันในกรณีที่ทักษะนั้นมีความสลับซับซ้อน หรือในการแก้ปัญหาทางปัญญา ส่วนใหญ่เรามักไม่ค่อยเห็นความสำคัญของวิธีการวิเคราะห์ภารกิจ มักมีการนำเอาวิธีการต่าง ๆ มาใช้ ซึ่งบางครั้งก็ไม่เหมาะสมในการที่เราจะสามารถสรุปอ้างอิงใด ๆ จะต้องอาศัยกระบวนการที่จะอธิบายองค์ประกอบของโครงสร้างทางปัญญา 4 องค์ประกอบ คือ 1) เป้าหมาย

2) ผู้ปฏิบัติ 3) วิธีการที่จะทำให้บรรลุเป้าหมาย และ 4) การเลือกกฎเพื่อให้วิธีการนั้นประสบกับความสำเร็จ ภารกิจที่จะต้องให้นักเรียนบรรลุ เราจะกำหนดไว้ในเป้าหมาย ส่วนองค์ประกอบของความรู้และยุทธศาสตร์ทางปัญญาที่จะทำให้บรรลุภารกิจ เราจะกำหนดไว้ที่ผู้ปฏิบัติ วิธีการ และการเลือกกฎ

การแสดงความรู้ (Knowledge Representation) การดึงความรู้และการวิเคราะห์ภารกิจ ทำให้เราได้ความรู้ข่าวสารมาเพื่อการแสดงความรู้ ความจริงวิธีการแสดงความรู้ มีอยู่มาก แต่ที่เรานิยมใช้อยู่มีอยู่ 2 วิธี คือ การสร้างกฎ ซึ่งนิยมสร้างขึ้นเพื่อใช้แสดงทักษะปฏิบัติ หรือวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอนในรูปแบบของกฎ IF-THEN และอีกวิธีหนึ่ง คือ การใช้เครือข่ายความหมายคำ ซึ่งนิยมใช้แสดงข้อเท็จจริงที่ผ่านการคิดมีลักษณะเหมือนกับ Nodes และความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงจะเชื่อมโยงในฐานความรู้ ในส่วนของการแสดงความรู้จะทำงานไม่ได้ ถ้าไม่มีกระบวนการอนุมานส่วนใหญ่แล้วเราจะเก็บส่วนการแสดงความรู้แยกต่างหากจากส่วนของการอนุมาน

3. ความเชี่ยวชาญการสอน (Instructional Expertise) ในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ นอกจากจะมีส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับความเชี่ยวชาญในความรู้และวิศวกรรมความรู้ที่จะสอนแล้ว ส่วนสำคัญอีกส่วนก็คือส่วนของความเชี่ยวชาญการสอน

3.1 การจำลองแบบนักเรียน (Student Modeling) การจำลองแบบนักเรียน ส่วนใหญ่แล้วจะมี 2 กระบวนการ คือ การทำแผนภูมิเครือข่ายโครงสร้างความรู้ ซึ่งเป็นขอบเขต ที่นักเรียนมีความรอบรู้หรือมีความตั้งใจที่จะเรียน และอีกกระบวนการหนึ่ง คือ การประยุกต์ใช้ รูปแบบการระลึกได้อย่างง่าย ๆ เป็นการตอบสนองของนักเรียนในปัจจุบันหรือที่ผ่านมา วิธีการเหล่านี้ประกอบด้วยวิธีการ Overlay เป็นการเปรียบเทียบระหว่างการปฏิบัติงานของนักเรียน กับการปฏิบัติของผู้เชี่ยวชาญโดยผ่านทางคอมพิวเตอร์ในภารกิจเดียวกัน วิธีการ Buggy เป็นการแสดงความรู้ที่ถูกต้องของนักเรียนในรูปของกฎและความรู้ที่คลาดเคลื่อนจะแสดงในลักษณะความแปรปรวนของกฎ และวิธีการ Model-Tracing เป็นวิธีการที่ติดตามกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนกับกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญโดยผ่านคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบ Model-Tracing เป็นการประยุกต์วิธีการ Overlay ซึ่งในการปรับปรุงการสอนของแบบจำลองนักเรียนเราจะพิจารณาทั้ง 3 วิธี

การทำแบบจำลองนักเรียน จะต้องทำการวินิจฉัยความต้องการเรียนของ นักเรียนวิธีการ Overlay ก็จะแสดงว่านักเรียนจะต้องเรียนภารกิจอะไรบ้าง และภารกิจอะไรที่ ไม่ต้องเรียน วิธี Buggy จะหาว่าอะไรคือ มโนทัศน์ที่ผิด และหาสาเหตุว่าอะไรที่ทำให้นักเรียนเกิดความคลาดเคลื่อน แต่การที่ค้นหาว่าอะไรที่นักเรียนยังทำไม่ถูกต้อง และนักเรียนมีมโนทัศน์อะไรที่ยังคลาดเคลื่อน ยังไม่ใช่ตัวชี้ว่านักเรียนมีความจำเป็นต้องเรียนรู้สิ่งนั้นเสมอไป เช่น ในการเรียนมโนทัศน์ ถ้านักเรียนแยกประเภทและยกตัวอย่างของมโนทัศน์ A เหมือนกับ B ครูก็จะกำหนดว่านักเรียนจำเป็นต้องเรียนตัวอย่างต่าง ๆ ของมโนทัศน์ A หรือ แยกแยะระหว่าง

I17950958

มโนทัศน์ A และ B เพื่อใช้ในการสรุปอ้างอิง ครูก็จะเลือกวิธีการสอนที่ใช้สอนตามความจำเป็นที่เกิดขึ้น เช่น การยกตัวอย่างให้มากขึ้น และอธิบายมโนทัศน์ A เพิ่มขึ้น จะเรียนรู้การสรุปอ้างอิงและยกตัวอย่างมโนทัศน์ B ให้มากขึ้นกว่าเดิม เพื่ออธิบายเปรียบเทียบระหว่าง A กับ B เป็นการจัดเพื่อการเรียนรู้การแยกแยะ

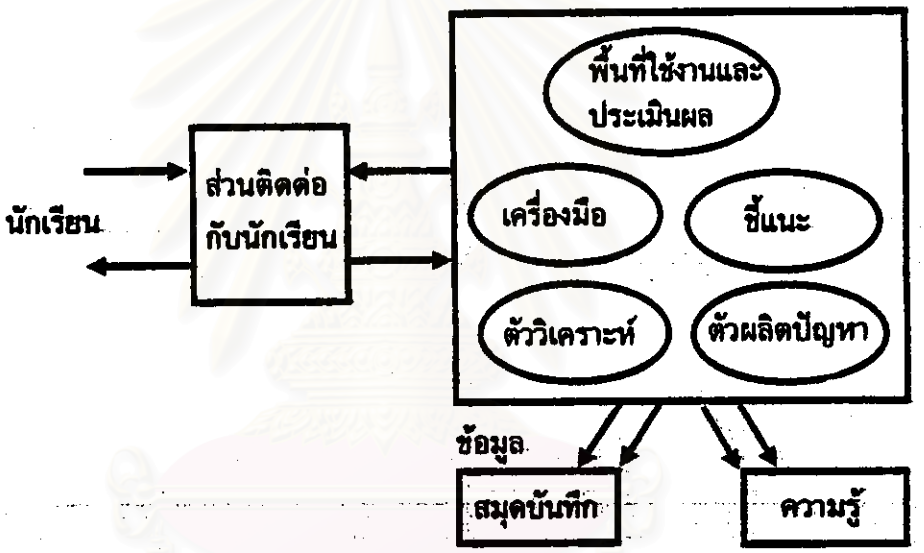
ข้อมูลเกี่ยวกับการจำลองแบบนักเรียน ได้แก่ รูปแบบการปฏิบัติการตอบ คำถามประสบการณ์การเรียนที่ผ่านมา ความยากง่ายของเนื้อหาในสภาพการเรียนรู้ ส่วนมากแล้วรูปแบบในการปฏิบัติงานอย่างเชื่อมั่นของนักเรียนจะไม่แสดงออกมาจนกว่านักเรียนจะทำภารกิจ ที่กำหนดให้ก้าวหน้าไปจนเป็นที่ยอมรับ การถามคำถามระหว่างการปฏิบัติอาจทำให้นักเรียนเขว และใช้เวลาในการเรียนมากขึ้น ซึ่งอาจจำเป็นต้องใช้วิธีการอื่น นักเรียนมีความแตกต่างกันจึงต้องจัดเตรียมข้อมูลที่จะให้ประโยชน์สำหรับทำการอนุมาน เพื่อค้นหาสิ่งที่จำเป็นต้องเรียน และสำหรับจัดการสอนให้ตรงกับความจำเป็นนั้น ตัวอย่างเช่น เมื่อนักเรียนมีรูปแบบการคิดเป็นแบบ Field-Dependent และมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น เขาก็จะไม่สามารถแสดงคำตอบที่ถูกต้องด้วยตัวของเขาเองได้ ดังนั้น ถ้าใช้วิธีการถามคำถามเพื่อให้เขาค้นพบความคลาดเคลื่อนด้วยตัวของนักเรียนเอง ก็อาจไม่สามารถค้นหาคำตอบได้เราอาจจำเป็นต้องใช้การอธิบายเพิ่มซึ่งอาจเป็นประโยชน์มากกว่า ส่วนนักเรียนที่เป็นแบบ Field-Independent ชอบที่จะแสดงออกด้วยคำตอบที่ถูกต้องด้วยตัวของนักเรียนเอง ครูก็ใช้วิธีการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนพบด้วยตนเอง จะเป็นประโยชน์มากกว่าใช้การอธิบาย สิ่งที่ทำให้นักเรียนมีความแตกต่างกันประกอบด้วยกระบวนการพัฒนาทางปัญญา ความสามารถทางสมอง รูปแบบการเรียนและการคิด ความรู้และประสบการณ์ที่เป็นพื้นฐาน ความวิตกกังวล สภาพทางอารมณ์ บุคลิกภาพและแรงจูงใจ บ่อยครั้งที่นักออกแบบไม่ได้คำนึงถึงเรื่องความแตกต่างของนักเรียนในการออกแบบระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ เราใช้ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะในการออกแบบระบบให้เหมาะกับความแตกต่างของนักเรียน

3.2 ยุทธศาสตร์การสอนทบทวน (Tutoring Strategy) ส่วนมากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะใช้เทคนิคการสอนแบบ Socratic ซึ่งจัดเตรียมนักเรียนด้วยคำถามนำเพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ของนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบด้วยตนเองหรือใช้วิธี Coaching เป็นการจัดสภาพแวดล้อมที่จะนำนักเรียนไปสู่กิจกรรม เช่น การใช้เกมคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนต้องการนักเรียนก็จะได้เรียนทักษะจากการเล่นเกม โปรแกรม Seirra เป็นโปรแกรมการสอนทบทวนแสดงขั้นตอนที่เพิ่มขึ้นของการลำดับบทเรียนในแต่ละบทเรียน นักเรียนจะได้รับชุดตัวอย่างซึ่งแนะนำทักษะย่อยเพียงทักษะเดียวเท่านั้น โปรแกรม Quest เป็นโปรแกรมช่วยให้นักเรียนกำหนดรูปแบบการเรียนให้เข้ากับแบบจำลองของสมอง โดยตอนแรกนักเรียนจะต้องเรียนรู้เน้นไปที่การได้มาของแบบจำลองเชิงคุณภาพ (Qualitative Model) เช่น หลักการมโนทัศน์ หลังจากเข้าใจดีแล้วก็จะให้นักเรียนได้แบบจำลองเชิงปริมาณ (Quantitative Model) เช่น สูตรทางคณิตศาสตร์

วิธี Socratic และ Coaching เป็นการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะประยุกต์หลักการเรียนแบบการค้นพบด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะที่มีประสิทธิภาพมาก ๆ จะต้องสามารถนำไปใช้ในหลายรูปแบบ อาจเป็นแบบที่ให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเองบ้างหรือแบบที่ระบบเป็นผู้ริเริ่มบ้าง ดังนั้น ฐานความรู้จำนวนมากจึงเป็นสิ่งจำเป็นจะทำให้การสอนทบทวนมีความยืดหยุ่นมาก

Du Plessis และ คณะ (1995) ได้เสนอแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะไว้ มีลักษณะดังแผนภาพที่ 8

แผนภาพที่ 8 แสดงแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ของ Du Plesis และคณะ



ในแบบจำลองนี้ แต่ละโมดูลจะมีหน้าที่เฉพาะของมันในการปฏิบัติภารกิจอย่างเป็นอิสระ แต่ในทางปฏิบัติอาจจะใช้ 2 โมดูลหรือมากกว่ารวมกันเพื่อทำหน้าที่เหมือนโมดูลเดียว แม้จะเสนอว่าระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะจะมีโมดูลทั้งหลายเหล่านี้ แต่ในทางปฏิบัติอาจจะไม่ต้องมีครบทุกโมดูล อาจจะหายไป 1 โมดูลหรือมากกว่า การปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับระบบนั้นไม่เหมือนกับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเดิม แต่จะเป็นไปโดยที่นักเรียนใช้ความพยายามจะแก้ปัญหา

ความรู้ที่รวมอยู่ในระบบ ได้แก่ ความรู้ที่เกี่ยวกับยุทธศาสตร์การแก้ปัญหา และข้อมูลอยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลและกิจกรรมในส่วนที่ทำหน้าที่เหมือนสมุดบันทึก (Logbook) ฐานข้อมูลจะเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของนักเรียนทุกคนที่ใช้ระบบ ฐานข้อมูลจะถูกสร้างโดยระบบอย่างอัตโนมัติและจะรวบรวมกรณีการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกรณีที่บันทึกอยู่ในสมุดบันทึก

จะบันทึกกิจกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน ลักษณะของปัญหา การวิเคราะห์และวินิจฉัยที่ได้สร้างโดยระบบบนทักษะและยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาของนักเรียน สมุดบันทึกจะบันทึกข้อมูลทั้งหมด

ส่วนของการแก้ปัญหาเริ่มจากเมื่อนักเรียนเข้าสู่ระบบ ระบบจะนำเสนอปัญหาแก่นักเรียน ซึ่งมีสภาพแวดล้อมคล้ายโลกที่เป็นจริง มีปฏิสัมพันธ์อย่างสูงกับผู้ใช้ นักเรียนจะพยายามแก้ปัญหาด้วยการปฏิสัมพันธ์กับวัตถุในโลกที่เหมือนจริง ด้วยการจัดการกับสถานการณ์เหล่านี้ นักเรียนจะได้รับข้อมูลอย่างเพียงพอเพื่อแก้ปัญหา สถานการณ์ที่ถูกนำเสนอขึ้นอยู่กับการแก้ปัญหาของนักเรียน การนำเสนอสถานการณ์จะอยู่ในส่วนของพื้นที่การใช้งาน (Application Area) ส่วนเครื่องมือ (Tools) คือ สิ่งที่ปรากฏบนจอภาพ จะปรากฏขึ้นสำหรับให้นักเรียนใช้ระหว่างการแก้ปัญหา

ระหว่างการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถใช้ส่วนที่ให้ความช่วยเหลือชนิดต่างๆ นักเรียนสามารถให้ระบบแสดงข้อมูลแบบสถิต (Static) ที่เกี่ยวกับปุ่มต่างๆ บนจอภาพได้โดยการคลิกเมาส์ที่ปุ่มเหล่านี้ และนักเรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง (Dynamic) ที่เรียกว่าการแนะนำ ด้วยการคลิกเมาส์บนปุ่มสำหรับให้การแนะนำ นักเรียนสามารถขอคำแนะนำได้ตลอดเวลาเมื่อต้องการ โดยปกตินักเรียนจะขอคำแนะนำเมื่อไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาต่อไปได้ ระบบจะให้คำแนะนำตามการปฏิบัติการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งจัดให้เหมาะสมแก่นักเรียนในเวลานั้น และคำแนะนำที่ให้จะไม่พยายามผลักดันให้นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาวิธีใดวิธีหนึ่งโดยเฉพาะแต่ใช้การบอกใบ้อย่างฉลาด เช่น การให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียน การกระทำทั้งหมดและข้อมูลที่เกิดขึ้นขณะที่นักเรียนแก้ปัญหา จะถูกบันทึกไว้ในสมุดบันทึกและเก็บไว้ในฐานข้อมูล นักเรียนสามารถเรียนจากระบบและจากความผิดพลาดของนักเรียนเอง การวินิจฉัยทำได้โดยการประเมินจากทักษะและยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาของนักเรียน มีการแสดงจุดอ่อน การละเลย และความคลาดเคลื่อนในทักษะและยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาของนักเรียน ข้อมูลของสมุดบันทึกพฤติกรรมจะได้รับการบันทึกบนฐานข้อมูลร่วมกับปัญหาที่ระบบเสนอต่อนักเรียนและการวินิจฉัยนักเรียนแต่ละคนโดยระบบในรูปแบบของรายกรณี (Case) เป็นการจัดเก็บประวัติการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคน ข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลจะใช้ในการเสนอปัญหาโดยตัวผลิตปัญหา (Problem Generator) โดยจะผลิตปัญหาตามระดับทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน นักเรียนจะจบการเรียนส่วนนี้ก็ต่อเมื่อเมื่อนักเรียนแก้ปัญหาได้หรือตัดสินใจออกจากโปรแกรม

3. พัฒนาการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

Carbonell's (1970, cited in Park, Perez, and Seidel, 1987) ได้พัฒนาระบบ SCHOLAR เพื่อการสอนวิชาภูมิศาสตร์อเมริกาใต้ ซึ่งระบบนี้เหมือนเป็นแรงผลักดันสำหรับการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ฐานข้อมูลของระบบ SCHOLAR สลับซับซ้อนแต่เป็นโครงสร้างที่แสดงความหมายได้ดีในรูปแบบของเครือข่ายซ้อเท็จจริง มโนทัศน์และกระบวนการ องค์ประกอบของเครือข่ายนี้ คือ หน่วยของคำและเหตุการณ์ที่แสดงความหมายของข้อมูลในรูปแบบของต้นไม้หลายระดับ (Multilevel Trees) ในระบบ SCHOLAR ใช้รูปแบบ

Socratic ในการสนทนา ระบบสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน และต่อมาจะเสนอคำชี้แนะให้นักเรียนเข้าใจถึงความคลาดเคลื่อนของนักเรียน วิธีการอนุมานการตอบคำถามของนักเรียนและการประเมินคำตอบของนักเรียนเป็นอิสระจากเนื้อหาในเครือข่ายความหมายคำ (Semantic Net) และสามารถนำไปใช้ได้ในเนื้อหาวิชาอื่นๆ

ระบบ SCHOLAR ได้รับการพัฒนาต่อไป โดยโปรแกรม WHY จะสอนทบทวนแก่นักเรียนในเรื่องสาเหตุของฝนตก เป็นกระบวนการทางภูมิศาสตร์ที่ซับซ้อน ซึ่งอาศัยการทำงานขององค์ประกอบในโปรแกรมจำนวนมาก WHY ใช้วิธีการของ Socratic และใช้วิธีการค้นหาความจริงที่อธิบายวิธีการทั้งหมด โดยผู้สอนทบทวนที่เป็นมนุษย์ในการชี้แนะการสนทนาในระหว่างการสอนทบทวน (Steven, Collins and Goldin, 1979)

O'Shea (1979, cited in Park, Perez, and Seidel, 1987) ได้พัฒนาระบบการสอนทบทวน ระบบนี้มีองค์ประกอบหลัก 2 อย่าง คือ 1) โปรแกรมการสอนที่แสดงอยู่ในรูปของกฎการผลิต และ 2) องค์ประกอบการปรับปรุงตนเองของระบบ ซึ่งสร้างการเปลี่ยนแปลงการทดลองในกฎการผลิตของโปรแกรมการสอน ระบบได้รับการออกแบบในการสร้างการทดลองในยุทธศาสตร์การสอนด้วยการเปลี่ยนแปลงกฎการผลิต ข้อมูลจะได้รับการรวบรวมจากผลของการเปลี่ยนแปลง และการปรับเหล่านี้จะนำผลในการปฏิบัติของนักเรียนมาใส่รวมกันอยู่ในชุดของกฎการผลิต โปรแกรมนี้น่าสนใจเพราะระบบสามารถปรับตัวเองได้ แต่ไม่มีผู้ใดศึกษาค้นคว้าต่อ

Brown, Burton and Bell (1975) ได้พัฒนาระบบ SOPHIE ซึ่งพยายามสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ในสภาพแวดล้อมที่นักเรียนได้รับทักษะการแก้ปัญหาจากการตรวจสอบความคิดด้วยตัวของนักเรียนเองมากกว่าได้รับการสอนจากระบบ SOPHIE ใช้แบบจำลองความรู้ร่วมกับวิธีค้นหาความจริงในการตอบคำถามของนักเรียน วิเคราะห์เส้นทางการเรียนในปัจจุบันของนักเรียน และสร้างทางเลือกเส้นทางการเรียนรู้ให้กับนักเรียน SOPHIE ให้นักเรียนเรียนตามลำพังกับระบบซึ่งถือว่าเป็นผู้เชี่ยวชาญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดด้วยตนเองโดยการทดลอง ตรวจหาและขจัดข้อบกพร่องเมื่อจำเป็น หลักการของ SOPHIE ได้ใช้การสร้างแบบจำลองในการวินิจฉัยแบบ Buggy ที่ใช้ในการเรียนทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ชั้นพื้นฐานและในการสร้างแบบจำลองการฝึกฝนโดยใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบค้นพบ

โปรแกรม BUGGY จัดกลไกสำหรับการอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนปฏิบัติผิดพลาด เป็นการชี้แนะความผิดอย่างง่ายๆ ครูสามารถใช้โปรแกรม BUGGY ในการฝึกวินิจฉัยถึงสาเหตุความคลาดเคลื่อนของนักเรียนโดยการแสดงตัวอย่างพฤติกรรมที่ไม่ถูกต้อง

แบบจำลองการฝึกฝนได้พัฒนาขึ้นโดยชี้ให้เห็นถึงวิธีการวินิจฉัยด้วยการอนุมานความเข้าใจผิดของนักเรียนจากการสังเกตพฤติกรรมและกำหนดยุทธศาสตร์การสอนทบทวนแบบต่างๆ อย่างชัดเจน เพื่อชี้แนะผู้สอนทบทวนในการจัดยุทธศาสตร์การสอนทบทวนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม WEST คือ โปรแกรมการฝึกที่ออกแบบเพื่อสอนการคำนวณคณิตศาสตร์ ที่นำเสนอ

ในรูปของเกมคอมพิวเตอร์ (Burton and Brown, 1982, cited in Park, Perez, and Seidel, 1987) โปรแกรมการฝึกอื่นๆ เช่น WUSOR (Goldstein and Carr's, 1977, cited in Park, Perez, and Seidel, 1987) WUSOR ได้รับการออกแบบสนับสนุนความสามารถของนักเรียน ในการสร้างข้อสรุปเชิงตรรกและความน่าจะเป็นจากข้อมูลที่ได้รับจากสภาพการเรียนแบบใช้เกม

ระบบการวินิจฉัยอื่นๆ คือ Leeds Modeling System (LMS) (Sleeman, 1982, cited in Park, Perez, and Seidel, 1987) LMS พยายามที่จะทำนายแบบจำลองพฤติกรรมนักเรียนโดยใช้กฎการผลิต สำหรับกฎ (Rules) และกฎที่ผิด (Mal-Rules) แต่อย่างไรก็ตาม LMS ไม่สามารถสอนซ่อมเสริมได้

Clancey's ได้พัฒนา GUIDON เป็นโปรแกรมสำหรับการสอนการแก้ปัญหา และใช้วินิจฉัยทางการแพทย์ มีความแตกต่างจากระบบ ICAI อื่นๆ ในลักษณะของการสนทนา GUIDON ใช้การสร้างปฏิสัมพันธ์การสอน ซึ่งนำไปสู่การตอบสนองครั้งหลังสุดของนักเรียน การถามคำถามและการตอบคำถามกลับไปกลับมา (เหมือนกับใน SCHOLAR และ WHY) กฎการสอนของ GUIDON จะได้รับการจัดระเบียบในกระบวนการบรรยายและเนื้อหาวิชา (กฎการวินิจฉัยทางการแพทย์) จะได้รับการจัดกลุ่มในลักษณะเป็นลำดับชั้นไปสู่ระบบหนึ่งที่แยกออกมาเรียกว่า MYCIN คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวินิจฉัยและการรักษาการติดเชื้อ (Shortliffe, 1976) ความล้มเหลวของ GUIDON คือ ระบบการสอนที่ให้ความรู้แก่ผู้เรียนซึ่งอยู่ในฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นฐานความรู้ในระบบ ICAI นอกจากว่าต้องปรับปรุงด้วยการเสริมความรู้ระดับอื่นๆ ที่ช่วยอธิบายและจัดระเบียบความรู้ในกระบวนการสอนดังนั้น NEOMYCIN จึงได้รับการพัฒนาโดยออกแบบเพื่อแสดงเนื้อหาวิชาเป็นรุ่นใหม่ของ GUIDONที่สามารถใช้ในการสอนได้อย่างชัดเจน

Matz (1982, cited in Park, Perez, and Seidel, 1987) ระบบนี้ใช้เทคนิค Extrapolation ซึ่งเป็นวิธีการเชื่อมช่องว่างระหว่างกฎที่รู้แล้วกับปัญหาที่ยังไม่คุ้นเคย โดยตรวจสอบว่าอะไรคือสิ่งที่รู้แล้วโดยวิธีการค้นหาหนทางที่จะมองปัญหาที่ไม่คุ้นเคยเป็นเหมือนกับปัญหาที่คุ้นเคย หรือด้วยการปรับปรุงกฎที่รู้แล้ว ซึ่งกฎเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้

Suppes และเพื่อนร่วมงาน (Blaine and Smith, 1977, cited in Park, Perez, and Seidel, 1987; Suppes, 1981) ได้ใช้เทคนิค AI ในการพัฒนาโปรแกรม EXCHECK ซึ่งเป็นโปรแกรมเกี่ยวกับการพิสูจน์ตรวจสอบสามารถเข้าใจความเที่ยงของการพิสูจน์ของนักเรียนได้ โปรแกรมนี้ไม่มีแบบจำลองนักเรียนแต่กระบวนการอนุมานจะอยู่ในโมดูลของความเชี่ยวชาญ ซึ่งจะสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับเหตุผลของนักเรียนและติดตามการแก้ปัญหาของนักเรียน จึงมีการจัดสภาพแวดล้อมแบบปฏิสัมพันธ์เหมือนโปรแกรม SOPHIE

Anderson และ Reiser (1985) ได้พัฒนาระบบคอมพิวเตอร์การสอนทบทวนการเขียนโปรแกรม LISP และสอนเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาโดยใช้พื้นฐานของทฤษฎีแบบจำลองทางปัญญาของมนุษย์ ที่เรียกว่า ACT Theory ซึ่งเป็นทฤษฎีพื้นฐานในการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการจำลองแบบพุทธิปัญญาของพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน แต่อย่างไรก็ตาม ACT ไม่ได้แสดงถึงลักษณะทั่วไปของระบบ ICAI ซึ่งพัฒนาจากการประยุกต์ใช้เทคนิค AI

4. หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะโดยทั่วไปมีขั้นตอนดังนี้

4.1 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

ในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ขั้นแรกต้องกำหนดให้แน่นอนว่าทักษะทางกายและทักษะทางปัญญาอะไรบ้างที่ต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน บ่อยครั้งที่ผู้ออกแบบมักจะผ่านเลยขั้นตอนนี้ไปเพราะคิดเอาเองว่า เรารู้ว่าจุดประสงค์อะไรที่จะให้นักเรียนได้รับจากระบบ การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะให้มีประสิทธิภาพ

Gagne (1985) กล่าวว่า "เราสามารถนิยามการเรียนรู้ว่าเป็นเหมือนกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถของมนุษย์ซึ่งเกิดขึ้นต่อเนื่องในช่วงเวลาหนึ่ง แต่ไม่ใช่เกิดจากกระบวนการเจริญเติบโต" ดังนั้น จึงต้องกำหนดความสามารถที่ผู้ออกแบบปรารถนาให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะพัฒนานักเรียน ผลลัพธ์ทางการเรียนรู้สามารถจำแนกได้ ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills)
2. ความรู้ทางถ้อยคำ (Verbal Information)
3. ยุทธศาสตร์ทางความคิด (Cognitive Strategies)
4. ทักษะทางกาย (Motor Skills)
5. เจตคติ (Attitudes)

ในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะให้มีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องทบทวนผลลัพธ์ทางการเรียนรู้เหล่านี้และเลือกให้แน่นอนว่าทักษะใดที่จะพัฒนานักเรียน ถ้าผู้ออกแบบไม่คำนึงถึงผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ตามที่กล่าวมาแล้ว จะทำให้การกำหนดจุดประสงค์ออกมาในลักษณะรวม ดังนั้นผู้ออกแบบจึงต้องกำหนดให้ชัดเจน เช่น การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะในการสอนทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา Ada ผู้ออกแบบต้องการให้นักเรียนพัฒนาทักษะทางปัญญาในการกำหนดว่าจะใช้ความสามารถของชุดสำเร็จรูปในภาษา Ada ได้อย่างไร หรือผู้ออกแบบต้องการกำหนดให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความรู้ทางถ้อยคำเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมภาษา Ada ก็เช่นเดียวกับความหมายของการพัฒนาทักษะทางปัญญาและทักษะทางกาย จุดประสงค์หนึ่งควรส่งเสริมคือ การพัฒนายุทธศาสตร์ทางปัญญาในตัวนักเรียนที่เรียนจากระบบที่พัฒนาขึ้น โดยใช้ยุทธศาสตร์การแก้ไขข้อบกพร่องตัวอย่างเช่น การได้รับ

ทักษะในการเขียนโปรแกรมภาษา Ada นักเรียนจำเป็นต้องพัฒนาทักษะทางกายในการลงรหัสที่ถูกต้องและเป็นลักษณะของโมดูล และเราต้องการให้นักเรียนมีเจตคติทางบวกต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ดังนั้นนักเรียนต้องใช้มันอย่างต่อเนื่องเพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรม

4.2 กำหนดกลุ่มเป้าหมาย

ก่อนจะออกแบบจะต้องทราบว่าใครคือผู้ใช้ระบบ จึงมีคำถามที่จะต้องหาคำตอบก่อนที่จะออกแบบ เพื่อจะกำหนดกลุ่มเป้าหมายว่าจะเป็นใคร เช่น

1. บุคคลชนิดไหนที่จะใช้ระบบ
2. จะสอนระดับชั้นใด
3. จะสอนเนื้อหาอะไร
4. ความเชี่ยวชาญของผู้ใช้ในเนื้อหานี้คืออะไร
5. ระดับของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องอยู่ในระดับใด
6. ระดับความตั้งใจที่เกี่ยวข้องกับการสอนอยู่ในระดับอะไร

4.3 รวบรวมทรัพยากร

ขั้นนี้เป็นการรวบรวมทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทั้งหมด ผู้ออกแบบต้องไม่ยอมให้การรวบรวมทรัพยากรถูกจำกัดด้วยมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นเมื่อเริ่มแรก ทรัพยากรที่ใช้ในการออกแบบ เช่น หนังสือ วารสารทั่วไป วารสารทางวิชาการ แถบบันทึกเสียง ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วัสดุที่ได้จากการบรรยายและการประชุมปฏิบัติการ ระบบเครือข่ายฐานข้อมูล ฯลฯ ผลจากการค้นหาอย่างกว้างขวางจะเป็นการสะสมจำนวนและความหลากหลายของทรัพยากร ในขั้นนี้เพียงแต่ต้องการให้รวบรวมทรัพยากรให้ได้จำนวนมาก ซึ่งต่อไปเราจะต้องประเมินและคัดออก

4.4 คัดเลือกทรัพยากร

จากทรัพยากรจำนวนมากที่ได้รวบรวมไว้ในขั้นตอนก่อน เราสามารถเริ่มต้นเลือกว่าอะไรจะให้เป็นประโยชน์ตรงกับกลุ่มเป้าหมายและจุดประสงค์การเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายจะเป็นสิ่งที่กำหนดว่าวัสดุอะไรที่เหมาะสมที่สุด สมมติว่าถ้ากลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนศิลปะปีที่ 1 ควรจะเน้นวัสดุประเภทที่ใช้การมองเห็นหรือกราฟิกมากกว่าวัสดุที่เป็นข้อความ

4.5 กำหนดเนื้อหาที่จะสอน

ผลลัพธ์การเรียนรู้และกลุ่มเป้าหมายโดยระบบการสอนทบทวนจะกำหนดระดับความซับซ้อนที่เหมาะสม เช่น ถ้าระบบจะสอนเกี่ยวกับเศรษฐกิจของชาติ และกลุ่มเป้าหมายคือ นักศึกษาวิทยาลัย ชั้นปีที่ 2 ดังนั้นเนื้อหาจะต้องมีความซับซ้อนมากกว่ากลุ่มเป้าหมายที่อยู่ในระดับมัธยมศึกษา

4.6 กำหนดรูปแบบการนำเสนอ

ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเดิม มักมีรูปแบบการนำเสนอ คือ การสอนทบทวน การแก้ปัญหา การฝึกฝนและปฏิบัติ สถานการณ์จำลอง เกม ฯลฯ สำหรับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะอาจจะได้รับการพัฒนาบางรูปแบบที่กล่าวมาแล้ว

Alessi และ Trollip (1985) ได้ระบุถึงเหตุการณ์การสอน 4 ระยะคือ

1. การเสนอเนื้อหา
2. การชี้แนะนักเรียน
3. การลงมือปฏิบัติ
4. การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

ส่วน Ross (1987) ได้เสนอวงจรการปฏิบัติของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะไว้ มีลักษณะดังนี้

1. ระบบเสนอปัญหา
2. นักเรียนตอบสนอง
3. ระบบวิเคราะห์การตอบสนอง โดยใช้ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับปัญหา ความรู้เกี่ยวกับนักเรียนและการปฏิบัติที่ผ่านมาของนักเรียน โดยใช้ความรู้ที่มีในระบบ
4. ระบบต้องการการยืนยันจากการวิเคราะห์ของระบบ โดยการถามนักเรียนซึ่งสิ่งนี้อาจจะแสดงถึงระดับความเข้าใจของนักเรียน
5. ระบบจะตัดสินว่าจะให้ข้อมูลอะไรต่อไป

4.7 กำหนดลำดับขั้นในการสอน

ผู้ออกแบบต้องกำหนดให้แน่นอนว่าในการสอนทบทวนนี้ต้องการให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนอะไร นักเรียนจะเกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง จะใช้วัสดุการสอนอะไรบ้าง จะปรับรูปแบบการสอนอย่างไร ผู้ออกแบบจะต้องเริ่มต้นในขั้นตอนนี้เพื่อกำหนดลำดับขั้นของการสอนเพื่อที่จะนำเสนอต่อนักเรียน

4.8 กำหนดเส้นทางการสอน

ธรรมชาติของการสอนทบทวนอย่างหนึ่งที่ต้องกำหนดไว้ คือ เส้นทางทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่นักเรียนอาจจะผ่านเข้าไปในระบบที่ได้กำหนดไว้ เส้นทางเหล่านี้ประกอบด้วยวัสดุการสอนที่จำเป็น และลำดับขั้นการสอนที่มีประสิทธิภาพที่สุดสำหรับนักเรียนแต่ละคน ถ้าเส้นทางเหล่านี้ได้รับการปรับวัสดุการสอนให้เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคนแล้ว ก็จะเกิดเป็นรูปแบบการสอบทบทวนขึ้น ถ้าเส้นทางการสอนมีจำนวนมากจนไม่สามารถจัดการได้ ก็จำเป็นต้องใช้วิธีการตั้งเกณฑ์ขึ้นมา ซึ่งเกณฑ์นี้จะสัมพันธ์กับนักเรียนในลักษณะต่าง ๆ กัน

4.9 การออกแบบและกำหนดโปรแกรม

โดยทั่วไปในโครงร่างของการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะมักจะกำหนดว่าต้องใช้อุปกรณ์และโปรแกรมอะไร ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาไปมากโดยเฉพาะไมโครคอมพิวเตอร์ ทั้งในด้านหน่วยความจำ ความเร็วในการประมวลผล และราคาถูกลง สามารถที่จะนำมาใช้แทนเครื่องเมนเฟรมหรือเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นในระยะเริ่มต้นได้เป็นอย่างดี จึงเหมาะที่จะพัฒนาขึ้นใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

5. การประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

การประเมินผลเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาแล้วประมวลเป็นข้อสนเทศเพื่อใช้ในการตัดสินใจ การประเมินแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) ประเมินระหว่างดำเนินการ (Formative Evaluation) ใช้ระหว่างการออกแบบและพัฒนาโครงการในระยะต้นและใช้กำหนดทิศทางเพื่อช่วยให้นักพัฒนาได้ปรับปรุงการออกแบบและพฤติกรรมของระบบ 2) ประเมินหลังดำเนินการ (Summative Evaluation) เป็นการประเมินความสมบูรณ์ของระบบและข้อมูลที่มีระเบียบแบบแผนของระบบ (Littman and Soloway, 1988)

การประเมินผลระหว่างดำเนินการ (Formative Evaluation) เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำให้ได้ข้อมูล เพื่อนำมาปรับปรุงการทำงานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ คำถามที่ใช้ คือ ชนิดของข้อมูลหลักและแหล่งข้อมูลนั้นคืออะไร และ ผลที่ได้จากการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมคืออะไร ส่วนการประเมินหลังดำเนินการ ใช้ในการตรวจสอบผลของระบบ ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้การประเมินความสัมพันธ์กับเป้าหมายของระบบคำถามที่ใช้ คือ ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะคืออะไร และวัตถุประสงค์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเป็นไปตามที่กำหนดไว้หรือไม่ การประเมินหลังดำเนินการจะต้องเป็นวิธีการที่เป็นทางการและมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานมากกว่าการประเมินระหว่างดำเนินการ ซึ่งเป็นการประเมินแบบไม่เป็นทางการ

การประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ จะมีหลักการหลาย ๆ อย่างที่มีความสัมพันธ์กับการประเมินผลระบบผู้เชี่ยวชาญ คือ เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนจึงควรเลือกใช้เทคนิคการประเมินผลที่เหมาะสม เทคนิคการประเมินผลที่จะกล่าวถึงมีดังนี้

5.1 การตรวจสอบความถูกต้อง (Proofs of Correctness)

วิธีนี้ใช้ในการตรวจสอบโครงสร้างของโปรแกรมในเรื่องของการพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) และ ความตรง (Validation) ในการตรวจสอบที่เกี่ยวกับการพิสูจน์ให้เห็นจริงนั้น ระบบจะถูกประเมินโดยดูความสอดคล้องกันระหว่างโครงสร้าง พฤติกรรมที่แสดงออกกับลักษณะเฉพาะของระบบ มักใช้คำถามว่า ระบบสามารถทำอะไรได้ตามที่บอกว่าจะทำหรือไม่ ส่วนการตรวจสอบเกี่ยวกับความตรง ระบบจะถูกประเมินโดยพิจารณาว่าพฤติกรรมที่แสดงออกของระบบนั้นเป็นไปตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้หรือไม่ มักใช้คำถามว่า ระบบสามารถทำอะไรตามที่ระบบจะทำหรือไม่ วิธีการนี้ไม่ใช้ในการประเมินคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

5.2 การประเมินแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Based Evaluation)

วิธีการนี้ไม่เหมาะสำหรับการประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ และค่อนข้างยากที่จะพัฒนาเกณฑ์ในการวัดให้เป็นปรนัย จึงเป็นข้อจำกัดสำหรับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ แต่นำไปใช้ได้เหมาะสมกับการพัฒนาในระยะเริ่มต้น ที่ผู้พัฒนาให้ความสนใจกับลักษณะทั่วไปของระบบมากกว่า การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ไม่ว่า

จะเป็นแบบตรวจสอบรายการหรือแบบอัตราส่วนประมาณค่าอาจจะไม่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจริง ๆ ของนักเรียน

5.3 ความรู้และพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญ (Expert Knowledge and Behavior)

เป็นการใช้ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญในการกำหนดมาตรฐานสำหรับการตัดสินโปรแกรม วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ใช้เป็นปกติในการตรวจสอบระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมอย่างผิวเผินในการประเมินผลระหว่างดำเนินการ เหมาะกับการตรวจสอบพฤติกรรมที่คงที่และทำนายได้ แต่ในการประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะมีข้อจำกัดเพราะว่าพฤติกรรมของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะมีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงได้และสิ่งที่เกิดขึ้นอาจจะไม่ใช่สิ่งที่คาดหวังคาดคิดมาก่อน การตรวจสอบเช่นนี้บางครั้งก็นำมาใช้กับการตรวจสอบส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ซึ่งใช้ในการประเมินผลระหว่างดำเนินการ การใช้พฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินระบบ ฐานความรู้อาจใช้เทคนิค Turing Test ซึ่งเป็นเทคนิคใช้สำหรับการเปรียบเทียบพฤติกรรมของมนุษย์กับระบบคอมพิวเตอร์ ถ้าระบบประสบความสำเร็จก็หมายความว่าพฤติกรรมที่เกิดขึ้นไม่แตกต่างจากพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ วิธีนี้อาจใช้ในการประเมินผลทั้งระหว่างดำเนินการและหลังดำเนินการ

5.4 การรับรอง (Certification)

วิธีการที่จะรับรองความเหมาะสมของโปรแกรมได้จะต้องเป็นวิธีการที่พิสูจน์ได้ว่าโปรแกรมนั้นมีความสามารถในการสอนได้พอ ๆ กับความสามารถของครูสอน บางที่อาจจะใช้ครูผู้สอนทำการประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะได้ ซึ่งจะให้ข้อมูลป้อนกลับที่แสดงถึงจุดแข็งและจุดอ่อน (ประเมินผลระหว่างดำเนินการ) และประเมินผลความเหมาะสม (ประเมินผลหลังดำเนินการ) อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ยังมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความเป็นมาตรฐานว่าเหมาะสมเพียงไรที่จะนำมาใช้ในการตัดสินประสิทธิภาพโปรแกรม เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลระบบและประเมินผลองค์ประกอบโดยครูนั้นสามารถพิสูจน์ได้หรือไม่ว่าโปรแกรมการศึกษานั้นมีประสิทธิภาพจริง ปัจจุบันข้อสงสัยนี้ยังไม่ได้รับคำตอบและถ้าเมื่อไรได้รับการพิสูจน์แล้ว วิธีการนี้อาจจะนำไปใช้ในการประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.5 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความไวนี้จะใช้ตรวจสอบองค์ประกอบหรือระบบโดยดูว่าเมื่อให้ข้อมูลที่แตกต่างกันเข้าไปในระบบพฤติกรรมที่ตอบสนองนั้นเป็นอย่างไร การวิเคราะห์ความไวในการตอบสนองของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะต่อนักเรียนที่แตกต่างกันนั้นอาจจะเป็นตัวชี้ว่า ระบบนี้จะต้องปรับปรุงเรื่องความชำนาญในการสอนหรือไม่ (ประเมินผลระหว่างดำเนินการ) ระบบที่มีการตอบสนองที่เหมือน ๆ กันหรือคล้าย ๆ กัน อาจได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญน้อยกว่าระบบที่มีการตอบสนองที่แตกต่างกัน (ประเมินผลหลังดำเนินการ) มาตรการในการใช้ความไวในการตอบสนองของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ว่าจะเหมาะกับ

การประเมินผลทั้งระหว่างดำเนินการและหลังดำเนินการหรือไม่ขึ้นอยู่กับความหมายที่ต้องการ เช่น พฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดมีความแตกต่างแค่ไหนและพฤติกรรมนั้นควรได้รับการกระตุ้นให้เกิดขึ้นเมื่อไร และขึ้นกับมาตรการในการกำหนดความไวในการตอบสนองนั้นมีความแม่นยำเพียงใด และยังขึ้นอยู่กับมาตรการนั้นถูกนำมาเปรียบเทียบได้หรือไม่

5.6 การทดสอบนำร่อง (Pilot Testing)

ถ้าผู้พัฒนาระบบ ICAI สามารถสรุปได้ว่า ในอนาคตผู้ใช้ระบบจะมีระดับของประสบการณ์และความชำนาญที่คล้ายกับผู้พัฒนาระบบด้วยตัวของผู้ใช้เองแล้ว เขาสามารถออกแบบระบบให้เป็นไปตามความต้องการของเขาได้และมั่นใจว่าความต้องการของผู้ใช้ระบบในอนาคตจะต้องเป็นไปตามนั้น อย่างไรก็ตามผู้ใช้ระบบอาจจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของความรู้เกี่ยวกับการสอน เนื้อหาที่สอน และในความสามารถทางปัญญาขั้นพื้นฐาน ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวการตรวจสอบระบบทำโดยการให้กลุ่มประชากรที่เป็นจะผู้ใช้ระบบจริงๆ ได้เป็นผู้ทดลองใช้ระบบเป็นการทดสอบนำร่อง ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลระหว่างดำเนินการ และการทดสอบนำร่องก็ถือว่าเป็นการประเมินผลหลังดำเนินการเพื่อดูว่าผลที่ได้รับเป็นไปตามที่คาดไว้หรือไม่

การทดสอบนำร่องมี 3 รูปแบบ คือ 1) การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง 2) ทดสอบแบบกลุ่มเล็ก และ3) ทดสอบแบบภาคสนาม (Field Testing)

การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ผู้ตรวจสอบต้องรวบรวมรายละเอียดที่ได้จากการสังเกตว่านักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับการสอนโดยระบบอย่างไรบ้าง ผู้ตรวจสอบสามารถสังเกตความสามารถของนักเรียนระบุถึงพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น สามารถตรวจสอบคำสั่ง คำถามและข้อมูลที่ไม่ชัดเจนและสามารถสังเกตเห็นลักษณะของสถานการณ์การสอนที่ไม่ได้คาดคิดมาก่อน การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่งนี้ปกติจะใช้ในขั้นแรกๆ ของการพัฒนาโปรแกรม ทั้งนี้เพื่อจะแก้ปัญหาความไม่เหมาะสมของระบบในเบื้องต้น

การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก จะถูกนำมาใช้ในขั้นต่อมาซึ่งเป็นขั้นของการพัฒนากระบวนการทำงานเมื่อรูปแบบของโปรแกรมและเนื้อหาเริ่มมีความคงที่ นักเรียนกลุ่มเล็กๆ ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรเป้าหมาย จะได้รับคำถามก่อนและหลังจากการใช้ระบบเพื่อที่จะประเมินความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้เรียนไป ข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในเนื้อหาหรือโปรแกรมหรือไม่เพียงไร

การทดสอบภาคสนาม ใช้ในการตรวจสอบระบบในสถานการณ์การเรียนการสอนที่เป็นจริงที่มีทั้งครูและนักเรียน วิธีการนี้ใช้ค้นหาปัญหาที่จะเกิดขึ้นเมื่อได้นำโปรแกรมไปใช้ในการสอนโดยดูว่านักเรียนจะแสดงพฤติกรรมที่คาดคิดและผลของการเรียนรู้ที่คาดหวังไว้หรือไม่ วิธีการทดสอบภาคสนามนี้ยังช่วยให้ผู้ตรวจสอบได้ขยายจุดสำคัญของการประเมินผลและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า ความเร็วใน

การตอบสนองของผลที่เกิดขึ้นโดยไม่คาดคิดมาก่อนไม่ว่าจะเป็นด้านบวกหรือด้านลบ สามารถที่ป้องกันการสรุปที่ผิดพลาดได้ และยังมีผลต่อการค้นพบที่สำคัญเกี่ยวกับการเรียนการสอนได้

5.7 การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research)

วิธีการนี้ใช้ทั่วไปในวงการศึกษาและจิตวิทยา เหมาะที่จะใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ เพราะว่าใช้การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนและผลการเรียนของนักเรียน และสามารถสร้างความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญซึ่งเป็นการวัดเชิงปริมาณได้ด้วย การวิจัยเชิงทดลองมักใช้ในการวิจัยแบบสรุปรวม (Summative Research) แต่ไม่ค่อยใช้ในการประเมินผลระหว่างดำเนินการ การประเมินผลจะตอบคำถามซึ่งเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ (Mark and Greer, 1993)

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะที่พบโดยทั่วไปส่วนใหญ่แล้วผู้ที่ทำการวิจัยมักใช้คำว่า "ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System)" แทนคำว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ" ซึ่งสามารถใช้เรียกแทนกันได้เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเป็นลักษณะหนึ่งของการประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการสอน ในลักษณะของการสอนทบทวนแบบอัจฉริยะ

Jacobson (1990) ได้ศึกษาผลการตอบสนองของนักเรียนที่มีต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะแนะนำการทำแบบฝึกหัดวิชาพีชคณิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 59 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 31 คน ใช้วิธีการสอนปกติในห้องเรียน และกลุ่มทดลอง 28 คน ประกอบด้วยนักเรียนเกรด 10 เกรด 11 และเกรด 12 ใช้วิธีการสอนปกติเช่นกัน แต่ระบบจะให้คำแนะนำในช่วงการทำแบบฝึกหัด พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ชอบการขอคำแนะนำจากระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะมากกว่าการใช้ตำราและยังพบว่าครึ่งหนึ่งของนักเรียนในกลุ่มทดลองชอบขอคำแนะนำจากระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะมากกว่าผู้สอนในห้องเรียน นักเรียนเกรดสูงใช้ระบบมากกว่านักเรียนเกรดต่ำ

Mixon (1990) ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีความตรงในการช่วยเหลือนักเรียนพยาบาลให้สามารถวินิจฉัยด้านการพยาบาลที่ถูกต้องอย่างรวดเร็ว และมีความเที่ยง พัฒนาโดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และใช้หลักการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้แบบจำลองกระบวนการคิดของมนุษย์ ผลปรากฏว่าระบบผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวกับการพยาบาลที่สร้างขึ้นได้รับการพัฒนาสามารถถอดแบบการปฏิบัติของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นพยาบาลได้เป็นอย่างดี และเมื่อนำระบบไปใช้กับนักเรียนพยาบาลระบบจะช่วยปรับปรุงความสามารถในการวินิจฉัยของนักเรียนพยาบาล และเป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่สามารถให้คำแนะนำตามความสนใจของ

นักเรียนและสามารถช่วยแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน ช่วยนักเรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์และจัดรวบรวมอย่างเป็นระบบ

Elieson (1991) ได้ทำการวิจัยเพื่อต้องการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่สามารถวินิจฉัยทางการแพทย์ในขอบเขตปัญหาที่กำหนดได้ และช่วยในการฝึกอบรมนักเรียนแพทย์ให้สามารถหยั่งรู้ในการวินิจฉัยโรค โดยกำหนดว่าเมื่อกำหนดเมตริกของเชื้อโรคและอาการของโรคที่แสดงออกให้ ระบบที่พัฒนาขึ้นต้องสามารถวินิจฉัยอย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ และถ้านำแบบจำลองการวินิจฉัยไปใช้กับนักเรียนแพทย์จะต้องสามารถปรับปรุงทักษะการวินิจฉัยของนักเรียนแพทย์ได้ ผลการวิจัยพบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการพัฒนาสามารถวินิจฉัยปัญหาด้วยความแม่นยำถึง 94-95% จึงถือว่าระบบสามารถปฏิบัติการวินิจฉัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนักเรียนแพทย์ที่ได้รับการแสดงให้เห็นถึงการหยั่งรู้ของระบบสามารถปรับปรุงทักษะในการวินิจฉัยให้สามารถวินิจฉัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและแน่นอน

Chuang (1991) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการสอนวิธีการซ่อมโทรทัศน์ โดยใช้ฐานความรู้ในลักษณะของกฎการผลิตในการแก้ปัญหา ภายในฐานความรู้ได้รวบรวมกฎการตัดสินใจ กรอบของช้อบกพร่อง และกรอบของหน่วยการเรียน การทดลองเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของแม่แบบของระบบการสอน ดำเนินการโดยใช้นักเรียน 36 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองเรียนซ่อมโทรทัศน์จากระบบผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้เครื่องมือแบบเดิม พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมโทรทัศน์ก็แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน สรุปได้ว่า การสอนวิธีการซ่อมโทรทัศน์โดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนแบบเดิม

Dorin (1991) ได้ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาการเขียนจุดประสงค์การสอนตามแบบจำลองของ Gagne และ Mager เพื่อช่วยนักพัฒนาการสอนในการเขียนจุดประสงค์การสอน ระบบผู้เชี่ยวชาญจะต้องได้รับการประเมินทั้งระหว่างดำเนินการ (Formative Evaluation) เพื่อค้นหาความคลาดเคลื่อนทางเหตุผลและปัญหาเกี่ยวกับความสุนทรีย์ โดยสัมภาษณ์นักศึกษา 8 คนและผู้เชี่ยวชาญ 2 คน ที่ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญและประเมินผลหลังดำเนินการสร้าง (Summative Evaluation) โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบสื่อ ให้เรียนจากระบบผู้เชี่ยวชาญจากนั้นทดสอบโดยการให้เขียนจุดประสงค์การสอน แล้วใช้วิธีการสัมภาษณ์ด้วยคำถามต่างๆ พบว่านักศึกษาที่ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญจะไม่ใช้เวลาในการเรียนเพิ่มขึ้น นักศึกษาได้ชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นเครื่องมือในการสอนได้ดีกว่าใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างจุดประสงค์การสอน

Al-Kadurie (1992) ได้ศึกษาการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเกี่ยวกับทักษะทางคณิตศาสตร์ด้วยการออกแบบระบบ PCMATH ซึ่งเป็นระบบที่สามารถวินิจฉัยความคลาดเคลื่อนของนักเรียนและทำการสอนซ่อมเสริม ระบบนี้ประกอบด้วยระบบการสอน 4 ประเภท คือ การสอนแบบบรรยาย การให้ความช่วยเหลือ การทดสอบ และการสอนซ่อมเสริม ระบบ PCMATH ช่วยเหลือครูในการค้นหาจุดอ่อนทักษะการคำนวณของนักเรียน ระบบได้รับการออกแบบให้ช่วยและสนับสนุนครู โดยชี้แนะว่าเนื้อหาอะไรที่นักเรียนต้องการความช่วยเหลือ ช่วยครูให้หยั่งรู้ถึงกระบวนการทางปัญญาด้านการคิดคำนวณของนักเรียน ระบบ PCMATH ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้สามารถค้นหาเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้โดยอิสระ สามารถวินิจฉัยการปฏิบัติของนักเรียนและพยายามเข้าใจการคิดคำนวณที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นที่ระบบจะต้องใช้ นอกจากนี้ระบบ PCMATH ยังใช้กราฟิกขั้นสูงในการปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนและใช้เทคนิคภาพเคลื่อนไหวของภาษาเทอร์โบโปรล็อก ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจและยอมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ได้โดยง่ายกับระบบ สรุปว่านักเรียนจะเรียนได้ดีที่สุดเมื่อโปรแกรมเป็นส่วนหนึ่งของสภาพแวดล้อมการเรียนของมนุษย์

Garzella (1992) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ เรียกว่า ระบบ CAPER และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ CAPER กับประสิทธิภาพของครูในการวินิจฉัยความบกพร่องในการอ่านของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ (Learning Disability) และกำหนดวิธีการสอนทบทวน กลุ่มตัวอย่างเป็นครูที่สอนนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ระดับประถมศึกษา โดยกลุ่มทดลองใช้ระบบ CAPER ขณะที่กลุ่มควบคุมใช้การวินิจฉัยและการสอนทบทวนเกี่ยวกับปัญหาการอ่านแบบเดิม ผลปรากฏว่า 1) กลุ่มทดลองมีทักษะในการแยกแยะคำสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2) ครูที่ใช้ระบบ CAPER ส่วนใหญ่มีความรู้สึกที่ดีต่อเด็กที่มีปัญหาในการอ่าน 3) ระบบ CAPER ช่วยครูในการชี้แนะเกี่ยวกับการจัดกลุ่มนักเรียนและการแก้ปัญหานักเรียนที่มีปัญหาด้านการอ่าน

Kemph (1992) ได้ทำการวิจัยเพื่อประเมินผลการฝึกอบรมการแก้ปัญหาโดยวิธีสืบเสาะโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้วิธี Socratic โดยการส่งโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการฝึกอบรมแบบสืบเสาะไปให้นักศึกษาเทคนิคจำนวน 200 คน จากนั้นวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้การสืบเสาะของนักศึกษา พบว่า ผลการฝึกอบรมการแก้ปัญหาโดยวิธีสืบเสาะโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญมีความเป็นไปได้ที่จะวินิจฉัยแยกนักเรียนที่ขาดทักษะการแก้ปัญหาและสอนทบทวนเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาให้ และพบว่าการใช้คำถามทำให้เกิดโครงสร้างความรู้ที่ใช้ในการสืบเสาะและแก้ปัญหา

Nagata (1992) ได้พัฒนาระบบ NIHONGO ซึ่งเป็นระบบการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนภาษา ระบบช่วยอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนและให้

ข้อมูลป้อนกลับ สามารถวิเคราะห์การตอบสนองของนักเรียนเรื่องเกี่ยวกับ รูปประโยค การผันคำในภาษาญี่ปุ่น และจัดให้ข้อมูลป้อนกลับในรูปแบบการอธิบายความคลาดเคลื่อนในลักษณะของไวยากรณ์ และบทบาทของประโยค การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนภาษาโดยเปรียบเทียบระหว่างระบบ NIHONGO กับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนภาษาแบบเดิม ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพอใจระหว่างการใช้ระบบทั้งสองแตกต่างกันและพบว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบเดิมดีเท่ากับการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอัจฉริยะในการช่วยเหลือให้นักเรียนมีความถูกต้องในความคลาดเคลื่อนระดับคำ เช่น ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับคำศัพท์ คำเชื่อม ฯลฯ ขณะที่การให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอัจฉริยะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและมีความถูกต้องในระดับประโยค

Schmidt (1992) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางด้านเพศ ระดับความรู้ ความเข้าใจและเจตคติ กับความรอบรู้เกี่ยวกับคำศัพท์และมโนทัศน์ การพัฒนาทักษะการทำนาย ความถี่ของตัวแปรที่จัดกระทำในการทดลองใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ และความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการจัดกระทำในการทดลองใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 83 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป พบว่าเพศ ระดับความรู้ ความเข้าใจ และเจตคติไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามที่ได้ศึกษาทั้งหมด และพบว่าโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาของนักเรียน

จากรายงานการวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะต่าง ๆที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะด้านต่าง ๆ สูงกว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเดิมหรือวิธีการสอนแบบเดิม

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะสามารถวินิจฉัยความคลาดเคลื่อนในการเรียนของนักเรียนและจัดการสอนทบทวนอย่างเหมาะสม ให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้สำเร็จลุล่วง

3. ครูและนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะสามารถนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนได้ในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ และใช้ได้ในทุกระดับชั้นเรียน

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะช่วยให้นักเรียนใช้เวลาเรียนน้อยลง

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะช่วยให้ครูเข้าใจกระบวนการทางปัญญาของนักเรียน

7. เพศ ระดับความรู้ ความเข้าใจและเจตคติ ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามต่าง ๆ ในขณะที่ทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบการสอนรายบุคคล

การออกแบบการสอนรายบุคคลเป็นกระบวนการวิเคราะห์ และสังเคราะห์งานการสอนรายบุคคลอย่างจงใจ (Deliberate process) โดยเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ปัญหาการสอนรายบุคคลและจบลงด้วยการได้แผนการสอนรายบุคคลเชิงปฏิบัติ

1. ลักษณะและคุณสมบัติของสื่อการสอนรายบุคคล

1.1 สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนในกระบวนการสอนรายบุคคลได้ เช่น สามารถป้อนกลับหรือข้ามไปเรียนเนื้อหาที่ต้องการได้ทันที อาจจะเลือกเรียนเนื้อหาที่แตกต่างกันได้

1.2 มีความสะดวกสำหรับใช้เรียนคนเดียว โดยมีลักษณะดังนี้

1.2.1 วิธีการใช้ง่าย ไม่ยุ่งยากหรือซับซ้อนเกินความสามารถของผู้เรียน

1.2.2 ขนาดพอเหมาะสำหรับการเรียนคนเดียว กระทัดรัด และสะดวกแก่การนำไปเรียนคนเดียว

1.2.3 มีความยืดหยุ่นในเรื่องเวลาที่ใช้เรียน ผู้เรียนสามารถใช้ในเวลาใดและนานเท่าใดก็ได้

1.3 ก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนรายบุคคลอย่างสูง สามารถตอบสนอง โต้ตอบ บอกผลการตอบสนองแก่ผู้เรียนได้ทันที

1.4 มีความสมบูรณ์แบบเสร็จในตัวเอง ตั้งแต่ต้นจนจบในการสอนเนื้อหาหนึ่ง ๆ

1.5 มีความปลอดภัยสูง เมื่อผู้เรียนต้องการเรียนคนเดียว

นอกจากนี้ Diamond และคณะ (1975 อ้างถึงใน วชิราพร อัจฉริยโกศล, 2537) ได้ให้แนวคิดและคำอธิบายเพิ่มเติม โดยกล่าวถึงโปรแกรมการสอนรายบุคคลจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ 6 องค์ประกอบด้วยกัน คือ

1. การยืดหยุ่นในเรื่องของเวลา ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยอัตราช้า-เร็วได้ตามระดับความสามารถของตนเองเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนที่ตั้งไว้

2. การวินิจฉัย การเรียนซ่อมเสริม และการยกเว้น กล่าวคือ การวินิจฉัยก่อนเรียนทำให้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานพอและสามารถที่จะเรียนรู้สิ่งที่กำลังจะเรียนได้หรือไม่ หรือถ้าผู้เรียนมีความรู้ในสิ่งที่จะเรียนครบถ้วนก็ให้เรียนในบทเรียนอื่นต่อไป การวินิจฉัยหลังเรียนทำให้รู้ว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าขาดส่วนใดก็จำเป็นต้องเรียนซ่อมเสริม การวินิจฉัยรวมไปถึงการวินิจฉัยความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน การวินิจฉัย เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับโปรแกรมการสอนรายบุคคล ที่ต้องมีกิจกรรมการวินิจฉัยเพื่อการเรียนซ่อมเสริมและการยกเว้น

3. มีอิสระในการเลือกเนื้อหา เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนเลือกศึกษาในเรื่องที่ตนสนใจ เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความสนใจแตกต่างกัน

4. การมีอิสระในการประเมินผลการเรียน ควรให้ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกวิธีการวัดผล เวลาในการประเมินผลควรยืดหยุ่นและสนองความต้องการของผู้เรียน การประเมินผลควรกระทำตลอดในขณะที่กำลังศึกษาบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนได้รู้ความก้าวหน้าในการเรียนของตน

5. การมีอิสระในการเลือกสถานที่เรียน ซึ่งไม่จำเป็นต้องเรียนในห้องอย่างเดียว อาจนำบทเรียนไปเรียนในที่ใดก็ได้

6. การมีอิสระในการเลือกรูปแบบการเรียน ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน จึงจำเป็นที่จะต้องให้โอกาสผู้เรียนแต่ละคน ได้เลือกรูปแบบการเรียนที่ตนเห็นว่าจะเป็นประโยชน์ในการเรียนของตน

2. กระบวนการสอนรายบุคคล

การสอนรายบุคคลเป็นระบบการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเรียนกับโปรแกรมการสอนตั้งแต่ต้นจนจบบทเรียน ดังนั้นเพื่อประกันความสำเร็จในการเรียน การสอนรายบุคคลจึงต้องเป็นกระบวนการสอนที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนและประสบความสำเร็จในการเรียนทีละขั้นตั้งแต่ต้นจนจบ การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน หมายถึง วงจรการเสนอคำถามต่อผู้เรียน รับการตอบสนองจากผู้เรียน โปรแกรมต้องประเมินผลการตอบสนองจากผู้เรียน และจัดให้มีการบอกผลการตอบสนองด้วยความต้องการให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน จึงกำหนดให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยตลอด ซึ่งทำให้ผู้เรียนกระฉับกระเฉง (Active Learner) มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนโดยตลอด เป็นการประกันความมั่นใจว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างถูกต้องหรือสำเร็จในการเรียนทีละขั้น ดังนั้นโปรแกรมการสอนรายบุคคลจึงถูกแบ่งออกเพื่อการเสนอเนื้อหาต่อผู้เรียนทีละขั้นตอนสั้น ๆ ด้วยความสำคัญแห่งนัยนี้กระบวนการสอนรายบุคคลในแต่ละขั้นของการนำเสนอเนื้อหาจึงประกอบด้วยองค์ประกอบ ดังนี้

2.1 การเสนอเนื้อหา

เสนอเนื้อหาครั้งละ 1 ความคิด อาจจะเสนอในลักษณะของตัวอักษร ภาพ เสียง กลิ่น รส สัมผัส ตามความเหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหา ควรหลีกเลี่ยงการเสนอเนื้อหาครั้งละมาก ๆ โดยไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนโดยการตอบสนองหรือตอบคำถาม

2.2 การกำหนดให้ผู้เรียนมีการตอบสนอง

เป็นการตอบสนองต่อเนื้อหา โปรแกรมการสอนรายบุคคลอาจกำหนดให้มีการตอบสนองได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับเนื้อหาของบทเรียน ควรเป็นการตอบสนองที่สั้นกระชับ และมีความหมาย โดยทั่วไปนิยมใช้คำถาม ลักษณะคำถามที่ช่วยให้โปรแกรมการสอนรายบุคคลได้ประโยชน์สูงนั้น พบว่าต้องเป็นคำถามที่เป็นเนื้อหาชัดเจน เป็นคำถามที่มีความหมาย

และเหมาะสม ลักษณะของคำถามที่ไม่ควรใช้ในโปรแกรมการสอนรายบุคคล คือ 1) ไม่ใช้คำถามที่ต้องการเพียงให้ผู้เรียนลอกคำตอบจากเนื้อหาในส่วนที่เป็นบทเรียน 2) ไม่ใช้คำถามที่ให้ผู้เรียนตอบโดยต่อคำ 3) ไม่ใช้คำถามที่ให้ผู้เรียนแสดงความคิดหรือบรรยายที่ยากแก่การตรวจสอบความถูกต้อง ในเรื่องของการตั้งคำถามเพื่อกำหนดให้ผู้เรียนตอบสนอง สิ่งที่ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงคือ มีการบอกชี้แนะ (Prompt) ให้ตอบสนองโดยแสดง ก) ตำแหน่งที่ผู้เรียนต้องตอบสนอง ข) กำหนดรูปแบบของการตอบสนอง ประโยชน์ของการใช้คำถามในโปรแกรมการสอนรายบุคคลนั้นนอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง และเป็นประกันความมั่นใจว่าผู้เรียนผ่านการเรียนอย่างถูกต้องแล้ว คำถามทำให้ ผู้เรียนมีโอกาสตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียน คำถามช่วยชี้จุดหรือประเด็นสำคัญ ๆ ของ เนื้อหาที่เรียน และคำถามมีส่วนจูงใจผู้เรียนให้เรียนต่อไป การใช้คำถามบ่อย ๆ จะก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนสูง

2.3 การบอกผลการตอบสนอง (Feedback)

เป็นการประเมินผลการตอบสนองของผู้เรียนและบอกให้ผู้เรียนทราบ เทคนิควิธีการบอกผลการตอบสนองมีหลายวิธี เช่น

2.3.1 การบอกผลการตอบสนองโดยการเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง แล้วให้ผู้เรียนเทียบคำตอบของตนกับคำเฉลยที่ให้

2.3.2 การบอกผลการตอบสนองที่มีรายละเอียดมิใช่เพียงการให้คำเฉลยอย่างเดียว การบอกผลการตอบสนองของผู้เรียนลักษณะนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.3.2.1 การบอกผลการตอบสนองที่ถูก การประเมินการตอบสนองควรกระทำตามความหมายในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนไป ไม่ควรถือเอาข้อผิดพลาดในเรื่องของรูปแบบ

2.3.2.2 การบอกผลการตอบสนองที่ผิดแบบคาดสาเหตุได้ โปรแกรมการสอนรายบุคคลจำเป็นต้องจัดให้มีการบอกผลการตอบสนองแบบต่าง ๆ ตามสาเหตุที่น่าจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้ ซึ่งจะนำไปสู่ประสบการณ์การเรียนรู้ลักษณะต่าง ๆ ที่โปรแกรมการสอนจัดให้ การบอกผลการตอบสนองพร้อมกับการให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขจะช่วยขจัดความเข้าใจผิด แก้ไขความเข้าใจให้ถูกต้องและช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ดีขึ้น เช่น ถ้าตอบสนองผิดเพราะไม่เข้าใจโปรแกรมก็จะจัดให้มีคำอธิบายให้เข้าใจ แต่ถ้าผิดเพราะเลินเล่ออาจจะเปิดโอกาสให้ลองทำใหม่ การบอกผลการตอบสนองที่ผิดแบบคาดสาเหตุได้อาจบอกได้ในลักษณะต่อไปนี้

2.3.2.2.1 การบอกผลการตอบสนองเชิงการยืนยัน (Confirmational Feedback) เพื่อยืนยันการตอบสนองของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด ใช้ได้ทันทีเมื่อผู้เรียนตอบสนอง

2.3.2.2.2 การบอกผลการตอบสนองเชิงการสร้างแรงจูงใจ (Motivational Feedback) เป็นการบอกผลการตอบสนองที่มีการให้ความเห็นร่วมด้วย

ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดมีอารมณ์จากการศึกษาพบว่าการบอกผลการตอบสนองเชิงสร้างแรงจูงใจทางบวก มีแนวโน้มทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ แต่ถ้าเป็นทางลบจะทำให้ผู้เรียนเกิดการท้อแท้ การบอกผลการตอบสนองเชิงการสร้างแรงจูงใจไม่จำเป็นต้องให้ทุกครั้งที่ผู้เรียนตอบสนอง

2.3.2.2.3 การบอกผลการตอบสนองเชิงการสอน (Instructional Feedback) เป็นการบอกผลการตอบสนองเพื่อแก้ข้อผิดพลาดหรือแก้ไขซ่อมเสริม โดยการให้คำอธิบายหรือให้การชี้แนะเพื่อแก้ไขสิ่งที่ผิด

2.3.2.3 การบอกคำตอบแบบผิดคาดสาเหตุไม่ได้ โปรแกรมการสอนจะให้โอกาสแก่ผู้เรียนมีการตอบสนอง 2-3 ครั้ง เพื่อให้ได้การตอบสนองที่ถูก

2.4 การเสริมแรง (Reinforcement)

มี 2 ลักษณะคือ การเสริมแรงบวก และการเสริมแรงลบ ในกรณีผู้เรียนตอบสนองถูกต้อง การบอกผลการตอบสนองจะช่วยสร้างการเสริมแรงบวกให้แก่ผู้เรียน ในทางตรงกันข้ามถ้าผู้เรียนตอบสนองผิด การบอกผลการตอบสนองของผู้เรียนว่าผิดแล้วให้ผู้เรียนทำซ้ำ หรือมีคำอธิบายชี้แจงเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขหรือขจัดความเข้าใจผิด เกิดการเรียนรู้ที่ถูกต้องเป็นการเสริมแรงทางลบ

2.5 การชี้ทิศทางการเรียน (Direction)

โปรแกรมการสอนรายบุคคลควรต้องบอกแนวทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนไว้อย่างชัดเจน ทั้งนี้เพื่อสนองความแตกต่างรายบุคคลของผู้เรียนแต่ละคนให้ก้าวไปทีละขั้นตามความสามารถ

3. วิธีการออกแบบการสอนรายบุคคล

การออกแบบการสอนรายบุคคลแบ่งออกได้เป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ 3 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ผู้ออกแบบต้องทำการวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้าต่าง ๆ เป็นการเตรียมการออกแบบการสอนรายบุคคล

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design) ผู้ออกแบบจะทำการออกแบบการสอนรายบุคคลให้สอดคล้องกับปัจจัยที่วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 1 ดังนั้นในขั้นนี้จะเป็นเรื่องของขั้นตอนการออกแบบการสอนรายบุคคล

ขั้นที่ 3 การประเมินผล (Evaluation) ผู้ออกแบบจะนำแม่แบบที่ออกแบบไว้ไปประเมินผลและทดสอบประสิทธิภาพ ผลการประเมินอาจนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขแม่แบบเพื่อให้แบบการสอนรายบุคคลนั้นมีประสิทธิภาพและคุณภาพสูงตามเกณฑ์ที่ต้องการ ในขั้นนี้จึงเป็นขั้นของการประเมินผลและการทดสอบ

สำหรับรายละเอียดของการทำงานในแต่ละขั้นจึงสามารถแบ่งได้ 3 หัวข้อ คือ การเตรียมการออกแบบการสอนรายบุคคล ขั้นตอนการออกแบบการสอนรายบุคคล และการประเมินผลและการทดสอบ ดังต่อไปนี้

1. การเตรียมการออกแบบการสอนรายบุคคล

หมายถึง การวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือที่เรียกว่าปัจจัยนำเข้า (Input) อันได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) การวิเคราะห์ผู้เรียน (Learner Analysis) การวิเคราะห์เนื้อหาและงานการเรียน (Content Analysis) และการวิเคราะห์ข้อจำกัดและการจัดการ (Constraints and Management) ดูแผนภาพที่ 9 แสดงแผนภูมิการวิเคราะห์ปัจจัยที่สำคัญ ๆ ก่อนการออกแบบเป็นการเตรียมข้อมูลเบื้องต้นให้ชัดเจน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบ การวิเคราะห์แต่ละปัจจัยเหล่านี้เป็นอิสระแก่กัน จะวิเคราะห์ปัจจัยใดก่อนก็ได้

แผนภาพที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้าต่าง ๆ

การวิเคราะห์ (Analysis)	(1) ปัญหา	(2) ผู้เรียน	(3) เนื้อหา	(4) ข้อจำกัดและการจัดการ

การวิเคราะห์ปัจจัยหลักต่าง ๆ มีรายละเอียด ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) ปัญหา (หรือความต้องการ) เป็นปัจจัยแรกที่ผู้ออกแบบการเรียนการสอนจำเป็นต้องรู้ก่อนว่าเกิดปัญหาอะไรขึ้น ปัญหานั้นมาจากไหนมีผลอะไรจากปัญหานั้น การที่จะใช้การสอนเพื่อการแก้ปัญหานั้น ผู้ออกแบบจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบที่มีความเป็นปรนัย (Objective) ผลการวิเคราะห์จะช่วยชี้ถึงแนวทางการแก้ปัญหาด้วยการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพได้

2. การวิเคราะห์ผู้เรียน (Learner Analysis) ผู้เรียนเป็นบุคคลที่มีลักษณะต่างกันลักษณะบางลักษณะเอื้อ ขณะที่บางลักษณะขัดต่อการเรียนรู้ในเรื่องเฉพาะต่าง ๆ ผู้ออกแบบการสอนจึงจำเป็นที่จะต้องอาศัยข้อมูลนี้เป็นพื้นฐาน นักออกแบบจะต้องเลือกแบบการสอนที่สามารถอำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้น ผู้ออกแบบการสอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความรู้จักลักษณะผู้เรียนก่อน

ลักษณะของผู้เรียนที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. ลักษณะกายภาพ เป็นลักษณะที่ปรากฏชัดเจน เช่น เพศ น้ำหนัก อายุความแข็งแรงทางร่างกาย ความไวของประสาทการรับรู้ การเคลื่อนไหว เป็นต้น

2. ลักษณะหรือภูมิหลังทางการศึกษา เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับความรู้ ทักษะ ระดับการศึกษา ความรู้ทางวิชาการเฉพาะ ความชำนาญการ เป็นต้น

3. ลักษณะหรือภูมิหลังทางฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม เช่น ฐานะทางสังคมอาชีพ วัฒนธรรมความเป็นอยู่ เป็นต้น

4. ลักษณะหรือภูมิหลังทางจิตวิทยา เป็นลักษณะภายใน ลักษณะเหล่านี้ระบุได้ด้วยการใช้เครื่องมือหรือแบบวัดทางจิตวิทยา เช่น ความชอบ ความเชื่อ ความสนใจ แรงจูงใจ สไตล์การรับรู้ (Perceptual Styles) สไตล์การเรียนรู้ (Learning Styles) สไตล์การคิด (Cognitive Styles) เป็นต้น

การที่กล่าวว่านักออกแบบจะต้องเลือกแบบการสอนที่เอื้อต่อลักษณะของผู้เรียนเพื่ออำนวยสะดวกในการเรียนรู้เรื่องเฉพาะนั้น ต้องอาศัยผลการวิจัยเป็นปัจจัยสำคัญ ใน การตัดสินใจ

3. การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) การวิเคราะห์เนื้อหาได้ประโยชน์สองส่วนสำคัญ คือ

3.1 เพื่อการคัดเลือกเนื้อหา โดยส่วนใหญ่ในการคัดเลือกเนื้อหาที่จะนำมาสอนจะคัดเลือกเฉพาะเนื้อหาที่มีคุณภาพสูง กล่าวคือ เป็นเนื้อหาที่มีความเที่ยง (Validity) และความตรง (Reliability) สูง มีขนาดและปริมาณถูกต้อง และเป็นเนื้อหาที่ให้ผล (Effects) ตรงกับวัตถุประสงค์ของการสอน การที่จะตัดสินเนื้อหาที่มีคุณภาพเช่นนี้ได้ต้องอาศัยการวิเคราะห์เนื้อหาเป็นสำคัญ

3.2 เพื่อรู้โครงสร้างของเนื้อหา โครงสร้าง (Structure) ของเนื้อหาจะให้ลำดับก่อน-หลังของเนื้อหาย่อยต่าง ๆ ความรู้นี้ช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถจัดลำดับของเนื้อหาในการสอนได้ถูกต้องตามธรรมชาติของเนื้อหานั้น ๆ ทำให้การเสนอเนื้อหาเป็นไปตามลำดับเกิดความเข้าใจง่ายช่วยตัดปัญหาเรื่องการเสนอเนื้อหาที่ซับซ้อนก่อน หรือการเสนอเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมก่อนรูปธรรมหรือการเสนอเนื้อหาสับสนวกวน เป็นต้น

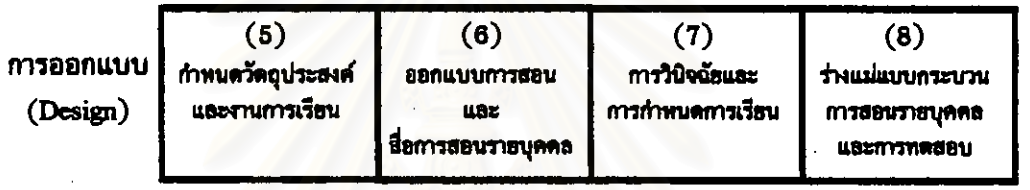
4. การวิเคราะห์ข้อจำกัดและการจัดการ (Constraints and Management Analysis) การวิเคราะห์ข้อจำกัดเป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับข้อจำกัดของสิ่งอำนวยสะดวก แหล่งวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและงบประมาณในการเรียนการสอนเรื่องหนึ่ง ๆ จำเป็นต้องรู้ว่าในบริบทของการสอนรายบุคคลเรื่องเฉพาะนั้น ๆ มีสิ่งอำนวยและแหล่งวิชาการที่จะใช้เพื่อการเรียนการสอนได้อะไรบ้าง รวมทั้งงบประมาณที่มีเพื่อการออกแบบการสอนรายบุคคลภายใต้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ย่อมสูงและมีคุณภาพ

ส่วนการวิเคราะห์การจัดการเป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับบุคลากรด้านต่าง ๆ จะช่วยให้งานการออกแบบสำเร็จลุล่วง ตลอดจนเวลาที่มีเพื่อการทำงานและเวลาสำหรับการสอน ซึ่งหมายถึง ช่วงความยาวเวลาของโปรแกรมการสอนรายบุคคล และกำหนดเวลาที่โปรแกรมนี้จะนำไปใช้ปฏิบัติการสอนจริง

2. ขั้นตอนการออกแบบการสอนรายบุคคล

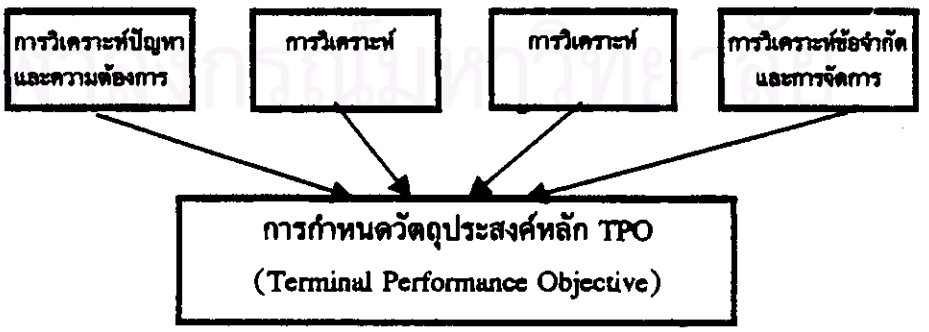
การออกแบบการสอนรายบุคคลที่จะกล่าวถึงต่อไป เป็นการออกแบบที่ใช้ข้อมูล ที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้าต่าง ๆ เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาเลือกและสังเคราะห์ รูปแบบและสื่อการสอนรายบุคคลให้สอดคล้องกับปัจจัยนำเข้า เพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของกระบวนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพิจารณาเลือกใช้นั้นไม่ว่าจะเป็นวิธีการสอน กิจกรรม องค์ประกอบใดในกระบวนการสอน เทคนิควิธีการต่าง ๆ และรูปแบบของสื่อใช้ผลการวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็นหลักในการพิจารณาเลือก ขั้นตอนของการออกแบบมี 4 ขั้น เรียงตามลำดับแผนภาพที่ 10 มีรายละเอียดดังนี้

แผนภาพที่ 10 แสดงการออกแบบการสอนรายบุคคล



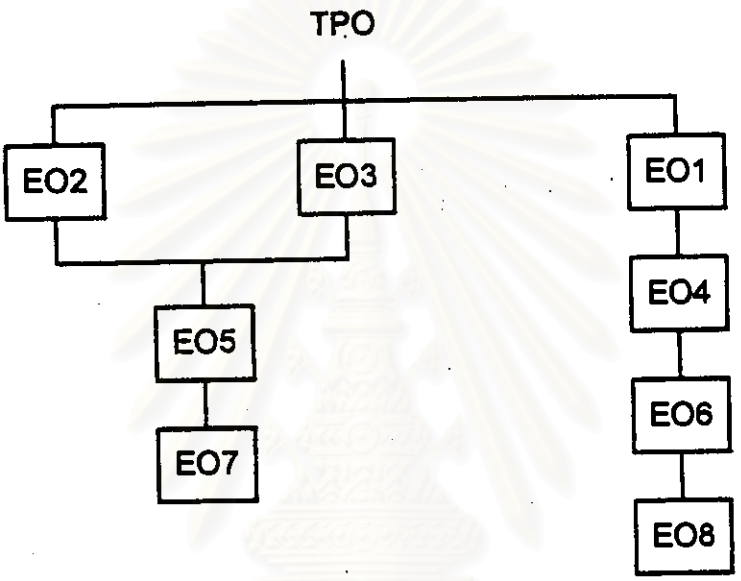
5. การกำหนดวัตถุประสงค์หรืองานการเรียน ในการกำหนดวัตถุประสงค์ของโปรแกรมการสอนรายบุคคล ผู้ออกแบบจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ต่าง ๆ ในขั้นการเตรียมการออกแบบมากำหนดวัตถุประสงค์ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์ลักษณะผู้เรียน และการวิเคราะห์ข้อจำกัดและการจัดการ จะช่วยกำหนดพิสัย (Domain) และระดับ (Level) ของพิสัยในวัตถุประสงค์หลัก (Terminal Performance Objective) ของการสอน การสอนคราวหนึ่ง ๆอาจจะมีวัตถุประสงค์หลักหลายข้อตามความต้องการ ดังแผนภาพที่ 11

แผนภาพที่ 11 แสดงการกำหนดวัตถุประสงค์หลัก (TPO)



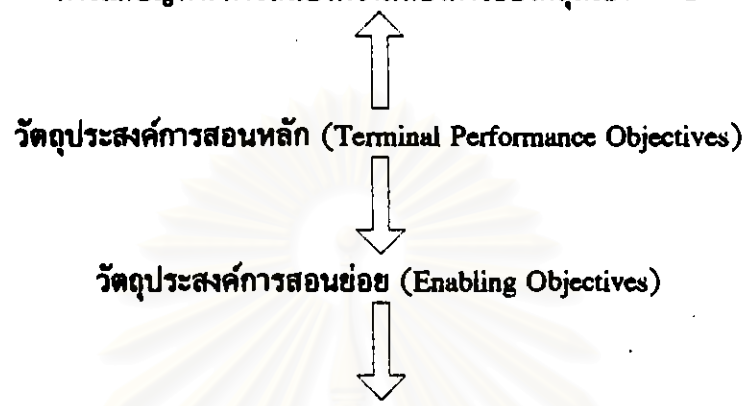
ในแต่ละวัตถุประสงค์หลักอาจจะประกอบด้วยวัตถุประสงค์ย่อย ๆ (Enabling Objectives-EOS) กล่าวคือ ในการบรรลุวัตถุประสงค์หลักหรือวัตถุประสงค์ปลายทาง ผู้เรียนจะต้องบรรลุวัตถุประสงค์ย่อยให้ครบก่อน วัตถุประสงค์ย่อยในวัตถุประสงค์หลัก ดังแสดงในแผนภาพที่ 12

แผนภาพที่ 12 แสดงส่วนประกอบของวัตถุประสงค์ย่อย (EOS) ในหนึ่งวัตถุประสงค์หลัก (TPO)



สิ่งหนึ่งที่สำคัญคือในแต่ละวัตถุประสงค์ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุประสงค์หลักหรือวัตถุประสงค์ย่อยจะต้องชี้ถึงพฤติกรรม (Behavior) หรืองานที่ผู้เรียนต้องกระทำอย่างชัดเจน พฤติกรรมหรืองานนี้จะชี้ถึงงานการเรียน (Learning Task) ซึ่งหมายถึงกิจกรรมผู้เรียนจะต้องกระทำเพื่อสามารถบรรลุวัตถุประสงค์หนึ่ง ๆ อาจจะเป็นกิจกรรมเดียวหรือกลุ่มของกิจกรรม ในขั้นนี้ผู้ออกแบบจะต้องทำการวิเคราะห์งานการเรียน (Learning Task Analysis) เพื่อที่จะกำหนดได้ว่ากิจกรรมการเรียนการสอนต้องประกอบด้วยกิจกรรมอะไรบ้าง กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องทำกิจกรรมอะไรบ้าง จึงจะสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้ได้

แผนภาพที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา/ความต้องการ วัตถุประสงค์การสอนหลัก วัตถุประสงค์การสอนย่อย และกิจกรรมการสอนการเรียน



6. การออกแบบการสอนและสื่อการสอนรายบุคคล เนื่องจากโปรแกรมการสอนที่จะออกแบบนี้เป็นการสอนรายบุคคล ดังนั้น กิจกรรมที่วิเคราะห์ไว้แล้วต้องได้รับการจัดให้เข้าอยู่ในกระบวนการสอนรายบุคคล บางกิจกรรมอาจจะต้องปรับให้เป็นกิจกรรมสำหรับการสอนรายบุคคลก่อนกล่าวคือเป็นกิจกรรมที่กระทำคนเดียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการออกแบบการสอนและสื่อการสอนรายบุคคล ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาและใช้ความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ได้แก่ หลักการสอนรายบุคคล ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เทคโนโลยีหรือสื่อการสอนรายบุคคล องค์ประกอบของการสอนรายบุคคล กระบวนการสอนรายบุคคล เพื่อเลือกแบบการสอนและสื่อการสอนรายบุคคลที่เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่วิเคราะห์ไว้แล้ว แล้วจัดเป็นกระบวนการสอนรายบุคคลสำหรับการสอนเฉพาะเรื่องตั้งแต่ต้นจนกระทั่งจบบทเรียนพร้อมทั้งกำหนดสื่อในแต่ละขั้นการสอน

7. การวินิจฉัยและการกำหนดการเรียน การวินิจฉัย (Diagnosis) และการกำหนดการเรียน (Prescribe) จะช่วยให้กระบวนการสอนรายบุคคลที่ได้ในขั้นการออกแบบการสอนและสื่อสามารถสนองความแตกต่างรายบุคคลได้ดียิ่งขึ้น การวินัจฉัยเป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียนก่อนที่จะกำหนดให้เรียน ณ จุดใดของโปรแกรมการสอน การวินิจฉัยกระทำได้ 2 รูปแบบ คือ

7.1 การวินิจฉัยก่อนเริ่มเรียน เพื่อกำหนดให้เริ่มเรียน ณ จุดใดของบทเรียน ซึ่งผู้เรียนจะได้ไม่ต้องเรียนซ้ำในส่วนที่รู้หรือมีความสามารถแล้ว

7.2 การวินิจฉัยระหว่างเรียน เพื่อกำหนดให้มีการเรียนซ่อมเสริมในบางส่วนของบทเรียน ในกรณีที่การเรียนของผู้เรียนผ่านไปได้โดยบังเอิญทั้ง ๆ ที่ยังไม่เกิดการเรียนรู้เท่าที่ควร เมื่อเกิดมีปัญหาขึ้นในขั้นต่าง ๆ ของกระบวนการเรียน ควรจะได้มีการวินิจฉัยเพื่อตรวจสอบปัญหา แล้วจัดให้เรียนซ่อมเสริมในส่วนที่มีปัญหา

การวินิจฉัยกระทำได้โดยจัดให้มีแบบทดสอบต่าง ๆ ตามขั้นตอนการสอนหลักในกระบวนการสอนรายบุคคล เพื่อสามารถตรวจสอบความสามารถหรือความรู้ของผู้เรียนตามที่กล่าวแล้วก่อนที่จะมีการกำหนดการเรียน

8. ร่างแม่แบบ (Prototype) กระบวนการสอนรายบุคคลและการทดสอบ ในขั้นนี้ สิ่งที่ผู้ออกแบบควรจัดทำ คือ

8.1 เขียนแผนภูมิแผนงาน (Flowchart) ของกระบวนการสอนรายบุคคลตามที่ออกแบบไว้อย่างละเอียดตั้งแต่ต้นจนจบ

8.2 จัดทำแม่แบบตามกระบวนการสอนรายบุคคลที่ออกแบบไว้

8.3 จัดทำแม่แบบแบบทดสอบต่าง ๆ ตามที่ออกแบบไว้ทุกแบบทดสอบ

3. การประเมินผลและการทดสอบ

ในการประเมินผลและการทดสอบแม่แบบของกระบวนการสอนรายบุคคล สื่อ และแม่แบบทดสอบต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพว่าสามารถสอนเป็นรายบุคคลได้ตามที่วัตถุประสงค์กำหนดไว้หรือไม่ แค่ไหน การประเมินผลและแบบทดสอบ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ตามแผนภาพที่ 14

แผนภาพที่ 14 แสดงการประเมินผลและการทดสอบแบบการสอนรายบุคคล

การประเมินผล (Evaluation)	(9) การตรวจสอบแม่แบบโดยผู้เชี่ยวชาญ	(10) การทดลองใช้	(11) การปรับปรุงและการทดลองใช้แม่แบบ	(12) ประสิทธิภาพแม่แบบ

9. การตรวจสอบแม่แบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ในการประเมินผลและทดสอบแม่แบบกระบวนการสอนรายบุคคลและแบบทดสอบต่าง ๆ นั้น ในเบื้องแรกเป็นการตรวจสอบโครงสร้างภายใน (Structural Basis) ซึ่งเป็นการตรวจสอบสิ่งที่ปรากฏในโปรแกรมการสอนรายบุคคลทุกอย่างอันได้แก่กระบวนการสอนทั้งหมด รวมทั้งสื่อการสอนต่าง ๆ ในกระบวนการสอนตลอดจนการทดสอบที่มีในกระบวนการสอนทั้งหมด การตรวจสอบที่สำคัญในขั้นนี้ประกอบด้วย

9.1 ลักษณะเฉพาะ อันได้แก่ ลักษณะเฉพาะของโปรแกรมการสอนรายบุคคล สื่อต่าง ๆ ที่ใช้ และแบบทดสอบต่าง ๆ ว่ามีลักษณะถูกต้องตรงตามประเภท มีการออกแบบ

และเทคนิควิธีถูกต้อง และสะดวกในการใช้เรียนและทดสอบตามโปรแกรมการสอนรายบุคคล อีกทั้งมีความงามและเรียบร้อย

ผู้ตรวจสอบในที่นี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนรายบุคคล ผู้เชี่ยวชาญสื่อการสอนรายบุคคลและผู้เชี่ยวชาญด้านแบบทดสอบ ผู้ตรวจสอบจะต้องพิจารณาความถูกต้องของลักษณะต่าง ๆ ตามประเภท ทั้งแต่ละองค์ประกอบและโดยส่วนรวมในอันที่จะนำไปสู่การทำงานที่สมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ ในการตรวจสอบแต่ละประเภทควรมีจำนวนผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 คน โดยใช้แบบฟอร์มการตรวจสอบเฉพาะประเภท อาจมีการแสดงความเห็นเพิ่มเติมได้ นำผลการตรวจมาประเมินผลรวมกันเพื่อชี้แนวการปรับปรุง

9.2 เนื้อหา เนื้อหาสาระที่ปรากฏในโปรแกรมการสอนและสื่อการสอนรายบุคคลนั้น ผู้ออกแบบได้บรรจุลงในสื่อโดยผ่านการวิเคราะห์เนื้อหา การออกแบบและการใช้เทคนิควิธีดำเนินการเพื่อเสนอเนื้อหาสาระจริง ซึ่งอาจจะบอกขนาด ปริมาณ หรือเวลาเป็นต้น สาระหรือมโนทัศน์ที่สำคัญต้องปรากฏอย่างชัดเจน อีกทั้งต้องมีลำดับของการเสนอเนื้อหาสาระที่ก่อให้เกิดความเข้าใจง่ายไม่สับสนหรือวกวน การยกตัวอย่างและ/หรือการกำหนดกิจกรรมต้องมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับเนื้อหาสาระให้มีความกระจ่างและน่าสนใจ

ผู้ตรวจสอบเนื้อหาในที่นี้ควรจะเป็นผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระเฉพาะและครูผู้สอนกลุ่มเป้าหมายเป็นจำนวนอย่างน้อย 3 คน กระทำการตรวจสอบโดยใช้แบบฟอร์มการตรวจสอบเนื้อหาสาระเป็นหลัก และแสดงความเห็นเพื่อปรับปรุงในส่วนที่ควรปรับปรุงหรือให้ความเห็นชอบเพื่อดำเนินการต่อไป

เมื่อผู้ตรวจสอบทั้งสองกลุ่มให้ข้อมูลจากการพิจารณาลักษณะเฉพาะและเนื้อหาสาระแล้ว ทำให้ทราบว่าจะต้องมีการปรับปรุงหรือไม่ อย่างไร หากพบว่ามีความจำเป็นต้องมีการปรับปรุงที่จุดใด ก็ควรจะมีการปรับปรุงที่จุดนั้นและจุดที่มีผลกระทบอันเกิดเนื่องจากการปรับปรุงหลังจากการปรับปรุงแล้ว จะต้องมีการตรวจสอบตามมา เป็นวงจรเช่นนี้จนกระทั่งผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าโครงสร้างภายในมีมาตรฐานที่ดีพอ การประเมินผลเพื่อการปรับปรุงนี้คือ Formative Evaluation โปรแกรมการสอนรายบุคคลที่ผ่านการประเมินผลในขั้นนี้ จะไปสู่กระบวนการในขั้นการปรับปรุงและการทดลองใช้ต่อไป

10. การทดลองใช้ การนำแม่แบบไปทดลองใช้เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพ ตรวจดูการทำงานว่าเมื่อใช้โปรแกรมการสอนรายบุคคลที่ออกแบบไว้นั้นกับผู้เรียนเป้าหมาย ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ข้อใดบ้าง ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ควรจะต้องมีการปรับปรุงหรือไม่ อย่างไร ในการตรวจสอบประสิทธิภาพโปรแกรมการสอนรายบุคคลด้วยวิธีนี้เน้นความหมายของคุณภาพที่การบรรลุวัตถุประสงค์ทุกข้อในระดับมาตรฐานเป็นวิธีการที่ให้ความสำคัญแก่ทุกวัตถุประสงค์ของการสอนเท่ากัน ดังนั้นในการตรวจสอบผู้ตรวจสอบจะพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการวัดผลในทุกวัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์ใดที่ผลการวัดแสดงว่ายังไม่บรรลุในระดับมาตรฐานที่กำหนด ก็จะต้องพิจารณาปรับปรุงในส่วนนั้น การพิจารณาปรับปรุง

ต้องพิจารณาทุกอย่างที่เกี่ยวข้อง เช่น การออกแบบ รูปแบบการเสนอเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน ความยากง่ายของภาษาหรือภาพที่ใช้ ตัวอย่างประกอบ แบบทดสอบเพื่อการวัดผลในส่วนนั้นๆ ลักษณะกลุ่มเป้าหมายหรือแม้กระทั่งวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระและเกณฑ์ เป็นต้น จะเห็นว่าการวัดและการประเมินผลด้วยวิธีนี้นอกจากจะให้ความสำคัญแก่ทุกวัตถุประสงค์เท่ากันแล้ว ยังเป็นการชี้จุดหรือส่วนที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขเป็นการทำงานอย่างมีระบบ โอกาสที่จะได้พัฒนาสื่อที่มีคุณภาพมาตรฐานสูงย่อมเป็นไปได้โดยไม่ยาก

วิธีการตรวจสอบคุณภาพสื่อการเรียนการสอน โดยปกติจะดำเนินการโดยการทดลองใช้แม่แบบกับตัวแทนกลุ่มเป้าหมายในสภาพการณ์จริงปกติ ซึ่งแบ่งการดำเนินการออกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) การทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง 2) การทดสอบกลุ่มเล็ก และ 3) การทดสอบกลุ่มใหญ่ ก่อนการทดลองใช้สื่อ ผู้ตรวจสอบต้องจัดเตรียมเครื่องมือ และตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย

เครื่องมือ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบขั้นนี้ ที่นิยมใช้กันมากมี 2 แบบ คือแบบทดสอบและแบบสังเกต ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือก่อนนำมาใช้ตรวจสอบคุณภาพสื่อการสอน

ตัวแทนผู้เรียนเป้าหมาย ตัวแทนผู้เรียนเป้าหมาย ได้แก่ ผู้เรียนหรือบุคคลที่อยู่ในกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายซึ่งคัดเลือกมาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างตามจำนวนที่ต้องการในแต่ละครั้งของการทดสอบ ตัวแทนผู้เรียนเป้าหมายคนใดที่ได้รับเลือกเป็นตัวแทนในการทดสอบแล้วจะไม่เป็นตัวแทนของผู้เรียนเป้าหมายในการทดสอบครั้งต่อไป กล่าวคือ สมาชิกแต่ละคนสามารถเป็นตัวแทนผู้เรียนเป้าหมายได้เพียงครั้งเดียว ตัวแทนผู้เรียนเป้าหมายจะต้องเป็นบุคคลที่ไม่เคยเรียนหรือไม่มีความรู้ในเนื้อหาสาระที่เสนอในโปรแกรมการสอนรายบุคคลมาก่อน

การทดสอบแม่แบบเป็นการนำแม่แบบทั้งหมด ไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายตามสภาพการณ์จริงปกติ เพื่อที่จะดูว่าแม่แบบที่ผ่านการประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วมีความเหมาะสมในการใช้สอนกับผู้เรียนเป้าหมายหรือไม่ ดังนั้นในการทดสอบในขั้นนี้จะให้ผู้เรียนได้รับการสอนตามที่ออกแบบไว้ทุกอย่างทุกขั้นตอน การทดลองใช้นี้ดำเนินเป็นขั้นตอน 3 ขั้นตอนตามลำดับข้างล่างนี้ แต่ทุกขั้นจะดำเนินการเหมือนกัน คือ ให้ตัวแทนผู้เรียนเป้าหมายใช้แม่แบบในสภาพการณ์เป็นจริงตามที่กำหนด ในระหว่างการใช้แม่แบบตามกระบวนการสอนรายบุคคลผู้ตรวจสอบจะสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนและลักษณะที่ปรากฏของแม่แบบ โดยใช้แบบสังเกตที่เตรียมไว้เมื่อสิ้นสุดการใช้ ผู้ตรวจสอบจะให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบที่เตรียมไว้ นำผลจากการสังเกตและผลการทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ในขั้นต่อไป

1. การทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-on-One Testing) ในขั้นนี้ให้ตัวแทนผู้เรียนเป้าหมาย 1 คน เรียนกับแม่แบบกระบวนการสอน สื่อ และแม่แบบทดสอบทั้ง

กระบวนการ ในระหว่างการทดสอบใช้แม่แบบ ให้ผู้ตรวจสอบทำการสังเกตการใช้แม่แบบอย่างใกล้ชิด โดยการใช้แบบสังเกตและบันทึกผลการสังเกตเพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไข

2. การทดสอบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) การทดสอบสื่อด้วยตัวแทนผู้เรียนเป้าหมายกลุ่มเล็ก จำนวนประมาณ 5-10 คน การทดสอบในขั้นนี้ให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนกับแม่แบบทั้งหมดทีละคนตามกระบวนการสอนที่ออกแบบไว้ บางครั้งอาจจะต้องกระทำมากกว่าหนึ่งครั้ง เพื่อตรวจสอบดูว่าสิ่งที่แก้ไขปรับปรุงแล้วนั้น ช่วยให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้ดีขึ้นถึงระดับเกณฑ์มาตรฐานหรือยัง

3. การทดสอบกลุ่มใหญ่ (Large Group Testing) การทดสอบในขั้นนี้ เป็นการทดสอบด้วยตัวแทนผู้เรียนเป้าหมาย ประมาณ 30 คน วิธีการทดสอบกระทำเช่นเดียวกับการทดสอบกลุ่มเล็ก คือ ให้ผู้เรียน 1 คน เรียนกับแม่แบบทั้งหมด 1 ชุดการทดสอบขั้นนี้ อาจให้ระดับมาตรฐานแก่แม่แบบ ถ้าผู้ตรวจสอบพบผลจากการวิเคราะห์ว่า คุณภาพแม่แบบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่น่าพอใจตามที่กำหนดไว้โดยทฤษฎีหรือผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ก็จะหยุดการทดสอบที่ขั้นนี้และแจ้งผลการทดสอบขั้นนี้เป็นการทดสอบมาตรฐานของแม่แบบ การประเมินผลในขั้นนี้เป็นการประเมินผลรวมหรือ Summative Evaluation

ในบางกรณี ผู้ตรวจสอบบางคนอาจจะให้มีการทดสอบภาคสนาม (Field Testing) ต่อจากการทดสอบกลุ่มใหญ่ และถือผลการทดสอบภาคสนามเป็นมาตรฐานของแม่แบบ การทดสอบนี้เป็นการประเมินผลรวม

11. ประสิทธิภาพแม่แบบ

เกณฑ์มาตรฐาน

1. ความหมาย

ในที่นี้ ถ้ากำหนดเกณฑ์มาตรฐาน 90/90

90 ตัวแรก หมายถึง คะแนนรวมเฉลี่ยของกลุ่ม (Class Mean) คิดเป็นร้อยละ

90 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละ 90 ของผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์แต่ละข้อของการสอนรายบุคคล

2. การกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน

เกณฑ์มาตรฐาน เป็นเกณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป กำหนดโดยทฤษฎีหรือผลงานวิจัย เช่น ถ้าบทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรง Skinner ซึ่งเป็นผู้ให้กำเนิดบทเรียนรูปแบบเส้นตรงได้กำหนดว่า บทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรงบทเรียนใดที่ผู้เรียนเมื่อเรียนแล้ว มีข้อผิดพลาดเกินร้อยละ 5-10 (ข้อกำหนดนี้เท่ากับว่าต้องมีมาตรฐานไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90-95) บทเรียนนั้นจะต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข เป็นต้น (วชิราพร อัจฉริยโกศล, 2537)

แนวคิดเกี่ยวกับผังมโนทัศน์

1. ความหมายของผังมโนทัศน์

มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความสนใจเกี่ยวกับผังมโนทัศน์ และได้ให้ความหมายของผังมโนทัศน์ไว้ดังต่อไปนี้คือ

Novak, Gowin และ Johansen (1983) ได้ให้ความหมายผังมโนทัศน์ไว้ว่า "เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลายมโนทัศน์ โดยมีคำหรือข้อความเชื่อม เพื่อให้มโนทัศน์เหล่านั้นมีความหมายโดยจัดมโนทัศน์ที่กว้าง (General Concept) ให้อยู่ด้านบนสุด จากนั้นค่อย ๆ ลดลำดับลงมาเป็นมโนทัศน์รองลงมาจนถึงมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าและเป็นยุทธศาสตร์ในการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย"

Novak และ Gowin (1984) กล่าวไว้ว่า "ผังมโนทัศน์เป็นสิ่งที่ใช้แทนความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ในรูปของประพจน์ (Proposition) ซึ่งก็คือมโนทัศน์อย่างน้อย 2 มโนทัศน์ที่แสดงออกมาด้วยภาษาและเชื่อมกันด้วยคำเชื่อมให้เป็นหน่วยความหมายขึ้นมาหน่วยหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ท้องฟ้าเป็นสีน้ำเงิน เป็นประพจน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่าง ท้องฟ้าและ สีน้ำเงิน แต่เมื่อนักเรียนได้เรียนประพจน์นี้แล้วจะเกิดความหมายที่แตกต่างกันในภายหลัง เช่น ท้องฟ้าคืออากาศ และอากาศไม่มีสี แต่วัตถุที่อยู่ในอากาศสะท้อนกับแสงอาทิตย์ทำให้เกิดสีจึงมองดูเป็นสีน้ำเงิน"

Cliburn (1987) กล่าวไว้ว่า "ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้เสนอกรอบความคิด และความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ"

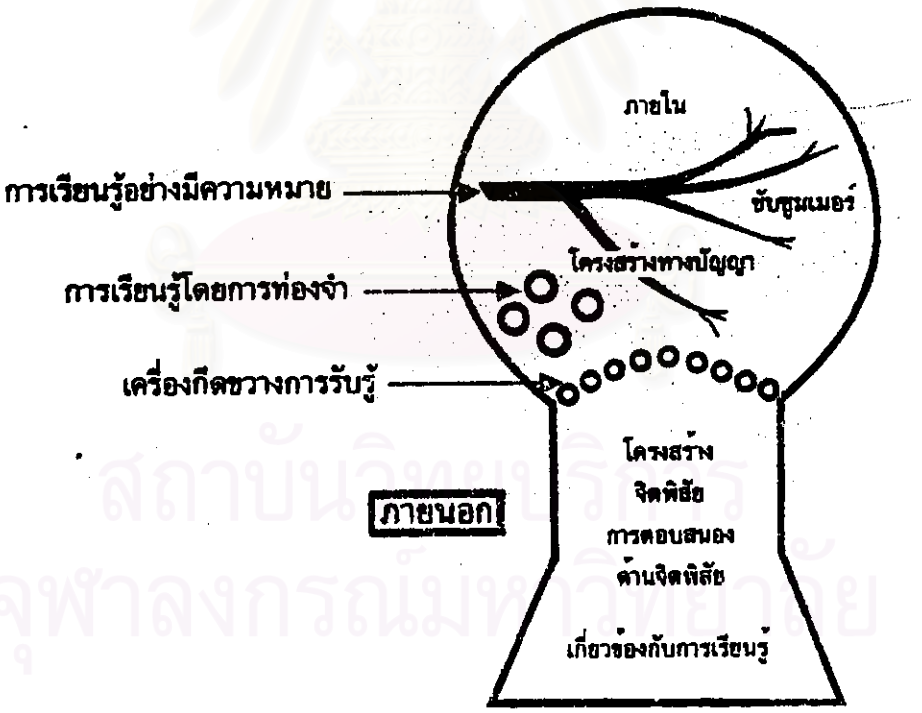
Moreira (1979) กล่าวว่า "ผังมโนทัศน์หมายถึงแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างมีลำดับขั้น เพื่อจะแสดงให้เห็นการจัดมโนทัศน์ของวิชาใดวิชาหนึ่งหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของวิชานั้นซึ่งอาจจะมีทิศทางเดียวหรือสองทิศทางหรือมากกว่า"

จากความหมายของผังมโนทัศน์ที่ได้ศึกษามาทั้งหมด จึงสรุปได้ว่า "ผังมโนทัศน์เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์อย่างมีลำดับขั้น โดยจะมีคำหรือข้อความเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ให้อยู่ในรูปของประพจน์ (Proposition) เพื่อให้มโนทัศน์เหล่านั้นมีความหมาย มโนทัศน์ที่มีความหมายกว้าง (General Concept) จะจัดไว้ด้านบนสุดของแผนภาพแล้วลดหลั่นลงมาจนถึงมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง และเป็นเครื่องมือที่ใช้เสนอกรอบความคิดและความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย"

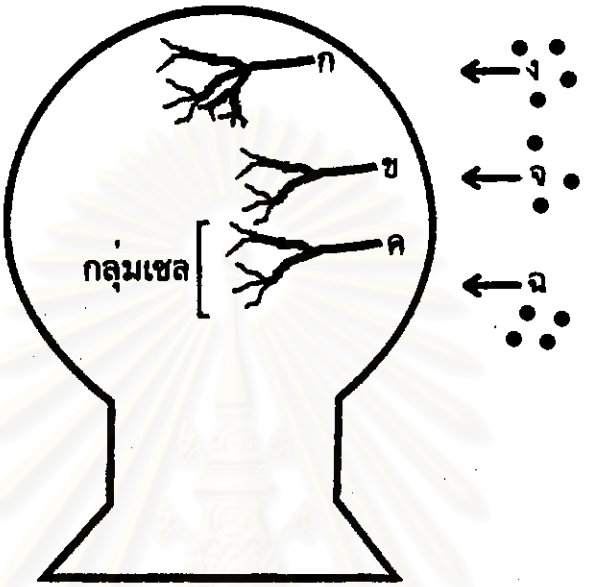
2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของผังมโนทัศน์

ผังมโนทัศน์มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของ Ausubel (1969) โดยทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายมีแนวคิดที่ว่า ครูควรจะสอนสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ ความรู้เดิมนี้อยู่ในโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สะสมอยู่ในสมองและมีการจัดระบบระเบียบไว้เป็นอย่างดีมีการเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่อย่างมีลำดับขั้น ดังนั้นการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่อยู่ในโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองซึ่ง Ausubel เรียกว่า กระบวนการดูดซึม (Subsumption) และเรียกมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมโยงว่า ซับซูมเมอร์ (Subsumer) แต่ถ้าไม่ได้นำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่จะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ (Rote Learning)

แผนภาพที่ 15 แสดงการเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้อย่างมีความหมายซึ่งเกิดจากการได้รับความรู้จากภายนอกผ่านเครื่องกีดขวางการรับรู้



แผนภาพที่ 16 แสดงการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เมื่อ ง, จ, และ ฉ เป็นความรู้ใหม่ที่จะเชื่อมโยงกับโครงสร้างทางปัญญา (Subsumer) คือ ก, ข, และ ค จากภาพจะเห็นว่า ก มีความซับซ้อนมากกว่า ข และ ค



การสร้างผังมโนทัศน์ซึ่ง Novak ได้พัฒนาขึ้นมานั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของ Ausubel 3 ประการ คือ

1. โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) เป็นโครงสร้างที่มีอยู่ในสมอง จะมีการจัดลำดับมโนทัศน์ที่ความหมายกว้างและทั่วไปไปสู่มโนทัศน์ที่แคบและมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น

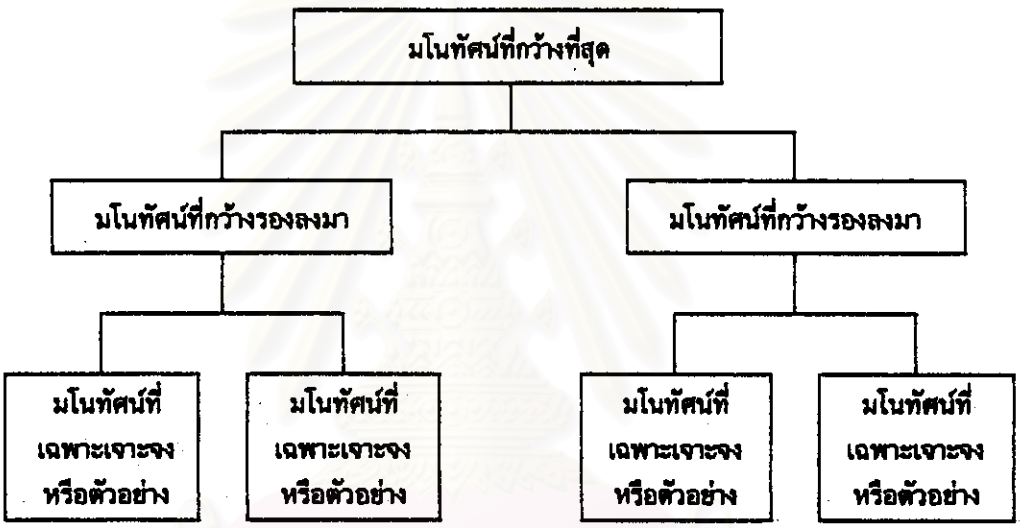
2. กระบวนการจำแนกความแตกต่างแบบก้าวหน้า (Progressive Differentiation) จากหลักการเรียนรู้อย่างมีความหมายของ Ausubel ที่กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิม เกิดเป็นความสัมพันธ์ใหม่ จึงทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด จะเป็นการขยายความรู้ให้กว้างขึ้นไปเรื่อย ๆ จนกลายเป็นการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า โดยจัดให้มีมโนทัศน์ที่ความหมายกว้างอยู่ด้านบนของโครงสร้างความรู้เสียก่อน แล้วจึงจัดมโนทัศน์ที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงอยู่ถัดลงมา จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนได้ดีขึ้น

3. การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (Integrative Reconciliation) จากหลักการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิม ดังนั้นถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่ให้เข้ากับมโนทัศน์เดิมแล้ว จะทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ และหากมีการเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ก็จะทำให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนทัศน์ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายมากขึ้น

3. การสร้างผังมโนทัศน์

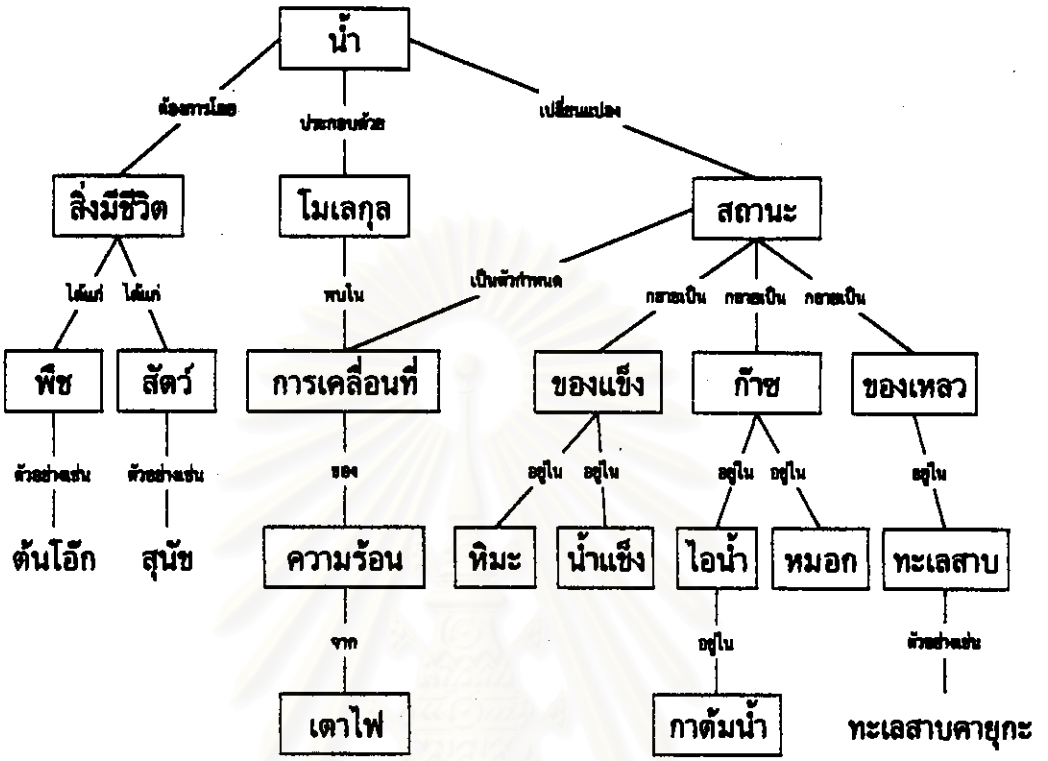
ผังมโนทัศน์ที่ดีจะช่วยทำให้นักเรียนและครูเกิดความชัดเจน มองเห็นวิธีการเชื่อมโยงความหมายของมโนทัศน์และทำให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้ได้ ผังมโนทัศน์จะเรียงลำดับความซับซ้อนจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างและซับซ้อนไปสู่มโนทัศน์ที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงมากขึ้น ซึ่ง Moreira (1979 อ้างถึงใน ไสว ฟักขาว, 2537) ได้นำแนวคิดของ Novak ไปใช้ในการวิจัยและเสนอลักษณะการจัดผังมโนทัศน์ไว้ ดังแผนภาพที่ 17

แผนภาพที่ 17 แสดงการสร้างผังมโนทัศน์อย่างง่าย



จากแผนภาพที่ 17 จะเห็นว่ามีการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ โดยมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างจะอยู่ด้านบน ส่วนมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างรองลงมาจะอยู่ถัดลงมาและมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้นจะอยู่ด้านล่างและลำดับสุดท้ายจะเป็นตัวอย่างซึ่งจัดว่าเป็นมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงมากที่สุด ดังตัวอย่างผังมโนทัศน์ เรื่องน้ำที่ Novak สร้างขึ้น ดังแผนภาพที่ 18

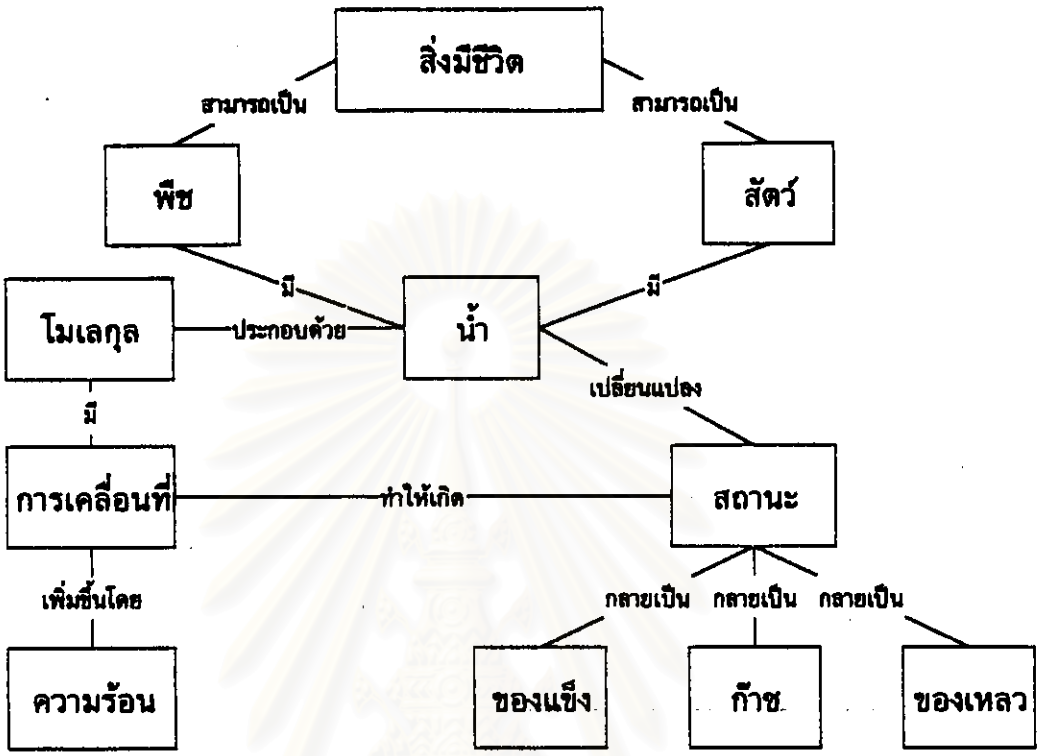
แผนภาพที่ 18 ตัวอย่างผังมโนทัศน์เรื่องน้ำ

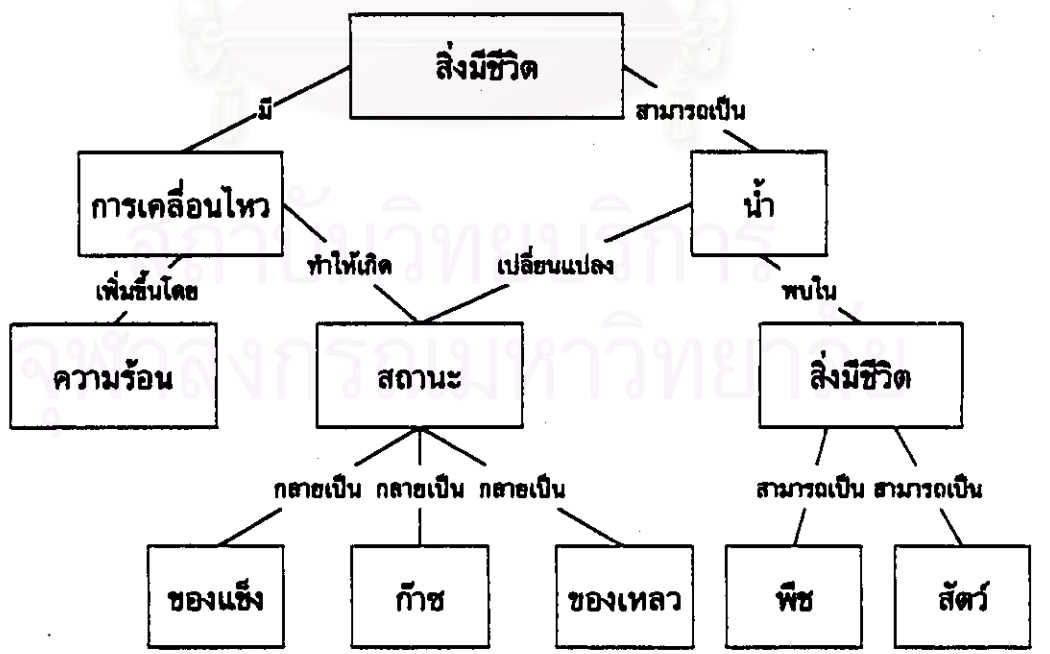


ในการเรียนรู้เรื่องเดียวกันแต่อาจสร้างผังมโนทัศน์ที่แตกต่างกันไป มโนทัศน์หลักและมโนทัศน์รองอาจเปลี่ยนตำแหน่งได้ บางมโนทัศน์รองอาจถูกยกขึ้นมาเป็นมโนทัศน์หลักได้ แต่ยังคงแสดงถึงความสัมพันธ์ที่มีความหมายเหมือนเดิม ดังเช่น ตัวอย่างผังมโนทัศน์ในแผนภาพที่ 19 ซึ่งประกอบด้วยมโนทัศน์ที่เหมือนกัน 11 มโนทัศน์ แต่มีการจัดลำดับที่แตกต่างกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 19 แสดงผังมโนทัศน์เรื่องน้ำ ที่มีการจัดลำดับแตกต่างกัน





การสร้างผังมโนทัศน์สามารถสร้างได้หลายวิธี ในแต่ละวิธีนั้นจะเริ่มต้นด้วยการแนะนำแนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ อาจทำในรูปของกิจกรรมการเรียนรู้หรือการแนะนำโดยตรง โดยการให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ และวัตถุประสงค์ในการสร้างผังมโนทัศน์ จะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ (Novak, Gowin and Johansen, 1983)

Stewart, Kirk and Rowell (อ้างถึงใน พิทักษ์ เจริญวานิช, 2531) ได้เสนอแนะวิธีการสร้างผังมโนทัศน์ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. จำแนกมโนทัศน์หลัก (Major Concepts) หลักการ (principles) ที่กว้างครอบคลุมมโนทัศน์ทั้งหมดและมโนทัศน์เฉพาะ แล้วดำเนินการเรียงลำดับมโนทัศน์เหล่านั้น โดยนักเรียนจะต้องหาข้อความมาเชื่อมเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ การจัดลำดับมโนทัศน์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ข้อจำกัดที่มีในหลักการ ความรู้พื้นฐานของครูความรู้พื้นฐานและความสนใจของนักเรียน

2. ลากเส้นโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์เด่นชัดขึ้นเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษา

Novak (1980) ได้เสนอแนะวิธีการสร้างผังมโนทัศน์ มีขั้นตอนดังนี้

1. คัดเลือกบทเรียนจากหนังสือเรียนที่มีเนื้อหาไม่ยากจนเกินไป ควรเป็นเนื้อหาสั้น ๆ และประกอบด้วยมโนทัศน์ที่ไม่มากเกินไป

2. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่มีความสำคัญ ด้วยการเขียนมโนทัศน์ลงบนกระดาษ

3. จัดลำดับและแยกแยะมโนทัศน์ โดยดูว่ามโนทัศน์ใดเป็นมโนทัศน์ที่กว้าง มโนทัศน์ใดเป็นมโนทัศน์รอง มโนทัศน์ใดเป็นมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง

4. เรียงลำดับมโนทัศน์ ให้มโนทัศน์ที่กว้างอยู่บนสุด และลดหลั่นลงมาด้วยมโนทัศน์รอง จนถึงมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง

5. ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ จากนั้นหาคำหรือข้อความมาเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ เพื่อให้มโนทัศน์เหล่านั้นสัมพันธ์กัน

6. ตรวจสอบผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นให้ถูกต้องตามเนื้อหา

Arnaudin และคณะ (1984) ได้เสนอวิธีการสร้างผังมโนทัศน์ โดยปรับปรุงมาจากแนวคิดของ Novak ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. อ่านเนื้อหาให้เข้าใจ โดยแบ่งเป็นตอนสั้น ๆ

2. ระบุมโนทัศน์หลัก (Major Concepts) ด้วยการเขียนหรือขีดเส้นใต้

3. เขียนมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง แล้วเรียงลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่ความหมายกว้างหรือมโนทัศน์หลักจนถึงมโนทัศน์เฉพาะ

4. เขียนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ อย่างเป็นลำดับขั้น โดยให้มโนทัศน์หลักอยู่ข้างบน มโนทัศน์รองลดหลั่นลงมา แล้วลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์

5. พยายามแยกมโนทัศน์ออกเป็นมโนทัศน์ย่อย ๆ

6. หาความสัมพันธ์ตามขวาง (Cross Link) คือ ความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่อยู่คนละแถวกันของมโนทัศน์ในผังที่แสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้น

Ault (1985) ได้เสนอแนะวิธีการสร้างผังมโนทัศน์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือก เลือกเรื่องที่จะสร้างผังมโนทัศน์ อาจนำมาจากตำรา สมุดจด คำบรรยายคำอธิบายก่อนการปฏิบัติการ เริ่มจากการอ่านข้อความนั้นอย่างน้อย 1 ครั้ง แล้วระบุมโนทัศน์ที่สำคัญโดยขีดเส้นใต้คำหรือประโยคที่สำคัญ ซึ่งอาจเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ แล้วลอกมโนทัศน์เหล่านั้นลงในกระดาษแผ่นเล็ก ๆ เพื่อความสะดวกในการจัดความสัมพันธ์

ขั้นที่ 2 จัดลำดับ นำมโนทัศน์สำคัญที่ได้เขียนลงบนแผ่นกระดาษเล็ก ๆ แล้วนำมาจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง

ขั้นที่ 3 จัดกลุ่ม นำมโนทัศน์มาจัดกลุ่มเข้าด้วยกันโดยมีเกณฑ์ 2 ข้อ คือ

1. จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่อยู่ในระดับเดียวกัน

2. จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด

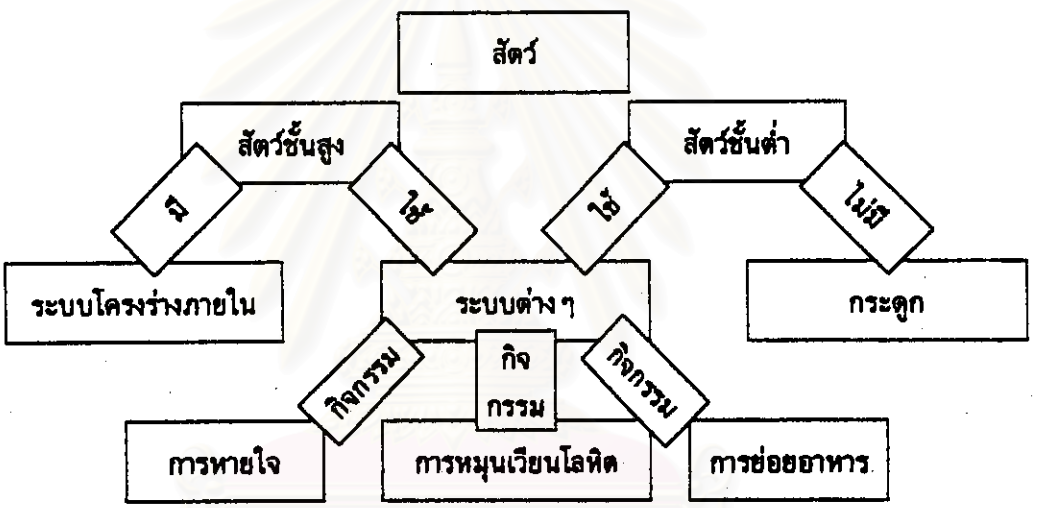
ขั้นที่ 4 จัดระบบ เมื่อจัดกลุ่มมโนทัศน์แล้ว นำมโนทัศน์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมาจัดระบบตามลำดับความเกี่ยวข้อง ซึ่งในขั้นนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้ หรืออาจหามโนทัศน์อื่น ๆ มาเพิ่มเติมได้อีก

ขั้นที่ 5 เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อจัดระบบมโนทัศน์ที่สำคัญเรียบร้อยแล้ว ให้นำมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกัน โดยการลากเส้นเชื่อมโยงและมีคำเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้ทุกเส้น หลังจากใส่คำเชื่อมแล้วจะสามารถอ่านเป็นประโยคได้ เส้นที่ลากเชื่อมโยงนี้อาจจะเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ชุดเดียวกันหรือเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ที่ต่างกัน (Cross Link) ก็ได้

การสอนนักเรียนให้สร้างผังมโนทัศน์ก็เหมือนกับการสอนเรื่องอื่น ๆ กล่าวคือ ย่อมไม่มีวิธีเดียวที่ดีที่สุดที่จะสอนให้นักเรียนรู้จักการสร้างผังมโนทัศน์ Novak และ Gowin (1984) ได้นำเสนอวิธีสอนต่าง ๆ หลายวิธี ซึ่งล้วนแล้วแต่ได้เคยทดลองใช้มาแล้วใช้สถานการณ์ต่าง ๆ กันไป และวิธีการต่าง ๆ ที่จะกล่าวถึงเหล่านี้ล้วนได้ผลมาแล้วทั้งสิ้น

การสอนนักเรียนให้สร้างผังมโนทัศน์ในทุกกรณี จะต้องเริ่มโดยการแนะนำให้นักเรียนเข้าใจสาระสำคัญในเรื่องของมโนทัศน์และสามารถยกตัวอย่างได้เสียก่อน นักเรียนจึงจะสามารถเลือกมโนทัศน์ที่สำคัญออกมาจากบทเรียนได้ แล้วจึงนำมโนทัศน์เหล่านั้นมาเรียงลำดับจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างจนถึงมโนทัศน์ที่มีความหมายเฉพาะเจาะจง จากนั้นจึงให้นักเรียนหาคำมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เหล่านั้น ซึ่งในระยะแรกอาจให้นักเรียนเขียนมโนทัศน์และคำเชื่อมลงในกระดาษสี่เหลี่ยมที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เพื่อทดลองจัดลำดับมโนทัศน์จนกระทั่งเหมาะสม (Novak and Gowin, 1984) ดังตัวอย่างในแผนภาพที่ 20

แผนภาพที่ 20 แสดงการสร้างผังมโนทัศน์โดยใช้แผ่นกระดาษสี่เหลี่ยมเคลื่อนย้ายได้



การสอนให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์จากที่กล่าวมาแล้วสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สอนนักเรียนให้เข้าใจสาระสำคัญของมโนทัศน์และสามารถยกตัวอย่างมโนทัศน์ได้
2. ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญจากบทเรียนหรือเนื้อหาที่จะสร้างผังมโนทัศน์
3. ให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุดจนถึงมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงมากที่สุด
4. ให้นักเรียนจัดเรียงมโนทัศน์บนกระดาษสี่เหลี่ยมที่สามารถเคลื่อนย้ายได้และระบุความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกัน จนกระทั่งได้เห็นว่าเหมาะสมจึงลอกลงสมุด

Novak (1980) ได้เสนอวิธีการสอนโดยให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ครูสร้างผังมโนทัศน์ก่อนจะดำเนินการสอน และนำมาเป็นตัวอย่างให้นักเรียนศึกษาควบคู่กับการทำความเข้าใจเนื้อหาที่จะสอน

2. เลือกเนื้อหาที่จะให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์ ควรประกอบด้วยมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจได้ง่ายก่อน

3. สอนให้นักเรียนทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่สำคัญในบทเรียนนั้น แล้วให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์ในบทเรียนนั้นตามความสำคัญของมโนทัศน์ตามเนื้อหาที่ได้รับ

4. บางครั้งครูและนักเรียนร่วมกันสร้างผังมโนทัศน์บนกระดานดำหรือบนเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

5. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม แล้วร่วมกันสร้างผังมโนทัศน์

6. เมื่อนักเรียนมีความชำนาญในการสร้างผังมโนทัศน์แล้ว ครูเริ่มตรวจผังมโนทัศน์โดยตรวจมโนทัศน์ที่วิเคราะห์ได้และคำเชื่อมที่แสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์

Novak และ Gowin (1984) ได้เสนอแนวทางในการสอนให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์โดยเสนอแนวทางไว้สำหรับนักเรียนเกรด 7 ถึงระดับอุดมศึกษา ไว้ดังนี้

1. กิจกรรมการเตรียมตัวเพื่อสร้างผังมโนทัศน์

1.1 เขียนรายการคำ 2 รายการ ที่นักเรียนคุ้นเคยบนกระดานหรือบนเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ โดยรายการหนึ่งเป็นคำเกี่ยวกับวัตถุ เช่น รถยนต์ สุนัข เก้าอี้ ต้นไม้ เมฆ หนังสือ ฯลฯ และอีกรายการหนึ่งเป็นคำที่เกี่ยวกับเหตุการณ์ เช่น ฝนตก การเล่น การล้าง การคิด ฟ้าร้อง งานเลี้ยงวันเกิด ฯลฯ แล้วถามนักเรียนว่า สามารถบอกได้หรือไม่ว่ารายการคำทั้งสองนี้แตกต่างกันหรือไม่ ครูพยายามช่วยให้นักเรียนระลึกว่ารายการแรก คือ สิ่งของหรือวัตถุ และรายการที่สอง คือ สิ่งที่บังเกิดขึ้นหรือเหตุการณ์

1.2 ให้นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่ตนคิดถึงเมื่อเวลาได้ยินคำว่า รถยนต์ สุนัข ฯลฯ ช่วยให้นักเรียนย้อนระลึกว่า แม้เราใช้คำ ๆ เดียวกัน แต่บุคคลแต่ละคนอาจคิดถึงบางสิ่งซึ่งแตกต่างกันภาพที่เกิดขึ้นในใจตามที่เรามีต่อคำต่าง ๆ นั้น คือ มโนทัศน์ของเรานั่นเอง แล้วครูอธิบายความหมายของมโนทัศน์

1.3 ทำกิจกรรมในขั้นที่ 2 ซ้ำอีกครั้ง โดยใช้คำแสดงเหตุการณ์และชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของภาพที่เกิดขึ้นในใจอีกครั้งหนึ่ง ครูช่วยแนะว่าเหตุผลหนึ่งที่ทำให้แต่ละคนเข้าใจไม่ตรงกันบางทีอาจเป็นเพราะมโนทัศน์ของแต่ละคนไม่เหมือนกัน แม้ว่าจะรู้จักคำ ๆ เดียวกันนั้น แท้จริงแล้วคำทั้งหลายก็คือ เครื่องหมายของมโนทัศน์ ซึ่งแต่ละคนต้องหาความหมายสำหรับคำทั้งหลายเหล่านี้ด้วยตนเอง

1.4 ครูเขียนรายการคำ เช่นคำว่า เป็น ที่ไหน นั่น คือ แล้ว ด้วย และถามนักเรียนว่ามีอะไรเกิดขึ้นในใจบ้างเมื่อเห็นหรือได้ยินคำเหล่านี้ คำเหล่านี้ไม่ใช่คำแสดงมโนทัศน์ เราเรียกคำเหล่านี้ว่า คำเชื่อม เราใช้คำเหล่านี้ทั้งการเขียนและการพูด คำเชื่อมใช้ร่วมกันกับคำแสดงมโนทัศน์เพื่อสร้างประโยคที่มีความหมาย

1.5 ครูแนะว่าคำวิสามานยนามไม่ใช่คำที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ แต่เป็นชื่อเฉพาะของคนเหตุการณ์ สถานที่ หรือวัตถุ ครูยกตัวอย่างเพื่อช่วยให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างคำที่ใช้สำหรับแสดงเหตุการณ์หรือวัตถุกับคำวิสามานยนามที่ใช้เป็นคำเฉพาะ เช่น ชื่อคน

1.6 ครูยกตัวอย่างคำแสดงมโนทัศน์ 2 คำและคำเชื่อม แล้วสร้างประโยคสั้นๆ 2-3 ประโยคบนกระดานดำ เพื่อแสดงให้เห็นว่าคำแสดงมโนทัศน์รวมกันเข้ากับคำเชื่อมตามที่เราใช้กันอยู่นั้น สามารถสื่อความหมายได้อย่างไร ตัวอย่างเช่น สุนัขกำลังวิ่ง หรือมีเมฆและฟ้าร้อง

1.7 ให้นักเรียนสร้างประโยคสั้นๆ ขึ้นเอง และให้บอกคำที่เป็นมโนทัศน์และบอกด้วยว่าคำนั้นเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ นอกจากนี้ให้บอกคำเชื่อมด้วย

1.8 หากในห้องเรียนมีนักเรียนที่พูดได้สองภาษา ก็ให้นักเรียนเหล่านั้นพูดคำที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์เป็นภาษาต่างประเทศ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจว่าภาษาไม่ได้ทำให้เกิดมโนทัศน์ เพียงแต่ทำหน้าที่เป็นเครื่องหมายที่เราใช้สำหรับมโนทัศน์นั้น ๆ ถ้าเรารู้จักคำแต่ไม่สามารถรู้ได้ว่ามีความสม่ำเสมออย่างไรในวัตถุหรือเหตุการณ์ที่คำนั้นทำหน้าที่แทนเราก็ไม่รู้จักมโนทัศน์ใหม่

1.9 แนะนำคำที่สั้นๆ ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย เช่น ห่าม โหม คร่า ฯลฯ คำเหล่านี้ใช้แทนมโนทัศน์ที่นักเรียนรู้อยู่แล้วแต่มีความหมายพิเศษ ช่วยให้นักเรียนมองเห็นว่าความหมายของมโนทัศน์ไม่เคร่งครัดและตายตัว แต่สามารถเปลี่ยนไปได้เมื่อเราได้เรียนมากขึ้น

1.10 เลือกเนื้อหาตอนใดตอนหนึ่งในหนังสือ โดยเลือกตอนที่มีสาระสำคัญชัดเจน (ประมาณหนึ่งหน้า) และทำสำเนาแจกนักเรียน ให้นักเรียนทั้งชั้นอ่านเนื้อหาตอนนี้แล้วบอกมโนทัศน์ที่สำคัญ (โดยปกติในหนึ่งหน้าหนังสือจะมีมโนทัศน์ที่ใช้ได้ประมาณ 10-20 มโนทัศน์) ให้นักเรียนสังเกตคำเชื่อมและคำแสดงมโนทัศน์บางคำที่มีความสำคัญน้อยต่อเนื้อเรื่องด้วย

2. กิจกรรมการสร้างผังมโนทัศน์

2.1 เลือกข้อความจากหนังสือเรียนหรือหนังสืออื่นๆ ที่มีความหมายพิเศษมา 1-2 ย่อหน้า ให้นักเรียนอ่านแล้วเลือกมโนทัศน์ที่สำคัญ อันได้แก่มโนทัศน์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการเข้าใจความหมายของข้อความ ให้นักเรียนบอกมโนทัศน์เหล่านี้ แล้วครูเขียนรายการมโนทัศน์เหล่านี้ลงบนกระดานดำหรือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่ามโนทัศน์ข้อใดมีความสำคัญที่สุดและครอบคลุมมโนทัศน์ในข้อความที่สุด

2.2 เขียนมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุดไว้ด้านบนสุด แล้วเรียงลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบเฉพาะเจาะจง ซึ่งนักเรียนอาจเรียงลำดับไม่ตรงกัน แต่โดยปกติแล้วความเห็นอาจไม่แตกต่างกันมากนัก เป็นการชี้ให้เห็นว่าการมองความหมายในข้อความอาจต่างกัน

2.3 เริ่มสร้างผังมโนทัศน์โดยใช้รายการที่จัดลำดับแล้วเป็นเครื่องชี้นำในการสร้างระดับความลดหลั่นของมโนทัศน์ วิธีที่ดีวิธีหนึ่งที่จะให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์ ก็คือให้นักเรียนเขียนคำแสดงมโนทัศน์และคำเชื่อมลงไปบนกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แล้วจัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจนกระทั่งได้ผังมโนทัศน์ที่เหมาะสม

2.4 พิจารณาว่าจะสามารถเชื่อมมโนทัศน์กับมโนทัศน์ที่อยู่ต่างสาขากันได้หรือไม่ให้นักเรียนเลือกคำเชื่อมสำหรับใช้กับเส้นโยงข้ามไปยังมโนทัศน์นั้น

2.5 ผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นครั้งแรกอาจจะไม่เหมาะสมดีนัก ให้จัดผังมโนทัศน์ใหม่ที่จะช่วยให้ชัดเจนขึ้น บางครั้งอาจจะต้องจัดผังมโนทัศน์ใหม่ 2-3 ครั้ง จึงสามารถแสดงถึงความหมายที่ดีได้ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจดียิ่งขึ้นด้วย

2.6 อภิปรายเกณฑ์การให้คะแนนผังมโนทัศน์และให้คะแนนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นชี้ให้นักเรียนเห็นถึงการปรับปรุงโครงสร้างของผังมโนทัศน์ที่จะทำให้เข้าใจข้อความได้ดีขึ้น

2.7 ให้นักเรียนเลือกเนื้อหาบางส่วนของหนังสือเรียนหรือหนังสืออื่น ๆ แล้วสร้างผังมโนทัศน์ตามขั้นตอนที่ 1-6 ด้วยตนเอง หรือเป็นกลุ่ม ๆ ละ 2-3 คน

2.8 นำผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น แสดงบนกระดานดำหรือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ แล้วอ่านผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นให้นักเรียนคนอื่น ๆ ฟัง โดยมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นควรทำให้นักเรียนคนอื่น ๆ เข้าใจเรื่องราวในหนังสือตามที่ผู้สร้างผังได้ตีความเอาไว้

2.9 ให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่สนใจ เช่น งานอดิเรก กีฬา ฯลฯ อาจนำมาติดแสดงไว้ในห้องเรียนแล้วสนับสนุนให้มีการอภิปรายกันอย่างไม่เป็นทางการ

2.10 ประมวลคำถามเกี่ยวกับการสร้างผังมโนทัศน์แล้วนำมาเขียนลงในแบบทดสอบเพื่อเป็นการแสดงว่าการสร้างผังมโนทัศน์เป็นวิธีการประเมินผลที่มีความเที่ยงที่จะแสดงถึงความเข้าใจเนื้อหาวิชาได้

สุนีย์ สอนตระกูล (2535) ได้ทำการสังเคราะห์ขั้นตอนการสอนให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์ โดยสังเคราะห์จากขั้นตอนการสอนของ Novak และของ Ault โดยมีขั้นตอนการสอนดังนี้

1. ครูสอนให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ต่าง ๆ ในบทเรียน ในขั้นนี้ครูใช้วิธีสอนที่ทำให้เกิดความเข้าใจมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในบทเรียน เช่น การสอนโดยการทดลอง การสอนโดยการอภิปราย การสอนโดยการทำรายงาน

2. อธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของมโนทัศน์ และให้นักเรียนยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่เป็นวัตถุและเหตุการณ์

3. ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญจากบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่

4. ให้นักเรียนจัดเรียงลำดับมโนทัศน์ที่เลือกมาจากบทเรียน โดยจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างไปสู่มโนทัศน์ที่มีความหมายแคบกว่า

5. ให้นักเรียนจัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน

6. ให้นักเรียนหาคำเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน

7. ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนทัศน์ จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง

จากตัวอย่างการสอนการสร้างผังมโนทัศน์ จะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนการสอนคล้ายคลึงกันกล่าวคือ เริ่มต้นจะต้องให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์และสามารถยกตัวอย่างประกอบได้ จากนั้นเลือกมโนทัศน์ที่สำคัญจากเนื้อหาแล้วนำมาเรียงลำดับจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบเฉพาะเจาะจง และหาคำมาเชื่อมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เหล่านั้น จนได้เป็นผังมโนทัศน์ขั้นสุดท้ายคือการให้คะแนนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น

4. การประยุกต์ใช้ผังมโนทัศน์และประโยชน์ในการเรียนการสอน

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงการประยุกต์ใช้ผังมโนทัศน์และประโยชน์ของการนำผังมโนทัศน์มาใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

Ault (1982 อ้างถึงใน ไสว ฟักขาว, 2537) กล่าวถึงการประยุกต์ใช้และประโยชน์ของผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอน สรุปได้ดังนี้คือ

1. ใช้ผังมโนทัศน์ในการเตรียมการสอนช่วยบูรณาการเนื้อหาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

2. ใช้ผังมโนทัศน์ในการวางแผนประเมินหลักสูตร

3. ใช้ผังมโนทัศน์เป็นแนวทางในการกำหนดประเด็นที่จะอภิปราย ช่วยทำให้อภิปรายครอบคลุมประเด็นทั้งหมด

4. ใช้ผังมโนทัศน์เป็นแนวทางในการปฏิบัติการทดลอง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและปฏิบัติการทดลองได้ตรงวัตถุประสงค์

5. ใช้ผังมโนทัศน์ในการจับใจความสำคัญจากตำราเรียน จะทำให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น

6. ใช้ผังมโนทัศน์ในการตอบข้อสอบแทนการเขียนตอบ

7. ใช้ผังมโนทัศน์ร่วมกับการสอนแบบบรรยาย ช่วยแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์จากการบรรยายแต่ละครั้ง

8. ใช้ผังมโนทัศน์ในการวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานก่อนที่จะเรียนหรือเริ่มทำการทดลอง

9. ใช้ผังมโนทัศน์รายงานผลการปฏิบัติการ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เข้ากับวิธีการปฏิบัติ

10. ใช้ผังมโนทัศน์สรุปผลการเรียน

Novak และ Gowin (1984) ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ผังมโนทัศน์เพื่อประโยชน์ในทางการเรียนการสอน ดังนี้

1. ใช้สำรวจสิ่งที่นักเรียนรู้แล้ว การเรียนรู้อย่างมีความหมายนักเรียนต้องนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ได้พัฒนามาโดยเฉพาะเพื่อเชื่อมโยงเข้าไปถึงโครงสร้างความรู้ของนักเรียนได้ และสามารถนำสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาแล้วออกมาปรากฏได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อครูที่จะวางแผนการสอนตามความรู้พื้นฐานของนักเรียน นอกจากนี้ยังช่วยในการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ช่วยนักเรียนให้ค้นหาโครงสร้างความรู้ของตนเองว่ามโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียนมีอะไรบ้าง ช่วยนักเรียนให้สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เรียนใหม่กับมโนทัศน์ที่รู้มาแล้ว โดยช่วยให้นักเรียนเลือกคำเชื่อมที่ดี บางทีช่วยให้ระลึกได้ว่าผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นยังไม่เหมาะสมจำเป็นต้องปรับปรุงให้เหมาะ ช่วยนักเรียนให้สามารถแยกได้ระหว่างวัตถุหรือเหตุการณ์เฉพาะเจาะจงกับมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้าง

2. ใช้ผังมโนทัศน์ช่วยผู้เรียนให้สามารถทำแผนผังทิศทางการเรียน ตั้งแต่เริ่มต้นเรียนไปจนถึงจุดหมายปลายทาง สำหรับครูอาจทำผังมโนทัศน์ที่กว้างๆ แสดงถึงแนวคิดที่เป็นหลักใหญ่ๆ ที่จะสอนในหนึ่งภาคเรียนหรือในหนึ่งปีการศึกษา จากนั้นก็พิจารณาถึงผังมโนทัศน์ต่างๆ ที่เฉพาะลงไปซึ่งแสดงถึงส่วนที่จะสอนในระยะ 3-4 สัปดาห์ และในขั้นสุดท้ายจึงเขียนผังมโนทัศน์ลงในรายละเอียดสำหรับการสอนใน 1-3 วัน ครูติดผังมโนทัศน์เหล่านี้ไว้ในห้องเรียนจะเป็นการช่วยเหลือนักเรียนให้ค้นหาและย้อนระลึกความรู้ ความคิดที่เกี่ยวข้อง ทั้งครูและนักเรียนจะได้มองได้ง่ายว่าเรากำลังอยู่ตรงไหน เราผ่านที่ใดมาบ้างแล้วและเรากำลังจะไปไหน

3. ใช้ผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจความหมายของเนื้อหาจากการอ่านหนังสือเรียนมากยิ่งขึ้น บางครั้งหนังสือเรียนอาจมีคำหรือวลีต่างๆ ที่มีความหมายน้อยทำให้เข้าใจยากแต่ถ้าครูเตรียมผังมโนทัศน์ไว้ให้นักเรียนดูล่วงหน้าก่อนที่จะอ่าน ก็จะช่วยให้เข้าใจความหมายดียิ่งขึ้นและประหยัดเวลาในการอ่าน

4. ใช้ผังมโนทัศน์ช่วยทำให้เกิดความหมายในการเรียนจากห้องปฏิบัติการหรืองานภาคสนาม บ่อยครั้งที่นักเรียนเกิดความไม่เข้าใจว่าควรจะทำอะไร หรือเฝ้าสังเกตอะไร และจะทำให้เกิดความไม่เข้าใจมากยิ่งขึ้นจนกระทั่งนักเรียนไม่สามารถทำอะไรได้ ผังมโนทัศน์จะช่วยให้นักเรียนสามารถบ่งชี้ถึงมโนทัศน์และความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่สำคัญ ที่จะช่วยนักเรียนตีความเหตุการณ์และวัตถุที่นักเรียนสังเกตได้

5. ใช้ผังมโนทัศน์ช่วยสรุปประเด็นสำคัญการอ่านจากหนังสือพิมพ์ นิตยสาร และวารสาร การสร้างผังมโนทัศน์หลังการอ่านเปรียบเสมือนการจดบันทึกย่อไว้บนหน้ากระดาษ จะทำให้จดจำสาระสำคัญได้โดยง่าย ช่วยในการทบทวนข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่ในบทความนั้น หลังจากที่อ่านผ่านไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งผังมโนทัศน์จะแทนสาระสำคัญของบทความให้อยู่ในลำดับลดหลั่นกัน

6. ใช้ผังมโนทัศน์ช่วยในการวางแผนเขียนบทความทางวิชาการ บทบรรยาย นักเรียนส่วนมากรู้สึกว่าการเขียนงานทางวิชาการเป็นสิ่งที่น่ากลัว มักจะไม่ทราบว่าจะนำเอาแนวคิดต่าง ๆ ของคนเข้าไปผสมผสานกันได้อย่างไร การสร้างผังมโนทัศน์ก่อนที่จะลงมือเขียนงานจะช่วยนำทางในการเริ่มต้นเขียนงานและช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมความคิดออกมาเป็นโครงสร้างของการเขียน ถึงแม้ว่าการสร้างผังมโนทัศน์ให้สมบูรณ์ก่อนที่จะลงมือเขียนบทความเป็นไปได้ยาก แต่ต่อไปในขณะที่นักเรียนกำลังเขียนบทความและผังมโนทัศน์เริ่มเป็นรูปเป็นร่างขึ้นแล้ว นักเรียนก็อาจจะปรับเปลี่ยนเพิ่มเติม หรือสร้างใหม่ ซึ่งนักการศึกษาเชื่อว่าผังมโนทัศน์ที่ทำขึ้นอย่างมีแบบแผนจะช่วยให้มีความคล่องตัวเป็นสิ่งจำเป็นแก่การผูกเรื่องให้น่าสนใจ

7. ใช้ในการทำโปสเตอร์ แผ่นปลิว นิทรรศการ หรือภาพล้อ ยังสามารถนำเอาวิธีการสร้างผังมโนทัศน์มาใช้ได้ เช่น การใช้เชือกหรือริบบิ้นผูกโยงความคิดที่สำคัญ ๆ กับรูปภาพหรือของตัวอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อแสดงการจัดระเบียบในลักษณะลดหลั่นกันตามความหมาย

ผังมโนทัศน์จะช่วยในการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่สำคัญในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ครอบคลุมมโนทัศน์ทั้งหมด ผังมโนทัศน์สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในระดับโปรแกรมการศึกษาทั้งโปรแกรมหรือทำในระดับแต่ละบทเรียน มโนทัศน์ที่กว้างเหมาะสำหรับใช้เป็นฐานในการวางแผนการสอน ส่วนมโนทัศน์ที่แคบเฉพาะเจาะจงใช้เป็นแนวทางสำหรับเลือกวัสดุการสอนกิจกรรมการสอนแผนการสอนที่ใช้ผังมโนทัศน์จะช่วยประหยัดเวลาในการสอนสามารถเตรียมอุปกรณ์การสอนได้ การใช้ผังมโนทัศน์ช่วยในการสอนแต่ละหน่วย จะทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาและจะเห็นรายละเอียดของเนื้อหาที่สอนได้ชัดเจนและยังเห็นความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการสอนด้วย (Novak and Gowin, 1984)

ผังมโนทัศน์สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผล กล่าวคือ เป็นการยากที่เราจะทราบถึงวิธีที่นักเรียนได้รับและใช้มโนทัศน์ โดยใช้แบบทดสอบที่ใช้กระดาษดินสอ แบบต่าง ๆ ซึ่งใช้วัดความรู้ของนักเรียนได้ไม่ถูกต้อง เมื่อเราถามนักเรียนทีละคนว่าทำไมเขาจึงอย่างนั้น เรามักพบว่าเนื้อหาที่นักเรียนเลือกตอบกับความหมายที่นักเรียนแสดงออกไม่ค่อยจะตรงกัน หรือในบางครั้งนักเรียนอาจตอบข้อสอบแบบปรนัยได้ถูกต้องแต่พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ที่สำคัญไม่ถูกต้องก็ได้ นักเรียนอาจท่องจำขั้นตอนหรือวิธีการเพื่อจะให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่ขาดความเข้าใจในมโนทัศน์ที่จะอธิบายปรากฏการณ์ ความหมายที่นักเรียนได้รับในมโนทัศน์ใด ๆ ไม่ใช่เป็นการรับรู้แบบเดี่ยว ๆ แต่จะเป็นแบบการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์นั้นกับมโนทัศน์อื่นที่เกี่ยวข้องกัน ดังนั้นในการประเมินผลดังกล่าวจะต้องหาวิธีที่มีความเที่ยงและ

ความตรงในการวัดความเข้ามโนทัศน์ที่นักเรียนแสดงออกมา เราจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดที่ทำให้ทราบถึงโครงสร้างความรู้ของนักเรียน นักการศึกษาจึงได้ศึกษาถึงการใช้ผังมโนทัศน์ในการประเมินผลนักเรียน จึงพบว่าผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ (Rowell, 1978 Novak and Gowin, 1984 ; Novak, Gowin, and Johansen, 1983)

Arnaudin และ คณะ (1984) ได้ประเมินผลการใช้ผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนพบว่า

1. ผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถแสดงความรู้ที่ได้อย่างแท้จริงไม่ใช่การเรียนรู้แบบท่องจำ ผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนสามารถแยกความแตกต่างระหว่างความเคยชินของนักเรียนกับความเข้าใจต่อมโนทัศน์ที่ศึกษาอย่างแท้จริง

2. ผังมโนทัศน์ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายได้ง่ายขึ้น

3. ผังมโนทัศน์เป็นวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพ พบได้จากนักเรียนที่ใช้วิธีการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์จะได้รับคะแนนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้ผังมโนทัศน์

4. ผังมโนทัศน์สามารถใช้เป็นเครื่องมือประเมินผล สามารถเปรียบเทียบผังมโนทัศน์ก่อนและหลังเรียน เพื่อแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในการเรียนรู้ของนักเรียน

5. ผังมโนทัศน์ใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมแผนการสอนช่วยในการพิจารณาหัวข้อในการสอน ใช้ผังมโนทัศน์ในการสอน ใช้ทบทวนเนื้อหาก่อนที่จะเรียน และใช้ผังมโนทัศน์ในระหว่างที่ครูบรรยาย

Malone และ Dekker (อ้างถึงใน ศักดิ์สิน สมอุ่นจารย์, 2529) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของผังมโนทัศน์ที่ช่วยในการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ช่วยผสมผสานความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว ทำให้ผู้เรียนจำได้ง่ายและมีความคงทนในการจำ

2. ช่วยให้เกิดแรงจูงใจและท้าทายเมื่อนำมาใช้ตอนเริ่มต้นการเรียนเรื่องใหม่ และทำให้ผู้เรียนรู้ว่าเรื่องใหม่ประกอบด้วยความรู้อะไรบ้าง

3. ช่วยแสดงโครงสร้างของเนื้อเรื่องที่จะเรียนว่ามีความซับซ้อนเพียงใด และแสดงความสัมพันธ์กับมโนทัศน์อื่น ๆ อีกมากมาย

โดยสรุป การประยุกต์ใช้และประโยชน์ของผังมโนทัศน์ต่อการเรียนการสอนมีดังนี้คือ

1. ก่อนดำเนินการเรียนการสอน ครูใช้ผังมโนทัศน์ในการวางแผนการสอนช่วยให้เกิดการบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ วิเคราะห์พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน วางแผนการประเมินผล สำหรับนักเรียนที่ใช้ผังมโนทัศน์ช่วยค้นหาโครงสร้างความรู้ของตนเองเกี่ยวกับ

เรื่องที่จะเรียน ช่วยทำให้เกิดแรงจูงใจก่อนเรียน ช่วยในการวางแผนก่อนเขียนงานทางวิชาการ และช่วยกำหนดทิศทางการเรียนไว้ล่วงหน้า

2. ระหว่างดำเนินการเรียนการสอน ครูใช้ผังมโนทัศน์ช่วยในการสอนแบบบรรยายทำให้การสอนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ช่วยในการตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนระหว่างเรียนสำหรับนักเรียนใช้ผังมโนทัศน์ในการกำหนดประเด็นในการอภิปราย เป็นแนวทางในการปฏิบัติการทดลอง ช่วยสรุปใจความสำคัญจากการอ่าน ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายได้ง่ายขึ้นทำให้จำง่ายและมีความคงทนในการเรียนรู้

3. หลังจากดำเนินการเรียนการสอน ครูใช้ผังมโนทัศน์ในการประเมินผลการเรียนทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างความรู้ของนักเรียน ส่วนนักเรียนใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปผลการเรียน รายงานผลการปฏิบัติการ ใช้ในการประเมินผลและปรับปรุงตนเอง

5. การประเมินผลการสร้างผังมโนทัศน์

การให้คะแนนผังมโนทัศน์มีพื้นฐานจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของ Ausubel โดยเฉพาะแนวคิด 3 ประการ คือ 1) โครงสร้างทางปัญญา 2) กระบวนการจำแนกความแตกต่างแบบก้าวหน้า 3) การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ ดังที่กล่าวมาแล้ว Novak และ Gowin (1984) จึงได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับผังมโนทัศน์ ดังนี้

1. ประพจน์ ความสัมพันธ์ของความหมายระหว่างมโนทัศน์ 2 มโนทัศน์ ได้แสดงไว้โดยเส้นเชื่อมและคำเชื่อมหรือไม่ ความสัมพันธ์นี้สมเหตุสมผลหรือไม่ ให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับแต่ละประพจน์ที่สมเหตุสมผล และมีความหมายตามที่ได้แสดงไว้นั้น

2. ความลดหลั่น ผังได้แสดงความลดหลั่นหรือไม่ มโนทัศน์ย่อยแต่ละมโนทัศน์มีความเฉพาะเจาะจง และมีความเป็นทั่วไปน้อยกว่ามโนทัศน์ที่เขียนไว้ข้างบนหรือไม่ ให้คะแนน 5 คะแนน สำหรับระดับที่สมเหตุสมผลแต่ละระดับของความลดหลั่น

3. การเชื่อมโยงข้าม ผังได้แสดงความต่อเนื่องกันอย่างมีความหมาย ระหว่างส่วนหนึ่งของความลดหลั่นของมโนทัศน์และส่วนอื่นหรือไม่ ความสัมพันธ์ได้แสดงอย่างสมเหตุสมผลหรือไม่ ให้ 10 คะแนน สำหรับแต่ละการเชื่อมโยงข้ามมโนทัศน์ที่สมเหตุสมผลและมีนัยสำคัญ และให้ 2 คะแนน สำหรับแต่ละการเชื่อมโยงข้ามที่สมเหตุสมผลแต่ไม่ได้แสดงถึงการสังเคราะห์ระหว่างกลุ่มของมโนทัศน์หรือประพจน์ที่สัมพันธ์กัน

4. ตัวอย่างเหตุการณ์หรือวัตถุเฉพาะอย่าง ซึ่งเป็นตัวอย่างที่สมเหตุสมผลของสิ่งที่มโนทัศน์บ่งบอกไว้ ให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับแต่ละตัวอย่าง

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Lehman, Carter และ Kahle (1985) ได้วิจัยเรื่องผลการใช้ผังมโนทัศน์และผังวีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนผิวดำชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดย

แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์และผังวี กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบสรุปย่อหลังจากจบบทเรียน และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่อย่างไรก็ตามมีสิ่งบ่งชี้ว่าผลที่เกิดกับกลุ่มทดลองมีแนวโน้มว่าน่าจะเกิดผลดีต่อการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา

Loncaric (1986) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องผลการใช้ผังมโนทัศน์ในการศึกษามโนทัศน์ทางสังคมศาสตร์ ในการวิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนให้สร้างผังมโนทัศน์ก่อนเรียนวิชาสังคมศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ซึ่งทั้งสองกลุ่มได้แบ่งเป็นผู้มีความสามารถด้านการอ่านระดับสูงและระดับต่ำ โดยใช้เกณฑ์การแบ่งจากคะแนนทดสอบความเข้าใจในการอ่าน ผลการวิจัยปรากฏว่าจากแบบทดสอบวิชาสังคมศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านการอ่านระดับสูงและต่ำ

Bodolus (1987) ได้ศึกษาการใช้ผังมโนทัศน์เพื่อช่วยในการเรียนรู้อย่างมีความหมายสำหรับนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างแรกเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 429 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนตามปกติ และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับการสอนตามปกติและไม่ใช้ผังมโนทัศน์ นักเรียนทุกคนได้รับการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งด้านความรู้และด้านเจตคติผลปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการสอนปกติได้คะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มได้รับการสอนปกติเพียงเล็กน้อย

Foley (1987) ได้วิจัยเรื่องผลของการใช้ผังมโนทัศน์ที่มีต่อความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยศึกษาระดับการฝึกให้สร้างผังมโนทัศน์เป็น 2 ระดับคือ 1) ฝึกแบบเข้มซึ่งนักเรียนได้รับการฝึกให้สร้างผังมโนทัศน์จนสามารถสร้างได้ด้วยตนเอง 2) ฝึกแบบให้คำแนะนำ ซึ่งนักเรียนจะเติมมโนทัศน์ลงในผังที่ผู้วิจัยเตรียมให้เท่านั้น การวิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่1 ได้รับการฝึกแบบเข้ม กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกแบบให้การแนะนำ กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม จะได้รับการสอนแบบตอบคำถาม นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มได้รับการสอนคำศัพท์เกี่ยวกับประเทศนิวซีแลนด์ จำนวน 2,000 คำ แล้วทำการทดสอบหลังสอนจบทันทีและหลังสอนจบ 2 สัปดาห์ ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบเข้ม สามารถจดจำสาระสำคัญจากเนื้อหาที่เรียนได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบให้คำแนะนำ และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบตอบคำถาม อย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับ .01 ทั้งการทดสอบหลังจากสอนจบทันที

และหลังจากสอนจบแล้ว 2 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบให้คำแนะนำและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบตอบคำถามได้คะแนนไม่แตกต่างกัน

Feldsine (1988) ได้ศึกษาเรื่องการสร้างผังมโนทัศน์ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป โดยใช้วิธีวิจัยแบบกรณีศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 4 คน จากวิทยาลัยบรูม ในรัฐนิวยอร์ค การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำผังมโนทัศน์ไปใช้เพื่อพัฒนาการเชื่อมความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เรียน การวิจัยเริ่มโดยการให้แนวทางในการสร้างผังมโนทัศน์แก่นักเรียน แล้วจึงให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์จากเนื้อหาในบทเรียนโดยการเพิ่มความซับซ้อนมากขึ้น จนกระทั่งให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์ด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยพิจารณาจากผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยการสัมภาษณ์นักเรียนและจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสร้างผังมโนทัศน์ได้ดี และแสดงความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี เป็นการยืนยันว่าผังมโนทัศน์สามารถนำมาใช้ในวิชาเคมีได้ และช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจบทเรียนและทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือประเมินผลได้เป็นอย่างดี

Pankratius (1988) ได้วิจัยเรื่องการสร้างวิธีรวบรวมความรู้พื้นฐานโดยใช้ผังมโนทัศน์แล้วดูผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ในวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาถึงระดับการใช้ผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วทดลองสอนในวิชาฟิสิกส์จำนวน 6 ห้องเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 2 ห้องเรียน ซึ่งได้รับการสอนตามปกติ ส่วนอีก 4 ห้องเรียน ได้รับการสอนวิธีการสร้างผังมโนทัศน์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ก่อนที่จะเรียนตามปกติ โดยที่ 2 ห้องเรียนจะเป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนให้สร้างผังมโนทัศน์ในระดับต่ำและต้องเสนอผังมโนทัศน์เมื่อเสร็จสิ้นการสอน ส่วนอีก 2 ห้องเรียนได้รับการสอนให้สร้างผังมโนทัศน์ในระดับสูงและต้องเสนอผังมโนทัศน์เมื่อเริ่มเรียนและหลังจากเสร็จสิ้นการเรียน นอกจากนี้ 1 ห้องจาก 2 ห้องเรียนที่ได้รับการสอนแตกต่างกันทั้ง 3 วิธี จะได้รับการทดสอบก่อนเรียน การวิเคราะห์ผลการวิจัยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแฟคตอเรียลในการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนจากการสอน 3 วิธีโดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ (Scholastic Achievement Test Math) เป็นตัวแปรร่วมจากการวิจัยพบว่าคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไม่มีความสัมพันธ์กัน และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพบว่า คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนของวิธีสอนทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และหลังจากเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

Lavie และ Zion (1988) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยใช้วิธีวิจัยแบบกรณีศึกษาและใช้หลักการของ Novak และ Gowin การวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมจากการสัมภาษณ์นักเรียน จากการวิเคราะห์ผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้าง จากผลการสอบของนักเรียน จากวีดิทัศน์ที่บันทึกระหว่างการสอน และจากโครงงานของนักเรียน พบว่าการใช้ผังมโนทัศน์ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ผังมโนทัศน์และการสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลได้ดีกว่าการใช้แบบทดสอบ

Okebukola และ Jegede (1988) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของพฤติกรรมทางความรู้และแบบการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาชีววิทยา โดยการใช้ผังมโนทัศน์กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นกลุ่มทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดผังมโนทัศน์และกลุ่มควบคุมสอนโดยการสอนแบบบรรยาย ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และพบว่าพฤติกรรมการเรียนรู้แต่ละด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และด้านการนำไปใช้ และแบบการเรียนรู้แต่ละแบบซึ่งได้แก่แบบเรียนเป็นกลุ่มและแบบเรียนตามลำพัง ให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

Jegede และคณะ (1990) ได้ศึกษาผลของการใช้ผังมโนทัศน์ที่มีต่อความวิตกกังวลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาชีววิทยา โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดผังมโนทัศน์ ส่วนกลุ่มควบคุมสอนโดยการบรรยาย ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และกลุ่มทดลองมีความวิตกกังวลน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

Schreiber และ Abegg (1991) ได้วิจัยเพื่อศึกษาการใช้ผังมโนทัศน์ในการประเมินผลการเรียนในวิชาเคมีของนักศึกษาในระดับวิทยาลัย โดยให้คะแนนนักศึกษาจากผังมโนทัศน์ที่นักศึกษาสร้างขึ้น พบว่า ผังมโนทัศน์สามารถใช้วัดความรู้ที่นักศึกษามีอยู่ รวมทั้งวัดความสามารถในการให้เหตุผล และวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักศึกษา

Michael (1995) ได้ศึกษาความตรง (Validity) ของผังมโนทัศน์เพื่อใช้ในการประเมินโครงสร้างทางปัญญาของนักศึกษา โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรก ได้รับการสอนวิธีการสร้างผังมโนทัศน์ก่อนแล้วจึงสอนเนื้อหา กลุ่มที่สองไม่สอนวิธีการสร้างผังมโนทัศน์ แต่ให้ใช้วิธีวาดภาพสะท้อนความคิดว่าคิดอย่างไร ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนเนื้อหาก่อนแล้วจึงสอนวิธีสร้างผังมโนทัศน์ หลังจากทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทุกกลุ่มแล้ว จึงนำมาเปรียบเทียบกับผังมโนทัศน์ของครู พบว่าผังมโนทัศน์ของนักศึกษามีลักษณะคล้ายกับของครู นักศึกษาทั้งสองกลุ่มที่ได้รับการฝึกให้สร้างผังมโนทัศน์จะมีความตรงสูง ส่วนนักศึกษาที่ไม่ได้รับ

การฝึกฝนให้สร้างผังมโนทัศน์จะไม่มีความตรง กลุ่มที่ได้รับการฝึกก่อนและหลังการสอนเนื้อหามีความตรงไม่แตกต่างกัน

Wholeben (1995) ได้ศึกษาการใช้ผังมโนทัศน์ในการประเมินผลการเปลี่ยนมโนทัศน์ของนักเรียน โดยการให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์ตามแบบจำลองของ Novak และ Gowin หลังจากที่เรียนเนื้อหาแล้ว พบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการใช้ผังมโนทัศน์ คือ 1) ต้องการที่จะเรียนเกี่ยวกับผังมโนทัศน์อย่างมาก 2) ต้องการนำเทคนิคการสร้างผังมโนทัศน์ไปใช้เพื่อการเรียนในอนาคต 3) เหมาะสมที่จะเป็นเครื่องมือในการประเมินผลและเครื่องมือในการเรียนรู้ ผังมโนทัศน์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งของนักการศึกษานำมาใช้เป็นเครื่องมือวัดที่ทำให้เกิดความเข้าใจถึงการพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนที่จะเข้าใจเนื้อหาที่เรียน

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างผังมโนทัศน์ เช่น

Mc Aleese (1985) พบว่า มีความประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง เนื่องจากนักเรียนสามารถวางมโนทัศน์ไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ บนจอภาพได้ง่ายและสามารถเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ ได้ ให้ความยืดหยุ่นมากกว่าการใช้แผ่นกระดาษกับกาวยางซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายได้เหมือนกัน การใช้คอมพิวเตอร์มีความยืดหยุ่นเหมือนกับการเขียนมโนทัศน์ลงบนแผ่นกระดาษขนาดเล็กแต่ละแผ่นที่สามารถวางและเคลื่อนย้ายได้ แต่บ่อยครั้งที่คอมพิวเตอร์ทำได้รวดเร็วกว่า

Kozma และ Van Rockel (1986) ได้พัฒนาการสร้างผังมโนทัศน์ด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ โปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนักเรียนสามารถใช้ได้ง่าย กับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ Macintosh โปรแกรมสามารถสร้างข้อความ และวัสดุที่เกี่ยวกับการเรียนรู้อื่น ๆ ได้และสามารถนำมาสร้างเป็นผังมโนทัศน์ได้โดยอัตโนมัติ นักเรียนสามารถใช้ผังมโนทัศน์นี้เพื่อการศึกษาและการทบทวน

Cammelot (1987) ได้ศึกษาแนวทางการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการสร้างผังมโนทัศน์กับนักเรียนเกรด 6-8 โดยใช้เนื้อหาวิชาเศรษฐศาสตร์ในบ้าน ขั้นเริ่มแรกนักเรียนฝึกสร้างผังมโนทัศน์ด้วยกระดาษและกาวยาง ต่อมาจึงสร้างลงบนจอคอมพิวเตอร์ พบว่า นักเรียนประสบความสำเร็จในการสร้างผังมโนทัศน์อย่างมาก และมีความสุขในใช้การคอมพิวเตอร์ช่วยสร้างผังมโนทัศน์

Edwards (1995) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการสร้างผังมโนทัศน์ที่มีความซับซ้อนของนักเรียนระหว่างการสร้างผังมโนทัศน์โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการสร้างโดยใช้ดินสอกับกระดาษ แล้วนำผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นมาเปรียบเทียบกับผังมโนทัศน์ของผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมใช้ดินสอกับกระดาษ กลุ่มทดลองใช้

คอมพิวเตอร์ พบว่า นักเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างผังมโนทัศน์จะสามารถสร้างได้แตกแขนงและมีลำดับชั้นมากกว่านักเรียนกลุ่มที่ใช้ดินสอกับกระดาษ และนักเรียนกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์มีเจตคติในทางบวก

สำหรับงานการศึกษาวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับการใช้ผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนมีดังนี้

พิทักษ์ เจริญวานิช (2531) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยการใช้ผังมโนทัศน์ กับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อดิสัย ทุมวงษา (2532) ได้วิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเชื่อมสัมพันธ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 6 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเชื่อมสัมพันธ์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ไม่ว่าจะเป็นด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และด้านการนำไปใช้

สุนีย์ สอนตระกูล (2534) ได้พัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคงทนของการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ พบว่า ระบบการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนของการเรียนรู้สูง

ไสว ฟักขาว (2537) ได้วิจัยและพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ การวิจัยพบว่าระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี มีองค์ประกอบดังนี้ 1) ตัวป้อน 2) กระบวนการ 3) ผลผลิต 4) กลไกควบคุมในการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

บรรจง สิทธิ (2537) ได้ศึกษาวิจัยผลการใช้เทคนิคการจัดกรอบมโนทัศน์ในการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาชีววิทยา ผลปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 10 มโนทัศน์ จากมโนทัศน์ทั้งหมด 12 มโนทัศน์ และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีจำนวนผู้เปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุมในทุกมโนทัศน์ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิภา เกียรติธนะบำรุง (2537) ได้ทำการศึกษาผลการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาทางบวก

จากงานวิจัยต่าง ๆ ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปผลการใช้ผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอน ได้ดังนี้

1. การสร้างผังมโนทัศน์เป็นเทคนิคการสอนที่สามารถนำมาใช้สอนในวิชาต่าง ๆ ได้หลายวิชา ได้แก่ วิชาชีววิทยา วิทยาศาสตร์ทั่วไป การอ่าน สิ่งแวดล้อมศึกษา เศรษฐศาสตร์ สังคมศึกษา เคมี ฟิสิกส์ ฯลฯ ทำให้นักเรียนเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากขึ้น ซึ่งเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

2. ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือประเมินผลได้เป็นอย่างดี สามารถใช้วัดความรู้ความสามารถในการใช้เหตุผลของนักเรียน และวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ ทำให้ครูทราบโครงสร้างความรู้ของนักเรียน

3. นักเรียนที่ได้รับการฝึกฝนให้สร้างผังมโนทัศน์ขึ้นได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เกิดความคงทนในการเรียนรู้

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติ

5. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนโดยใช้ผังมโนทัศน์

6. คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกให้นักเรียนสามารถสร้างผังมโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการสร้างผังมโนทัศน์

7. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ สามารถเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้มากกว่าการสอนด้วยวิธีปกติ