บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ เรื่องที่ศึกษาแบ่งเป็น

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอน และคอมพิวเตอร์ช่วยเสริมการเรียนการเรียนการสอน
   - 1.1 คำจำกัดความ
   - 1.2 คำศัพย์ที่เกี่ยวข้อง
   - 1.3 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. การสังเคราะห์งานวิจัย
   - 2.1 ความหมายของการสังเคราะห์งานวิจัย
   - 2.2 ความสำคัญและความจำเป็นของการสังเคราะห์งานวิจัย
   - 2.3 ประเภทของการสังเคราะห์งานวิจัย
   - 2.4 ลักษณะเฉพาะของการสังเคราะห์งานวิจัย
3. การวิเคราะห์เมทด้า
   - 3.1 ลักษณะสำคัญของการวิเคราะห์เมทด้า
   - 3.2 การวิเคราะห์เมทด้าตามแนวของกล้าส
   - 3.3 ขนาดอิทธิพล
   - 3.4 ปัญหาและข้อจำกัดของการวิเคราะห์เมทด้า
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอน และคอมพิวเตอร์ช่วยเสริมการเรียนการสอน

1.1 คำจำกัดความ

ก. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer - Assisted Instruction or Computer - Aided Instruction : CAI) มีนักวิชาการหลายท่านให้คำจำกัดความของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

ทักษินา สวนานนท์ (2530) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล นักเรียนแต่ละคนจะได้นั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หรือเทอร์มินอลที่ต่อกับเมนเฟรม เรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้สำหรับการสอนวิชานั้นๆ ขึ้นมาบนจอภาพซึ่งจะแสดงบทเรียนเป็นคำอธิบาย หรือรูปภาพ

ยืน ภู่วรวรรณ (2531) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2533) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นโปรแกรมการสอนประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นการรวมระหว่างบทเรียนแบบโปรแกรมและเครื่องช่วยสอนเข้าไว้ด้วยกัน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีความหมายอยู่ในตัวแล้ว นั่นคือการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสอนมิได้หมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์สอนแทนครูทั้งหมด อาจมีเนื้อหาบางส่วนที่ครูสอน บางส่วนให้เรียนจากคอมพิวเตอร์หรือครูสอนเนื้อหาทั้งหมดส่วนการทบทวน และการทดสอบความรู้ ปล่อยให้เป็นหน้าที่ของคอมพิวเตอร์ และสำหรับผู้เรียนที่เรียนตามไม่ทันก็ให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ ในลักษณะการสอนเสริมกิจกรรมซึ่งวิธีการเหล่านี้ก็อยู่ภายใต้ขอบข่ายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อช่วย และ/หรือส่งเสริมกิจกรรมการเรียนการสอน มีทั้งการฝึกทักษะ การฝึกทบทวน การศึกษาเนื้อหาใหม่ การใช้เกมการสอน การศึกษาแบบสถานณ์การจำลอง และการทดสอบ มีการสร้างบทเรียนหรือเนื้อหา

เตรียมไว้ก่อน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ กำหนดอัตราความก้าวหน้าด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง ส่วนผลการเรียนผู้เรียนสามารถบันทึกเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์หรือพิมพ์ออกมาด้วยเครื่องพิมพ์เพื่อนำมาเปรียบเทียบผลมาตรฐานได้อีกด้วย

ข. คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอน (Computer - Managed Instruction: CMI)

หมายถึงการนำเอาระบบการจัดเก็บและจัดกระทำข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในขบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อที่สามารถติดตามและควบคุมกระบวนการสอนและการพัฒนาสู่ความสำเร็จของผู้เรียนแต่ละคน เป็นการนำมาใช้เป็นสื่อจัดการหรือบริหารการสอนทั้งหมด วิเคราะห์นักเรียน วางแผนการเรียนการสอน เก็บข้อมูลของนักเรียนตลอดจนประเมินผลนักเรียน เป็นแหล่งรวมสื่อการเรียนและรวบรวมข่าวสารเกี่ยวกับห้องสมุดเป็นแหล่งรวบรวมวัสดุการเรียนที่สามารถเก็บไว้ได้ในระบบความจำหรือแผ่นบันทึกข้อมูล (Disk) ส่วนมากเป็นรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงถือได้ว่า CAI เป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของระบบ ของ CMI (สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2531; Kulik and Kulik, 1991)

ค. คอมพิวเตอร์ช่วยเสริมการเรียนการสอน (Computer - Enriched Instruction หรือ CEI)

หมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นแหล่งเผยแพร่ข้อมูลที่จำเป็นต่อผู้เรียนในการเรียนการสอน พร้อมเป็นแหล่งช่วยให้เกิดพัฒนาโปรแกรมโดยผู้เรียน (Kulik and Kulik, 1991)

1.2 คำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในกิจการด้านต่าง ๆ ของมนุษย์เป็นอันมาก รวมถึงด้านการศึกษา ได้มีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง จึงมีคำที่เกี่ยวข้องใช้เรียกในภาษาอังกฤษ แตกต่างกันดังนี้

CAI = Computer - Assisted Instruction, Computer - Aided Instruction

CAA= Computer - Assisted Administration

CAE = Computer - Assisted Education

CAL = Computer - Assisted Learning

CAT = Computer - Aided Teaching

CBI = Computer - Based Instruction

CBE = Computer - Based Education

CBL = Computer - Based Learning

CBT = Computer - Based Training

CEI = Computer - Enriched Instruction

CMI = Computer - Managed Instruction

CSE = Computer - Stimulated Experiment

ICAI = Intelligent Computer - Assisted Instruction

1.3 ประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์, 2536; วารินทร์ รัศมีพรหม, 2535) แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

ก. จัดตามลักษณะวัตถุประสงค์ของบทเรียนหรือคำสอน ได้แก่

1. แบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะปฏิบัติ แบบฝึกทบทวน (drill and Practice) เป็นบทเรียนเน้นการฝึกทักษะและการปฏิบัติ เป็นขั้นเป็นตอน มีการใช้ทฤษฎีการเสริมแรง (reinforcement theory) เข้ามาเกี่ยวข้อง ลักษณะบทเรียนจะมีคำถาม ให้ผู้เรียนตอบหลายรูปแบบพร้อมกับแสดงผลป้อนกลับ (feedback) ทางลบหรือทางบวกด้วย

2. แบบสอนเนื้อหา แบบสอนรายบุคคล แบบสอนเฉพาะราย แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (tutorials) เป็นบทเรียนที่เสนอเนื้อหา ความรู้แก่ผู้เรียน รูปแบบต่างๆ เป็นเรื่องราว ข้อความ ภาพ เสียง ลักษณะการเสนอเนื้อหาอาจเป็นแบบเส้นตรง(Linear) หรือแบบสาขา(Branching) ผู้เรียนสามารถที่จะเตาคำตอบหรือทดลองตอบให้กับเครื่อง ผู้เรียนจะสามารถย้อนกลับไปเรียนหรือข้ามไปเรียนตอนใหม่ได้ เมื่อเรียนจบแล้วสามารถบันทึกผลการเรียนได้

3. แบบสถานการณ์จำลอง การจำลองแบบ (simulation) เป็นบทเรียนเพื่อใช้ในการเรียนการสอนกับสภาพการณ์ซึ่งจำลองให้คล้ายความเป็นจริง เป็นการย่อส่วนของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้ปรากฏเป็นรูปร่างไม่ให้ซับซ้อนหรือไม่ยากต่อความเข้าใจได้ ผู้เรียนได้เรียนรู้ในด้านการควบคุมสถานการณ์ การตัดสินใจ การตอบโต้กับสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จำลอง การได้ทดสอบเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ซึ่งการจำลองสถานการณ์ แบ่งเป็น 4 แบบ ดังนี้

3.1 เชิงกายภาพ (physical simulation)

3.2 เชิงขั้นตอนการทำงาน (procedural simulation)

3.3 เชิงเหตุการณ์ (situational simulation)

3.4 เชิงกระบวนการ (process simulation)

4. แบบสาธิต (demonstration) เป็นการสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตโดยครู คอมพิวเตอร์มีทั้งเส้น สี และเสียง ครูสามารถนำมาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับบทเรียนในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ เช่น การแสดงความสมดุลของสมการ การโคจรของดาวพระเคราะห์ระบบสุริยจักวาล การหมุนเวียนโลหิต เป็นต้นซึ่งจะสะดวกและลดความยุ่งยากในการใช้โสตทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ ให้กับผู้สอน

5. แบบเกมการศึกษา แบบเกมการสอน (educational games, Instructional games) เป็นบทเรียนที่จะให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้ ทักษะ และความสนุกสนาน มีการแข่งขันโต้ตอบระหว่างผู้เล่นคนอื่นหรือจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ภายใต้กฎเกณฑ์ ข้อบังคับพร้อมกับข้อสนเทศต่าง ๆ

6. แบบการแก้ปัญหา แบบการสร้างสิ่งแวดล้อมให้แก้ปัญหา (problem- solving, problem-solving environment) เป็นบทเรียนที่เสนอเนื้อหา 2 แบบ คือ เป็นโปรแกรมที่ให้ผู้เรียนป้อนคำถามหรือปัญหาเองแล้วให้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยหาคำตอบ อีกแบบหนึ่งเป็นแบบที่เป็นคำถามหรือปัญหาที่มีในโปรแกรมสร้างไว้แล้วให้ผู้เรียนค้นหาวิธีแก้ปัญหา

7. แบบสนทนา (dialogue) เป็นบทเรียนที่ค่อนข้างยุ่งยากในการสร้าง ลักษณะบทเรียนเป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน คล้ายเป็นการพูดคุยโต้ ตอบระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนโดยใช้การโต้ตอบด้วยตัวอักษรบนจอภาพแทนเสียงพูด

8. แบบทดสอบ (testing) เป็นบทเรียนในลักษณะข้อสอบ การทดสอบผู้เรียน การคิดคะแนน แจ้งผลให้ทราบได้ทันที พร้อมประเมินผลการสอบ

ข. จัดตามลักษณะการสร้างบทเรียนหรือคำสอน (ยืน ภู่วรวรรณ, 2531; ครรชิต มาลัยวงศ์, 2526)

1. ประเภทคำสอนตายตัว สร้างเป็นโปรแกรมตายตัว คำถามแน่นอน การเรียนที่กี่ครั้งก็ตามเครื่องจะแสดงคำถามเดิม

2. ประเภทสร้างคำสอนเอง ให้เครื่องสร้างตัวอย่างสร้างคำสอนเองได้ เหมาะกับวิชาที่มีหลักเกณฑ์ตายตัวเช่นคณิตศาสตร์

3. ประเภทเปลี่ยนคำสอนเอง แบบนี้ใช้หลักการปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) โดยระบบจะสร้างคำถามขึ้นเอง แล้ววัดความสามารถของนักเรียน ถ้านักเรียนเข้าใจก็จะกำหนดบทเรียนให้ได้ยากขึ้น ถ้าไม่เข้าใจก็จะลดบทเรียนให้ง่ายลง เป็นการเรียนที่วิเคราะห์ผู้เรียนตลอดเวลา

1.8 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ดำเนินการตามองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนดังนี้ (E. R. Steinberg,1991)

1. การวางแผน (plan) เพื่อให้การออกแบบบทเรียนตรงตามเป้าประสงค์ (goals) ทั้งการเรียนการสอนและการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. การดำเนินการ (procedure) การดำเนินการการออกแบบการเรียนการสอน จะต้องคำนึงถึง

2.1 การเรียนรู้ระบบ (system approach) การเรียนรู้ระบบ จะเน้นถึงระบบการพัฒนาการเรียนการสอน (instructional development systems) แบบต่างๆ เช่น แบบแอนเดอร์สันและฟอสท์ บริกก์ ดิคและแคร์รี่ เกเย่ บริกก์และวาเกอร์ ฯลฯ โดยสรุปขั้นตอนตามลำดับตั้งแต่ การกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ รายการทดสอบ การวิเคราะห์งาน ภูมิรู้ของผู้เรียน การเลือกสื่อ การพัฒนาวัสดุอุปกรณ์การสอน การประเมินผล

2.2 การเรียนรู้เชิงวิวัฒนาการ (evolution approach) การเรียนรู้เชิงวิวัฒนาการ ในด้านการออกแบบการเรียนการสอนที่เป็นการเรียนรู้ เพื่อให้ทราบถึงผลการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการตัดสินทางเลือก

2.3 การเรียนรู้วิธีทางคณิตศาสตร์และสถิติ (mathermatical /statical approach) การเรียนรู้วิธีการทางคณิตศาสตร์และสถิติ เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531) ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาเนื้อหาใหม่ (tutorial) โดยเน้นการผสมผสานของกราฟิค สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ ฯลฯ ขั้นตอนการออกแบบนี้ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่ ดังนี้

1. การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (gain attention) ทำได้โดยการใช้ ภาพ สี และ/หรือเสียงประกอบ ในการสร้างไตเติล (title) ควรใช้กราฟิคขนาดใหญ่ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟิคภาพควรค้างอยู่บนจอจนกว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนภาพ ในกราฟิคควรบอกชื่อเรื่องที่จะเรียน แสดงบนจอได้เร็วและควรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (speccify objectives) ในขั้นนี้ นอกจากจะทำให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาเพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งจะต้องคำนึงด้วยว่า ควรใช้คำสั้นๆ และเข้าใจง่าย หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเข้าใจโดยทั่วไปไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ถ้าเป็นบทเรียนใหญ่ควรมีวัตถุประสงค์

กว้างๆต่อด้วยเมนู (menu) แล้วจึงมีวัตถุประสงค์ย่อยปรากฏบนจอทีละข้อโดยใช้กราฟิคง่ายๆ และการเคลื่อนไหวเข้าช่วย

3. ทบทวนความรู้เดิม (active prior knowledge) เป็นการประเมินความรู้เดิมเตรียมผู้เรียน การทบทวนไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา

4. ให้เนื้อหาและความรู้ใหม่ (present new information) ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กระทัดรัด ง่าย และได้ใจความ ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไปใช้เวลานานไป เข้าใจยาก หรือออกแบบโปรแกรมในส่วนของเนื้อหาควรคำนึงด้วยว่าควรใช้ภาพประกอบเฉพาะส่วนเนื้อหาที่สำคัญอาจใช้กราฟิคในลักษณะต่างๆ เช่นแผนภาพ แผนภูมิ ภาพเปรียบเทียบช่วย เนื้อหาที่ยากและซับซ้อนควรใช้ตัวชี้นำ (cue) เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้กราฟิคที่ยาก ควรจัดรูปแบบให้น่าอ่าน ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ควรเสนอกราฟิกเท่าที่จำเป็นและไม่ควรใช้สีเกิน 3 สี ใช้คำที่คุ้นเคย การโต้ตอบควรมีหลาย ๆ แบบ

5. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (guide learning) ผู้เรียนจะจำได้ดีถ้าบทเรียนที่ระบบการนำเสนอเนื้อหาดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และควรแสดงให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่และสิ่งใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียนบางครั้งควรให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไปบ้างถ้าเนื้อหายากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นการตอบสนอง (elicit responses) ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิด ร่วมกิจกรรมซึ่งย่อมทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดี ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว ไม่ควรให้ตอบยาว ควรเร้าความคิด อาจใช้กราฟิคหรือเกมช่วยในการตอบสนอง หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำๆ และไม่ควรมีคำถามหลายคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของผู้เรียน คำถาม และผลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบ (frame) เดียวกัน

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (provide feedback) บทเรียนจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้มากถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เล่น โดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ผลย้อนกลับเพื่อบอกว่าผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด และควรคำนึงด้วยว่าผลย้อนกลับควรให้ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนองบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถามคำตอบ และผลย้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน ควรใช้ภาพง่ายๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเข้าช่วย หลีกเลี่ยงการให้ภาพที่ตื่นตาเพื่อหลีกเลี่ยงผลทางภาพจะทำให้ผู้เรียนสนใจมากกว่าเนื้อหา ไม่ควรใช้กราฟิคที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ควรเฉลยเมื่อผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง อาจใช้เสียงสูงเมื่อทำถูก เสียงต่ำเมื่อทำผิด ใช้

การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้-ไกลจากจุดหมายและควรเปลี่ยนรูปแบบของผลย้อนกลับบ้างเพื่อเร้าความสนใจ

8. ทดสอบ (assess performance) เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนและให้ผู้เรียนสามารถจำได้ ควรคำนึงด้วยว่าแบบทดสอบควรตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อทดสอบ คำตอบ และข้อมูลย้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกันและขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรให้ผลย้อนกลับครั้งเดียวในหนึ่งคำถามและควรบอกผู้เรียนถึงวิธีที่จะตอบให้ชัดเจน บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอย่างอื่นด้วยหรือไม่ที่จะช่วยในการทำแบบทดสอบ และต้องคำนึงถึงความแม่นตรงและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ อย่าตัดสินใจว่าตอบผิด ถ้าคำตอบไม่ชัดเจนควรใช้ภาพประกอบในการตั้งคำถาม ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าพิมพ์ผิดวรรคผิด ใช้แบบตัวอักษรผิด เช่น ตอบเป็นตัวพิมพ์แทนที่จะเป็นตัวเขียนในภาษาอังกฤษเป็นต้น

9. การนำความรู้ไปใช้ (promote retention and transfer) ควรให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรเพื่อทบทวนแนวคิดสำคัญ เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจทำประโยชน์ได้และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

ส่วน ช่วงโชติ พันธุเวช (2535) ได้แบ่งขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการออกแบบ (Instructional design)

1.1 วิเคราะห์เนื้อหา เป็นเนื้อหาที่มีการฝึกทักษะซ้ำบ่อยๆ ประหยัดการสอนจำลองการสาธิตจริง

1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ โดยคำนึงถึงศักยภาพบุคลากร ระยะเวลาการทำ งบประมาณการจัดทำ

1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดคุณลักษณะและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียน

1.4 ลำดับขั้นตอนการทำงาน ทำเป็น storyboard และ flow chart โดยเน้นในเรื่องภาษาที่เหมาะสมกับผู้เรียน ขนาดของข้อความในหนึ่งจอภาพ ขนาดตัวอักษร การเสริมแรง จิตวิทยาการเรียนรู้ การชี้แนะ แบบฝึกหัด ความสนใจ การประเมินผล

2. ขั้นการสร้างและพัฒนา (Instructional development)

2.1 สร้างโปรแกรมการเรียน

2.2 ทดสอบการทำงาน

2.3 ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้งานและเพื่อให้การนำไปใช้งานมีประสิทธิภาพควรจัดทำคู่มือผู้เรียน คู่มือครู คู่มือการใช้เครื่อง

3. ขั้นการประยุกต์ใช้ (Instruction implementation)

3.1 ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน

3.2 ประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบ แบบสอบถาม

1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.4.1 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2531; ทักษิณา สวนานนท์, 2530; นิพนธ์ ศุขปรีดี,2531)

1.4.1.1 ด้านสีสัน ความสวยงาม เนื่องจากบทเรียนที่มีสีสันย่อมดึงดูดความสนในของผู้เรียนได้ดีกว่าสีขาว-ดำ โดยเฉพาะความสนใจของเด็กนั้นจะชอบสีสันและยังมีผลในด้านความจำคงทนกว่าอีกด้วย

1.4.1.2 ด้านเสียง นอกจากใช้เสียงเป็นสิ่งเร้ายังสามารถใช้เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ในการตอบถูกหรือผิด

1.4.1.3 ด้านกราฟิค การใช้ภาพหรือกราฟิคประกอบบทเรียนในคอมพิวเตอร์จะได้เปรียบในแง่การทำให้เคลื่อนไหวได้ประกอบคำอธิบาย เช่นการทำให้เคลื่อนไหวช้าๆ หรือเร็วๆ พร้อมกับสีที่เปลี่ยนไป จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สนใจมากขึ้น และกราฟิคจะเป็นสิ่งดึงดูดใจผู้เรียน

1.4.1.4 ด้านการศึกษารายบุคคล เนื่องจากผู้เรียนถ้ามีโอกาสได้เรียนรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเองแล้วการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงสุดและได้เปรียบบทเรียนแบบโปรแกรมคือสามารถนำมาใช้ได้อีก เป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.4.1.5 ด้านกิจกรรม เพราะลักษณะของบทเรียนนั้นจะเป็นการพูดคุยกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีโอกาสเลือก ตัดสินใจ หรือแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ด้วยการเติมข้อมูล

1.4.1.6 ด้านความรู้สึก ผู้เรียนจะมีความรู้สึกเหมือนกับว่าตนเองกำลังเรียน ศึกษาหรือกำลังคุยอยู่กับใครคนหนึ่ง ซึ่งมีความรู้สึก มีอารมณ์ขัน มีความชอบใจไม่ชอบใจ ทำให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้

1.4.1.7 ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการบอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่าตนเองทำไปหรือตอบไปนั้นผิดหรือถูกอย่างไรและเป็นการเสริมแรงอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งข้อดีก็คือสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็วในลักษณะที่เป็นทั้งภาพและเสียง

1.4.1.8 ด้านกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เนื่องจากเด็กไม่สามารถบอกได้ว่าเขาจะพบอะไรในหน้าต่อไป

1.4.1.9 ผู้เรียนสามารถทราบผลการเรียนของตนเองในการปฏิบัติกิจกรรมได้เร็วกว่าสื่ออื่นๆ เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้เหมือนตำราเรียนและไม่สามารถข้ามขั้นตอนของระบบการเรียนการสอนได้

1.4.1.10 สามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนวิเคราะห์ผลการเรียนของแต่ละคนได้

1.4.1.11 ลดเวลาเรียนลง เมื่อเทียบกับการเรียนในห้องเรียน

1.4.2 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้ (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์, 2536)

1.4.2.1 การออกแบบโปรแกรมเป็นงานที่ใช้เวลาและความสามารถมากและครูผู้รู้เนื้อหาวิชา แต่ไม่สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง การพึ่งพาโปรแกรมเมอร์ยังคงต้องพบอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่

1.4.2.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในลำดับขั้นสูงๆ ของ Cognitive Domain ได้ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึง Affective Domain และ Psychomotor Domain ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้นอีก

1.4.2.3 เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์บางครั้งให้ผลตรงข้ามผู้เรียนไม่ชอบที่จะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์

1.4.2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคมเพราะผู้เรียนจะใช้เวลาและทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนด้วยกัน

1.4.2.5 ผู้เรียนบางประเภท โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใหญ่ ไม่ชอบที่จะเรียนตามลำดับขั้นหรือเป็นไปตามขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะมีหลักการในการออกแบบให้เรียนไปตามขั้นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแบบแผนของการเรียนกับผู้เรียน

1.4.2.6 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จะลดลงแต่สิ่งแวดล้อมในการเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่างๆ ยังมีราคาสูงและจำกัดอยู่ในเฉพาะเขตตัวเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้ได้กับท้องที่ในชนบทห่างไกลความเจริญที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี เช่นไฟฟ้า สายโทรศัพท์เป็นต้น

1.4.2.7 ในประเทศไทย ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากรทางด้านการศึกษาตลอดจนโปรแกรมเมอร์ที่จะสร้างงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ยังขาดแคลน การพัฒนาโปรแกรมต่างๆมุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษา จะสังเกตได้จากตลาดที่วางขายซอฟแวร์จะมีตัวคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน้อยเมื่อเทียบกับซอฟแวร์ทางด้านธุรกิจ

1.4.2.8 ผู้เรียนและผู้สอนบางกลุ่มคาดหวังว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนสูงโดยคาดหวังไว้มากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงทุนไปแต่ผลกลับคืนที่ได้รับอาจน้อยกว่าที่คาดหวังและธรรมชาติของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้จะประกอบด้วยปัจจัยอื่นๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมาก ถ้าคิดคำนวณการลงทุนเบื้องต้นก็จะทำให้สัดส่วนของการลงทุนกับผลที่ได้รับไม่เป็นที่พอใจของผู้ที่จ่ายเงินกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.4.2.9 โปรแกรมที่ออกแบบใช้เพื่อเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ น้อยมากที่จะมีโปรแกรมเมอร์ที่สามารถทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมความคิดสร้างเสริมส่วนมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบผู้ที่สร้างโปรแกรมได้ทำไว้

1.4.2.10 ปัญหาทางเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาจากแหล่งต่างๆ มีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกันและความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลงกลไกการตลาด ทำให้ผู้ใช้ได้สินค้าด้อยคุณภาพ นอกจากนี้โปรแกรมที่ออกวางขายและอุปกรณ์ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีอยู่หลายมาตรฐานหลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ ทำให้ขาดทิศทางที่ชัดเจนในการพัฒนาโปรแกรมที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

2. **การสังเคราะห์งานวิจัย** มีรายละเอียดดังนี้ (อุทุมพร จามรมาน, 2531; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2531; ศิริยุพา พูลสุวรรณ, 2530; สุพัฒน์ สุกมลสันต์, 2535)

2.2 ความหมายการสังเคราะห์งานวิจัย

การสังเคราะห์งานวิจัย (research synthesis) เป็นระเบียบวิธีการศึกษาหาข้อเท็จจริงเพื่อตอบปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ หลายๆเรื่องมาศึกษาวิเคราะห์แล้วนำเสนอข้อสรุปอย่างมีระบบ ให้ได้คำตอบปัญหาที่เป็นข้อยุติ แนวคิดนี้ได้มองงานวิจัยทุกเรื่องที่ศึกษาปัญหาตามขอบเขตที่ผู้บูรณาการกำหนดเป็นประชากรของงานวิจัยที่จะบูรณาการข้อค้นพบ ศัพท์ที่มีความหมายใกล้เคียงและใช้แทนศัพท์การสังเคราะห์งานวิจัย ได้แก่ ระเบียบวิธีบูรณาการงานวิจัย (method of integrating research) ระเบียบวิธีผสม

ผสานงานวิจัย (method of combining research) การวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ (the analysis of analyses) หรือ การวิจัยงานวิจัย (research of research) นักวิจัยทำการสังเคราะห์งานวิจัยได้เป็นสองลักษณะ ลักษณะแรก เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยการสังเคราะห์งานวิจัยเพื่อเป็นพื้นฐานในการออกแบบการวิจัยและกำหนดสมมุติฐาน ลักษณะที่สอง เป็นการวิจัยเพื่อแสวงหาความรู้ใหม่และนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อมวลมนุษย์และสังคม ดังนั้นการสังเคราะห์งานวิจัยจึงมีความสำคัญต่อนักวิจัยและผู้ต้องการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยทั้งในฐานะที่เป็นกิจกรรมหนึ่งของการวิจัยและในฐานะการวิจัยเต็มรูป

2.3 ความสำคัญและความจำเป็นของการสังเคราะห์งานวิจัย

เป้าหมายในการพัฒนาศาสตร์แต่ละสาขานั้นมุ่งเน้นที่การพัฒนาหรือสร้างองค์ความรู้หรือทฤษฎีใหม่ ซึ่งจะต้องอาศัยผลงานวิจัยในอดีตเป็นพื้นฐาน แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยต่างๆที่มีอยู่นั้นมีปริมาณมากเกินกว่าที่จะศึกษาได้หมดจึงจำเป็นที่จะต้องแสวงหาวิธีที่เหมาะสม เพื่อหาข้อสรุปของข้อค้นพบอย่างเป็นระบบจากงานวิจัยดังกล่าว มิฉะนั้นอาจเกิดความสับสนเพราะความหลากหลายของข้อมูล (Glass and Others,1981) การสังเคราะห์งานวิจัยในระยะแรกๆ ช่วงทศวรรษที่ 1940-1950 ใช้วิธีหาข้อสรุปจากงานวิจัย โดยเรียบเรียงจัดลำดับตามปรากฏการณ์ที่ค้นพบซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมในระยะนั้น เพราะปริมาณงานวิจัยที่ศึกษาแต่ละปัญหามีไม่มากนัก แต่หลังจากช่วงปลายทศวรรษที่ 1960 ปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย การสังเคราะห์งานวิจัยโดยการบรรยายสรุปแบบเดิมที่จัดตามลำดับเวลาที่ค้นพบไม่ช่วยให้เห็นภาพรวมของผลงานวิจัย จึงได้เริ่มมีการสังเคราะห์งานวิจัยโดยพิจารณาจากผลวิจัยว่ามีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ จากความต้องการหาข้อสรุปจากงานวิจัยในขณะที่มีปริมาณงานวิจัยเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีผู้พัฒนานำวิธีการทางสถิติมาใช้สังเคราะห์งานวิจัยในช่วงต้นทศวรรษที่ 1980 เป็นต้นมาและบุคคลแรกที่เริ่มใช้วิธีการอย่างมีระบบมาสังเคราะห์งานวิจัย คือ ศาสตราจารย์ จีน วี กล้าส ซึ่งเรียกวิธีการสังเคราะห์งานวิจัยนี้ว่า "การวิเคราะห์เมทต้า"

2.4 ประเภทของการสังเคราะห์งานวิจัย จำแนกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. การสังเคราะห์เชิงคุณลักษณะ (qualitative synthesis) หรือเชิงบรรยายเป็นการรวบรวมเรื่องราวต่างๆเข้าด้วยกันแล้วบรรยายสรุปออกมา การสังเคราะห์งานวิจัยแบบนี้จึงต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ เป็นผู้ดำเนินการและส่วนใหญ่พบในรายงานการวิจัยบทที่ว่าด้วยเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (review of literature) สำหรับข้อมูลเชิงคุณลักษณะในการวิจัยมี 2 ชนิด คือ ข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่เป็นการบรรยายสภาพการณ์ ลักษณะความรู้สึกความรู้ความสามารถของคน สัตว์ สิ่งของ ปรากฏการณ์ ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือ ข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่จัดกระทำในรูปตัวเลข เช่น ความสามารถที่จัดกระทำในรูปคะแนนทดสอบ ความรู้ที่จัดกระทำในรูปค่า ซึ่งข้อมูลทั้งสองนี้มีวิธีวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะ

1. วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะแบบตัวเลขและแบบบรรยาย จะทำได้ดีและเหมาะสมต้องพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ ซึ่งสรุปได้ 4 ประการ ดังนี้

1.1 เพื่อการบรรยาย พรรณา สรุป

1.2 เพื่อบอกความสัมพันธ์ หรืออธิบายความสัมพันธ์

1.3 เพื่อเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างกัน

1.4 เพื่อทำนายผลที่จะเกิดขึ้น

2. การแปลงข้อมูลเชิงคุณลักษณะเป็นเชิงปริมาณ ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (qualitative data) ประกอบด้วยคำต่างๆ ในขณะที่ข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) ประกอบด้วยตัวเลขต่างๆ การแปลงข้อมูลเชิงคุณลักษณะเป็นเชิงปริมาณทำได้ดังนี้

2.1 การแจงนับตามจำนวนครั้งที่เกิดขึ้นซ้ำๆกันตามหัวข้อตามแบบแผน ตามผลการวิเคราะห์

2.2 การจัดจำแนกตามบุคคล พฤติกรรม เหตุการณ์

2.3 การจัดจำแนกตามตัวแปร ตามความสัมพันธ์ เช่น ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกินของคนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับครูผู้สอน

2.4 การประเมิน เช่น การประเมินความรู้สึกในทางบวกและลบ การประเมินความสำเร็จ

โดยสรุป การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ อาจทำได้โดยการวิเคราะห์เนื้อหาสาระหรืออาจทำเป็นข้อมูลเชิงปริมาณโดยการแจงนับจำนวนหรือการคิดออกมาเป็นค่าที่ต้องการ

ข. การสังเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative synthesis) เป็นการวิเคราะห์ค่าตัวเลขหรือค่าสถิติที่ปรากฏในงานวิจัยทั้งหลายเพื่อหาข้อสรุปอย่างเป็นระบบเพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบ สรุปอ้างอิง การสังเคราะห์เชิงปริมาณจึงเป็นการวิเคราะห์ผลวิเคราะห์ (analysis of analyses) หรือการวิเคราะห์เชิงผสมผสาน (Integrative analysis) หรือการวิจัยงานวิจัย (research of research) นั่นเอง

3. การวิเคราะห์เมทต้า (meta-analysis)

(Glass and Others, 1987; อุทุมพร จามรมาน, 2531; นงลักษณ์ วิรัชชัย,2531; สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม, 2527; สุพัฒน์ สุกมลสันต์, 2535; ดุษฎี โยเหลา, 2531; มานิตย์ โพธิกุล, 2527; ศิริยุภา พุฒสุวรรณ, 2530;)

3.1 ลักษณะสำคัญของการวิเคราะห์เมทต้า

เมื่อปี ค.ศ. 1976 กล้าส บัญญัติศัพท์เทคนิคการวิเคราะห์ที่เรียกว่า"meta-analysis" ขึ้นใช้เป็นครั้งแรก ต่อมามีนักวิจัยหลายท่าน ได้นำแนวการวิเคราะห์นี้ไปใช้อย่างแพร่หลาย รวมทั้งนักวิจัยของประเทศไทยหลายท่านได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์แนวของกล้าสและได้กำหนดศัพท์ภาษาไทยเรียกแตกต่างกัน ศาสตราจารย์ ดร.อุทุมพร จามรมาน ใช้ "การวิเคราะห์เมตต้า" ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ตร. สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม ใช้ "การวิเคราะเมทต้า" ดร.สุรศักดิ์ หลาบมาลา ใช้ "การวิเคราะห์รวมผล" ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย ใช้ "การวิเคราะห์อภิมาน" รองศาสตราจารย์ ดร. สุพัฒน์ สุกมลสันต์ ใช้ "การอภิวิเคราะห์" ดร. ดุษฎี โยเหลา ใช้ "การวิเคราะห์เมต้า" สำหรับงานวิจัยฉบับนี้จะใช้คำว่า"การวิเคราะห์เมทต้า"

การวิเคราะห์เมทต้าของงานวิจัย เป็นแนวคิดในการบูรณาการข้อค้นพบจากงานวิจัยเชิงประจักษ์หลายๆ เรื่องที่ศึกษาปัญหาลักษณะเดียวกัน (หรือเป็นแนวคิด ในการสังเคราะห์ผลการวิจัยเชิงประจักษ์หลายๆเรื่องที่ศึกษาปัญหาลักษณะเดียวกัน) เพื่อให้ได้ข้อความรู้ใหม่อันเป็นข้อสรุปภาพรวมที่แสดงถึงสภาวะปัจจุบันของข้อค้นพบในปัญหานั้น แนวคิดนี้ได้มองเห็นประโยชน์ของการประยุกต์ใช้ หลักการออกแบบวิจัย (อันประกอบด้วย ส่วนของการคัดเลือกตัวแปร และการระบุโครงสร้างของตัวแปร การกำหนดขอบเขตของการบูรณาการ การระบุประชากร และการเลือกกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัย เครื่องมือในการวัดตัวแปรและการเก็บรวบรวมข้อมูลจากรายงานการวิจัย และการวิเคราะห์ผลการวิจัยโดยใช้สถิติที่เหมาะสม) เป็นเครื่องมือในการสังเคราะห์ข้อค้นพบจากการวิจัย จุดเด่นของแนวคิดนี้คือ มีขั้นตอนในการสังเคราะห์ ข้อค้นพบจากรายงานการวิจัยต่างๆ อย่างเป็นระบบที่ตรวจสอบได้ และผลการสังเคราะห์นั้น สามารถอธิบายได้ชัดเจน ด้วยดัชนีเชิงปริมาณ (quantitative index)

3.2 การวิเคราะห์เมทต้าตามแนวของ กล้าส

แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับวิธีการบูรณาการผลการวิจัยและการวิเคราะห์เมทต้า เริ่มต้นราวปี ค.ศ. 1933 เมื่อ ธอร์นไดค์และกีเซลลี (Thorndike & Ghiselli, 1933. อ้างถึงใน อุทุมพร จามรมาน, 2527) ได้ทำการสังเคราะห์เชิงปริมาณงานวิจัยหลายเรื่องเข้าด้วยกัน โดยการหาค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ยิ่งกว่านั้น ธอร์นไดค์ ยังได้หาค่าแก้ความแปรปรวนให้ปลอดจากความคลาดเคลื่อนในการสุ่มด้วย ต่อมาปี 1957 อันเดอร์วูด (Underwood, 1957 อ้างถึงใน Glass et al., 1981) ได้บูรณาการผลงานวิจัยเชิงทดลองจำนวน 16 เรื่องเกี่ยวกับความสัมพันธ์

ระหว่างการจำกับการลืม ซึ่งแสดงผลการวิจัยเป็นเชิงปริมาณ นับเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการวิเคราะห์เมทด้า

การเน้นผลสังเคราะห์งานวิจัยโดยหาค่าขนาดอิทธิพล มีมาตั้งแต่ ปี 1973 โดยปรากฏในบทความของ ฟลิสมัน เลอวิน และคณะผู้เกี่ยวข้อง (Fleishman, Levine and associates, 1973. อ้างถึงใน อุทุมพร จามรมาน, 2527) โดยคำนวณค่าขนาดอิทธิพลของงานวิจัยเชิงทดลอง เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างการดื่มแอลกอฮอล์กับผลการปฏิบัติงานภายใต้ความสามารถที่แตกต่างกัน ปี 1974 ชูด์มัน และเบรดเบิร์น ได้สังเคราะห์งานวิจัยเชิงสำรวจเรื่องผลการตอบสนองจนกระทั่งปี ค.ศ. 1976 โรเซลทาล ได้มีการบูรณาการผลงานวิจัย ซึ่งเป็นงานวิจัยทางด้านพฤติกรรมศาสตร์ เทคนิคและวิธีการ การสรุปผล จะมีลักษณะใกล้เคียงกับวิธีการของกล้าส (Sudman and Bradburn, 1974; Rosenthal, 1976. อ้างถึงใน Glass et al., 1981) ซึ่งกล้าสเป็นผู้เริ่มนำวิธีสังเคราะห์ที่ใช้วิธีการทางสถิติมาคำนวณ และตั้งชื่อเทคนิคนี้ว่า "วิธีวิเคราะห์เมทด้า" (meta-analysis) กล้าสให้เหตุผลการตั้งชื่อเทคนิควิเคราะห์ขึ้นใหม่ว่าเพื่อไม่ให้ซ้ำกับการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary analysis) วิธีวิเคราะห์เมทด้าตามวิธีของกล้าส มีขั้นตอนและรายละเอียดในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ

3.2.1 การสำรวจรวบรวมงานวิจัยมาสังเคราะห์ (finding studies) การสังเคราะห์งานวิจัยเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาการวิจัย โดยเฉพาะปัญหาการวิจัยที่ยังไม่มีคำตอบแน่ชัดจะเป็นปัญหาที่มีผู้สนใจและทำการวิจัยเป็นจำนวนมาก การรวบรวมงานวิจัยที่ศึกษาปัญหาการวิจัยเดียวกันตามปกติให้ยึดตัวแปรตาม หรือผลการทดลองเป็นหลัก ว่าผลการทดลองในที่นี้คืออะไร มีตัวแปรอิสระอะไรบ้าง งานวิจัยเชิงทดลองที่จะนำมาสังเคราะห์ อาจประกอบด้วยตัวแปรตามเดียวกันแต่มีตัวแปรอิสระต่างกันก็ได้

3.2.2 การระบุ การจำแนก และการลงรหัสงานวิจัย (describing,classifying and coding research studies) เป็นขั้นตอนในการปรับข้อมูลจากงานวิจัยให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งจะต้องพิจารณาทั้งที่เป็นในส่วนเนื้อหาการวิจัย(substantive) และวิธีการวิจัย (methodological) ซึ่งจะครอบคลุมข้อมูลต่าง ๆ เช่น ปีที่ทำการวิจัย ประเภทของการวิจัย (เป็นปริญญานิพนธ์ หรือรายงานการวิจัย) ประชากร ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะถูกแปลงให้เป็นรหัสตามที่กำหนดคุณลักษณะของสิ่งที่วัดและจำแนกลงรหัสนี้ จะสัมพันธ์กับคุณลักษณะงานวิจัยและผลวิจัย การปรับข้อมูลจากงานวิจัยให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ เพื่อนำมาสังเคราะห์นั้น ก่อนจะสังเคราะห์ต้องตรวจสอบคุณลักษณะของข้อมูลก่อน โดยพิจารณาทั้งความเที่ยงตรง (validity) ของข้อมูล และความเชื่อมั่น (reliability) ของเกณฑ์ในการจำแนกรหัสงานวิจัยนั้น ๆ ความเที่ยงตรงของข้อมูลจะพิจารณาจากความชัดเจนในการนิยามความหมายของสิ่งที่จะนำมาจำแนกลงรหัส ผู้สังเคราะห์งานวิจัยจะต้องระมัดระวังในการอ่านและจำแนกรหัสให้ชัด

เจน เพื่อให้แน่ใจในความถูกต้องของการปรับข้อมูลนั้น ส่วนปัญหาเรื่องความเชื่อมั่นจะมีในกรณีที่มีผู้จำแนกข้อมูลเพื่อการลงรหัสหลายคน จำเป็นต้องมีเกณฑ์พิจารณากำหนดรหัสให้ชัดเจน และผู้ลงรหัสทุกคนต้องใช้เกณฑ์เดียวกัน สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง ในการปรับข้อมูลจากงานวิจัยคือ การจำแนกคุณลักษณะงานวิจัย ซึ่งจะต้องพิจารณาทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหา และวิธีดำเนินการวิจัย ฉะนั้น ในการสร้างแบบรวบรวมข้อมูลเพื่อการจำแนกลงรหัสนั้น จึงต้องประกอบด้วยข้อมูลในส่วนที่เป็นเนื้อหา ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับปัญหาการวิจัย กับส่วนที่เป็นวิธีการวิจัย เช่น ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือเป็นต้น เพราะในการวิเคราะห์เมทต้านั้นจะหาข้อสรุปจากงานวิจัย ความแตกต่างของผลวิจัยแต่ละเรื่องจึงควรพิจารณาได้ว่าเกิดขึ้นเนื่องจากเนื้อหาหรือวิธีการวิจัย

3.2.3 การวัดตัวแปรจากผลการวิจัย (measuring study finding) วัตถุประสงค์ในการสรุปผลวิจัยนั้น เพื่อการประมาณค่าคุณลักษณะประชากรจากค่าสถิติที่คำนวณจากผลการวิจัย ซึ่งค่าดังกล่าวจะเป็นตัวบ่งชี้ที่ชัดเจนที่สุดในการบอกระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติของผลการวิจัย การวิเคราะห์เมทต้า จึงมีลักษณะที่สำคัญคือ การประมาณค่าความสำคัญของประชากรจากงานวิจัยเชิงความสัมพันธ์ และการประมาณค่าขนาดอิทธิพลของประชากรจากงานวิจัยเชิงทดลอง การประมาณค่าขนาดอิทธิจากงานวิจัยเชิงทดลองนั้นจะต้องปรับผลวิจัยแต่ละเรื่องให้เป็นหน่วยมาตรฐานเดียวกัน เพราะงานวิจัยแต่ละเรื่องใช้เทคนิคและวิธีดำเนินการต่างกัน การเสนอผลวิจัยต่างกัน วิธีการปรับผลวิจัยให้เป็นหน่วยมาตรฐาน วิธีที่เหมาะสมที่สุดก็คือ การหาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมและปรับให้เป็นคะแนนมาตรฐาน โดยการหารด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นั่นคือ ขนาดอิทธิพลของตัวแปรจัดกระทำในการทดลองมีค่าเท่ากับ ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังสูตร

$$\Delta = (X_e - X_c) / S$$

ในที่นี้ Δ คือ ดัชนีมาตรฐานที่แสดงขนาดอิทธิพลของตัวแปรจัดกระทำ

X_e คือ คะแนนเฉลี่ยตัวแปรเกณฑ์กลุ่มทดลอง

X_c คือ คะแนนเฉลี่ยตัวแปรเกณฑ์กลุ่มควบคุม

S คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การปรับผลวิจัยให้เป็นหน่วยมาตรฐาน โดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นตัวหารเพื่อหาค่าดัชนีมาตรฐานที่แสดงขนาดอิทธิพลของตัวแปรจัดกระทำนั้นเป็นเรื่องสำคัญ เพราะถ้าหากความแปรปรวนของตัวแปร เกณฑ์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างกัน จะทำให้ผลที่คำนวณได้ต่างกัน

สำหรับการเลือกส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ของกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย) ที่เป็นตัวหารนั้น การคำนวณโดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่นิยมใช้ เพราะค่าดังกล่าวไม่มีความหมาย กล้าส เสนอว่าควรใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุมเป็นตัวหาร เพราะถ้างานวิจัยมีกลุ่มทดลองมากกว่าหนึ่งกลุ่ม และมีกลุ่มควบคุมเพียงกลุ่มเดียวและมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่างกัน ถ้าใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองจะเกิดปัญหาว่าจะใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองใด

บางครั้งรายงานการวิจัยที่นำมาสังเคราะห์อาจใช้แบบแผนการวิจัยที่ต่างกันไป ซึ่งข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยอาจไม่เพียงพอที่จะคำนวณค่าขนาดอิทธิพลตามวิธีการดังกล่าวได้ในกรณีนี้ กล้าส ได้เสนอวิธีคำนวณขนาดอิทธิพล จากค่าสถิติทดสอบสมมุติฐานตามที่เสนอไว้ในรายงานการวิจัยนั้นๆ ซึ่งสรุปได้ดังแสดงในตาราง ดังนี้

ตารางที่ 1 สูตรการคำนวณค่าขนาดอิทธิพลตามแบบแผนการวิจัยเชิงทดลองที่ต่างกัน

กรณี	สูตรคำนวณ
1. กลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม S_Y คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรเกณฑ์ของคะแนนการสอบวัดหลังการทดสอบ	$\Delta = (\bar{Y}_e - \bar{Y}_c) / S_Y$
2. กลุ่มทดลองมีสองกลุ่ม กลุ่มควบคุมมีหนึ่งกลุ่ม	$\Delta_1 = (\bar{Y}_{e1} - \bar{Y}_{c1}) / S_Y$ $\Delta_2 = (\bar{Y}_{e2} - \bar{Y}_{c2}) / S_Y$
3. กลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยมีการสอบวัดก่อนและหลังการทดลอง และเสนอเฉพาะค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจากการวัด (gain score) $\bar{G}_e$ คือ ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นของกลุ่มทดลอง $\bar{G}_c$ คือ ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นของกลุ่มควบคุม	$\Delta = (\bar{G}_e - \bar{G}_c) / S_Y$ $S_c = \sqrt{S_e + S_c - 2_{rec}S_eS_c}$ หรือ $S_Y = S_c / \sqrt{2(1+r12)}$ เมื่อ $S_e = S_c$

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กรณี	สูตรคำนวณ
4. กลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยมีการสอบวัดก่อนและหลังการทดลอง และเสนอเฉพาะคะแนนเศษเหลือ (residual score)	$\Delta = (\bar{G}_e - \bar{G}_c) / S_Y$ $S_Y = S_c\sqrt{1 - r^2_{12}}$
5. ตัวแปรเกณฑ์เป็นคะแนนปรับแก้ตัวแปรร่วม (adjusted score)	$\Delta = (\bar{Y}_e - \bar{Y}_c) / S_Y$ $S_Y = \sqrt{\frac{MSw(dfw - 1)}{(1 - r^2_{12})(dfw - 2)}}$
6. คำนวณจากค่าสถิติ t,F	
6.1 ขนาดของกลุ่มเท่ากัน	$\Delta = t\sqrt{2/n}$
6.2 ขนาดของกลุ่มไม่เท่ากัน	$\Delta = t\sqrt{(1/n_e)+(1/n_c)}$
6.3 คำนวณจากค่าสถิติของกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน (matched paired)	$\Delta = t\sqrt{2/n(1 - r_{ec})}$
6.4 เมื่อมี (k-1) กลุ่ม คำนวณจากค่าสถิติ F	$S_Y = MSw = MS_B/F$
7. แบบแผนการวิจัยที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว	$\Delta = (\bar{Y}_e - \bar{Y}_c) / S_Y$
SS_B คือผลบวกกำลังสองของตัวแปร B SS_{AB} คือปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร A และตัวแปร B df คือองศาแห่งความเป็นอิสระ	$S_Y = \sqrt{\frac{SS_B + SS_{AB} + SSw}{df_B + df_{AB} + dfw}}$
8. แบบแผนการวิจัยที่ไม่มีกลุ่มควบคุม $\bar{X}_1$ คือคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง $\bar{X}_2$ คือคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม S_2 คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มเปรียบเทียบ	$\Delta = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / S_2$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.4 เทคนิคการวิเคราะห์ (techniques of analysis) การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิเคราะห์เมทด้านี้ มีหลักการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ทางสถิติในการวิจัยทั่วๆไป โดยใช้งานวิจัยแต่ละเรื่องเป็นหน่วยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของขนาดอิทธิพล หรือผลการทดลองว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด ส่วนค่าความแปรปรวนของขนาดอิทธิพลจะบอกให้ทราบว่าขนาดอิทธิพลจากงานวิจัยแต่ละเรื่องมีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ส่วนการวิเคราะห์เพื่ออธิบายความแปรปรวนของขนาดอิทธิพลใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) โดยมีตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยเป็นตัวแปรอิสระ และขนาดอิทธิพลเป็นตัวแปรตาม เมื่ออธิบายว่าตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยโดยอธิบายความแปรปรวนของขนาดอิทธิพลมากน้อยเพียงใด

3.3 ขนาดอิทธิพล (effect size)

เป็นดัชนีมาตรฐานในการสังเคราะห์เชิงปริมาณของงานวิจัย ซึ่งพัฒนาโดยโคเฮน (Cohen, 1969. อ้างถึงใน Roblyer et al., 1988) สำหรับประเทศไทยมีนักวิจัยของไทยใช้ศัพท์ภาษาไทยเรียกแตกต่างกัน ศาสตราจารย์ ดร. อุทุมพร จามรมาน ใช้ "ขนาดของผล" ดร. นงลักษณ์ วิรัชชัย ใช้ "ค่าขนาดอิทธิพล"(effect size or effect magnitude) ดร. สุพัฒน์ สุกมลสันต์ ใช้ "ขนาดของอิทธิพล" มานิดย์ โพธิกุล ใช้ "ผลมาตรฐาน" ในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้ "ขนาดอิทธิพล"

ขนาดอิทธิพล เป็นค่าที่บ่งบอกถึงผลต่างอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อตัวแปรตามในการวิจัยเชิงทดลองโดยกลุ่มทดลองให้ผลมากกว่ากลุ่มควบคุมกี่หน่วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเป็นค่าบ่งบอกความมากน้อยของค่าความสัมพันธ์ในงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ ซึ่งหาได้จากการคำนวณโดยใช้สูตรต่างๆที่เหมาะสม เช่นในกรณีงานวิจัยเชิงทดลอง คำนวณจากอัตราส่วนระหว่างความแตกต่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หารด้วยคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานภายในกลุ่มซึ่งอาจเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุมก็ได้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในสูตรการคำนวณหาค่าขนาดอิทธิพล โคเฮน ใช้ "d" กล๊าส ใช้ "Δ" และ เฮดเจส ใช้ "g" และการกำหนดอิทธิพลของค่าขนาดอิทธิพล โคเฮน (Cohen, 1969. อ้างถึงใน Roblyer et al., 1988) ได้กำหนด ดังนี้

ค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.2 หรือน้อยกว่า	แสดงว่ามีอิทธิพลน้อย (small effect)
ค่าขนาดอิทธิพลระหว่าง 0.5 - 0.6	แสดงว่ามีอิทธิพลปานกลาง (medium effect)
ค่าขนาดอิทธิลเท่ากับ 0.8 หรือมากกว่า	แสดงว่ามีอิทธิพลมาก (large effect)

3.4 ปัญหาและข้อจำกัดของการวิเคราะห์เมทด้า

เนื่องจากการวิเคราะห์เมทด้าเป็นงานวิจัยที่ค่อนข้างใหม่ และมีตัวแปรต่างๆ เกี่ยวข้องด้วยมาก จึงทำให้นักวิจัยจำนวนไม่น้อยที่มีข้อสงสัยเกี่ยวกับแนวคิดในการทำการวิเคราะห์เมทด้า ปัญหาและข้อจำกัดที่สำคัญ (Jackson, 1980; Ligth and Smith, 1971 อ้างถึงใน สุพัฒน์ สุกมลสันต์, 2535) ได้แก่

1. การวิเคราะห์เมทด้าสามารถทำได้เฉพาะกับงานวิจัยที่มีหัวข้อสัมพันธ์กันมากและมีตัวแปรที่ต้องการจะศึกษาบางอย่างเกี่ยวข้องอยู่ด้วย ไม่สามารถจะทำการวิจัยแบบนี้กับงานที่หัวข้อแตกต่างกันมาก จึงทำให้ไม่สามารถจะนำงานวิจัยแบบปฐมวิเคราะห์มาศึกษาได้จำนวนมาก

2. ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์เมทด้าไม่อาจใช้อ้างอิงสรุปไปยังประชากรได้อย่างมั่นใจว่างานชิ้นใดทำให้ได้ผลสรุปที่ค้นพบแน่ การสรุปอ้างอิงผลการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเหตุผลจะได้จากการวิจัยเชิงทดลอง หรือกึ่งทดลองเท่านั้นแต่การวิเคราะห์เมทด้าขาดคุณลักษณะที่จำเป็นของงานวิจัยดังกล่าวนี้

3. การทำการวิเคราะห์เมทด้าต้องอาศัยงานวิจัยแบบปฐมวิเคราะห์จำนวนมากแต่ว่ายังไม่มีเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจำนวนที่เหมาะสมควรเป็นเท่าใด

4. ปัญหาอย่างหนึ่งในการทำการวิเคราะห์เมทด้าคือยังไม่เป็นที่ตกลงกันแน่ว่างานวิจัยที่นำมาศึกษานั้นถือว่าเป็นกลุ่มตัวอย่างหรือว่าเป็นประชากร จึงเป็นปัญหาในการเลือกใช้สถิติและการแปรผลการวิจัยด้วย

5. การทำการวิเคราะห์เมทด้ายังขาดวิธีการทางสถิติที่เหมาะสมที่ใช้ได้ทั่วไป และงานวิจัยแบบปฐมวิเคราะห์มักไม่ได้รายงานค่าสถิติพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทำการวิเคราะห์เมทด้าไว้ด้วย หรือแม้ว่าจะระบุค่าต่างๆเหล่านี้ไว้ก็มักจะมีความหลากหลายทำให้มีความยุ่งยากในการนำมาใช้ เช่น ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่างๆกัน จึงต้องมีวิธีการแปลงค่า จึงทำให้ผลการวิจัยคาดเคลื่อนได้ง่าย

6. เมื่อต้องการใช้งานวิจัยจำนวนมากมาเพื่อการวิเคราะห์ ทำให้เกิดปัญหาในการกำหนดรหัสข้อมูล การลงรหัสและแปลความหมายของรหัสของข้อมูลได้ หากมีคนลงรหัสมากคนก็จะยิ่งทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้น

7. ประการสุดท้ายก็คือปัญหาการควบคุมอิทธิพลต่างๆ ที่เกิดจากงานวิจัย เช่นปัญหาการรวบรวมนำเอาผลการวิจัยต่างๆ ที่ทำต่างเวลากัน ใช้กลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันและคุณภาพแตกต่างกันรวมทั้งใช้การออกแบบการวิจัยที่ต่างกันเช่นนี้ จะสามารถนำเอาผลการวิจัยมาสังเคราะห์เข้ากันได้หรือไม่ นั้น กล้าส และคณะได้ให้คำแนะนำว่าการสังเคราะห์งานวิจัยโดยวิธีการวิเคราะห์เมทด้า งานวิจัยที่แตกต่างกันดังกล่าวสามารถทำได้ เพราะว่าตัวอย่างเพื่อการวิจัย

ดังกล่าวนี้ก็มีลักษณะเหมือนกับตัวอย่างสำหรับงานวิจัยชนิดอื่นๆ ที่ปกติแล้วใช้บุคคลที่มีความแตกต่างกันในด้านต่างๆมากมายแต่เราก็สามารถนำคะแนนหรือลักษณะต่างๆของบุคคลเหล่านี้มาทำการวิจัยได้ ส่วนปัญหาการนำเอางานวิจัยที่มีคุณภาพต่ำหรือไม่ดีมาทำการวิเคราะห์เมทด้าว่าควรหรือไม่นั้น กล้าสและคณะเชื่อว่างานดังกล่าวสามารถนำมาวิเคราะห์เมทด้าได้เพราะการที่จะนำเอาเกณฑ์ต่างๆ ที่วัดงานปฐมวิเคราะห์ (primary analysis)ว่าดีหรือไม่มาใช้กับงานวิเคราะห์เมทด้าเป็นสิ่งที่ไม่เหมาะสม เพราะจุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์แตกต่างหัน เขาให้ข้อสังเกตว่าจากการศึกษาผลการวิจัยทางจิตวิทยาจำนวนมากพบว่าผลการวิจัยไม่มีความพันธ์กับคุณภาพของการออกแบบงานวิจัยที่ไม่ดีดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องคัดงานวิจัยที่ไม่ดีออก นอกจากนี้เขายังพบว่างานวิจัยที่ไม่ดีสามารถทำให้ผลสรุปมีน้ำหนักน่าเชื่อถือได้ดีด้วย เช่นงานวิจัยเชิงทดลองกับนักศึกษา 100 คน หากแยกทำการทดลองเป็นกลุ่มเล็กๆ เช่นกลุ่มละ 10 20 30 และ40 คน งานวิจัยเหล่านี้เป็นงานที่มีจุดอ่อนต่างกัน เช่น กลุ่ม 10 คนมีจุดอ่อนด้านกลุ่มตัวอย่าง มีน้อยเกินไป กลุ่ม 20 คน มีจุดอ่อนด้านวัดตัวแปร กลุ่ม 30 คน มีจุดอ่อนด้านความตรงภายใน และกลุ่ม 40 คน มีจุดอ่อนด้านการวิเคราะห์ข้อมูล แต่หากว่างานวิจัย ทุกเรื่องปรากฏว่ากลุ่มทดลองได้ผลดีกว่ากลุ่มควบคุมแล้ว ก็แสดงว่าผลการวิจัยไม่มีความแตกต่างกันมากและเมื่อนำมาทำการวิเคราะห์เมทด้าก็สามารถได้ผลสรุปที่น่าเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะคัดงานวิจัยที่คิดว่าไม่ดีออก

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศไทยยังไม่ปรากฏการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนการสังเคราะห์งานวิจัยในต่างประเทศมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

สลีแมน และคณะ (Sleeman et al., 1993: 334 - 338) ได้รายงานการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่าน ดังนี้

ฮาร์ทเล่ย์ (Hartley, 1977) เป็นบุคคลแรกที่สังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยวิธีวิเคราะห์เมทด้า โดยศึกษางานวิจัยการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากคะแนนระดับเปอร์เซ็นไทล์ที่ 50 สูงขึ้นเป็น 60 และพบว่าประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่แตกต่างจาก การสอนแบบโปรแกรมการสอนทบทวนรายบุคคล (tutorial programs) แต่มีประสิทธิภาพสูงกว่า การสอนแบบชุดการเรียนด้วยตนเอง (Individual learning programs) และการสอนแบบโปรแกรม (programmed Instruction)

คูลิค, คูลิค และ โคเฮน (Kulik, Kulik and Cohen, 1980) สังเคราะห์งานวิจัย 59 เรื่อง ในระดับอุดมศึกษา พบว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน (Computer-base Instruction) ช่วยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงขึ้น ค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ย 0.25 หรือในระดับ เปอร์เซ็นไทล์ที่ 60 จากปกติในระดับเปอร์เซ็นไทล์ที่ 50

คูลิค, บังเกอร์ท-ดาวน์ และวิลเลี่ยม (Kulik, Bangert-Drowns and Williams, 1983) สังเคราะห์งานวิจัยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนที่เรียนด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน อยู่ระดับเปอร์เซนไทล์ที่ 63 เทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติที่คะแนนอยู่ในระดับเปอร์เซนไทล์ที่ 50

วิลเลท และ ยามาชิตะ (Willett and Yamashita, 1983) สังเคราะห์งานวิจัย พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ย 0.13

ไวส์ และ ออเก้ย์ (Wise and Okey, 1983) สังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านความชอบ ความพึงพอใจของนักเรียน ต่อ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 10 เรื่อง พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ ทั้งช่วยในการปฏิบัติงานดีขึ้น รวมทั้งช่วยให้เกิดเจตคติที่ดีในการเรียนรู้ ค่าขนาดอิทธิพล เฉลี่ย 0.82

ชมิดท์ และคณะ (Schmidt et al., 1986) สังเคราะห์งานวิจัย 26 เรื่องของนักเรียนที่มีความพิการ (handicapped) พบว่า ช่วยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นราว 20 ระดับเปอร์เซ็นไทล์ เมื่อเทียบกับการสอนปกติ และนักเรียนที่มีวุฒิภาวะสูงจะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดีกว่า

ไนมิค และวอลเบอร์ก (Niemiec and Walberg, 1987) สังเคราะห์งานวิจัย 16 เรื่อง ที่เกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนสูงขึ้นราว 20 ระดับเปอร์เซ็ นไทล์ เมื่อเทียบกับการสอนปกติ

นอกจากนี้ แครอล เจ. วิลเลี่ยม และ สก๊อต ดับเบิลยู. บราวน์ (Carol J. William and Scott W. Brown, n.d.) ได้รายงานผลการสังเคราะห์งานวิจัย ในเวลาต่อมา ดังนี้

คูลิค และ คูลิค (Kulik and Kulik, 1987) ได้รายงานการศึกษางานวิจัย ไว้ดังนี้

1. จากการศึกษางานวิจัย 199 เรื่อง พบว่าประสิทธิภาพของนักเรียนสูงขึ้น ด้วยขนาดอิทธิพลเฉลี่ย 0.31 นั่นคือจากคะแนนระดับเปอร์เซ็นไทล์ที่ 50 สูงขึ้นเป็นระดับที่ 61

2. จากการศึกษางานวิจัย 24 เรื่อง พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอน ได้ถึงร้อยละ 32 จากการสอนปกติ

3. จากการศึกษางานวิจัย 17 เรื่อง พบว่า นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้นเมื่อเรียนด้วย คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ย 0.33 และพบว่าเกิดประสิทธิภาพทางบวกด้านเจตคติต่อการเรียนการสอน ด้วยค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ย 0.28

4. จากการศึกษางานวิจัย 26 เรื่อง พบว่า ทางด้านเจตคติต่อเนื้อหาวิชา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เบคเกอร์ (Becker, 1988) ได้ศึกษาข้อความรู้งานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้วิธีสังเคราะห์ แบบที่เรียกว่า " Best- evidence Synthesis" ซึ่งคล้ายกับแบบวิเคราะห์เมทด้า เป็นการศึกษาเรื่องที่พิมพ์เผยแพร่และไม่ได้พิมพ์เผยแพร่ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1984 ซึ่งเกี่ยวกับตัวแปรด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เปรียบเทียบ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ ในระดับชั้น เกรด 1- 6 มีค่า ขนาดอิทธิพลเฉลี่ย +1.00 การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้น เกรด 3 และ 5 มีค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ย +0.48 และ +0.31 ตามลำดับ ด้านอื่นๆ มีค่าขนาดอิทธิพลน้อยมาก นอกจากนี้ เบคเกอร์ ได้บอกถึงปัญหาที่พบจากการศึกษาด้วยว่า ส่วนมากจะมีปัญหาทั้งในเรื่องของ การบ่งชี้หรือการกำหนดเงื่อนไขที่ไม่ชัดเจน และการแปรผลเพื่อรายงานในเรื่องที่ศึกษา เป็นต้นว่า รายละเอียดสำคัญ หรือค่าสถิติที่จำเป็น จะไม่มีในการแปรผลของงานที่ศึกษา

จากการที่มีการสังเคราะห์งานวิจัยเป็นจำนวนมากและได้ข้อค้นพบที่สอดคล้องและแตกต่างกัน รวมทั้งปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เปลี่ยนไปทั้งในเรื่องของ Hardware และ Software ทำให้ คูลิค และคูลิค (C. Kulik and J. A. kulik, 1991: 75-91) ได้สังเคราะห์งานวิจัยซึ่งถือได้ว่าเป็นการสังเคราะห์งานวิจัยล่าสุดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนที่ศึกษาเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประสิทธิผลจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน ด้วยการวิเคราะห์เมทด้า และข้อค้นพบในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ยังเป็นข้อมูลที่ช่วยสนับสนุนและยืนยันข้อค้นพบเดิมของแต่ละคนที่ทำการศึกษา คูลิค และคูลิคสังเคราะห์งานวิจัยครั้งนี้ โดยสังเคราะห์งานวิจัย เดิม 199 เรื่องรวมกับงานวิจัยใหม่อีก 55 เรื่อง รวม 254 เรื่อง แล้วคัดเลือกเหลืองานวิจัยที่ศึกษา จำนวน 248 เรื่อง ถือเกณฑ์การคัดเลือกงานวิจัย คือ เป็นงานวิจัยที่ได้ทำการทดลองในสภาพการเรียนการสอนจริง เป็นงานวิจัยที่มีค่าของผลเชิงปริมาณในลักษณะที่เหมือนกันทั้งการสอนด้วยคอมพิวเตอร์และการสอนปกติ เป็นงานวิจัยที่ไม่แตกต่างกันมากในเรื่องของตัวแปรจัดกระทำ ลักษณะการประเมิน และเป็นงานวิจัยที่สืบค้นได้ใน ห้องสมุดวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศูนย์ข้อมูลข่าวสารทางการศึกษา (The Educational Resource Information Center: ERIC) หรือ หน่วยบริการไมโครฟิล์มระหว่างประเทศของมหาวิทยาลัย ส่วนตัวแปรที่ศึกษามี 2 ลักษณะ คือ ตัวแปรคุณลักษณะของงานวิจัย (features) ได้แก่ ลักษณะของโปรแกรม

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง ลักษณะการทดลอง การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง การควบคุมการทดลอง การประเมินผล เนื้อหาวิชา ชื่อผู้วิจัย/สถานที่ ปีที่พิมพ์เผยแพร่และประเภทข้อมูล และ ข้อมูลของผลลัพธ์ (outcomes) ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ ความคงทน เจตคติ ลักษณะของหลักสูตร และการใช้เวลาการสอน ในเรื่องวิธีดำเนินการนั้น เริ่มตั้งแต่ การเลือกงานวิจัย การกำหนดคุณลักษณะ (features) กำหนดผลลัพธ์ (outcomes) และประการสุดท้าย เลือกวิธีการทางสถิติที่สอดคล้องกับตัวแปรที่ศึกษา โดยใช้แนวการวิเคราะห์เมทด้า (meta - analysis) ตามแนวของ กล้าส เพื่อหาขนาดอิทธิพล (effect size)

จากการศึกษาพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้คะแนนผลสอบสูงขึ้นเฉลี่ย 0.30 หรือระดับเปอร์เซนไทล์ที่ 62 จากเดิมอยู่ที่ระดับ 50 ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยขนาดของผลที่ใกล้เคียงจากเดิมคือ 0.31 เกี่ยวกับระยะเวลาของการทดลองสอนด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่า ถ้าใช้เวลาราว 4 สัปดาห์หรือน้อยกว่า จะให้ประสิทธิภาพการทดสอบภาคปฏิบัติ ได้ค่าเฉลี่ยขนาดของผล 0.42 เมื่อเทียบกับการทดลองสอนที่ใช้เวลามากกว่านี้ จะได้ค่าเฉลี่ยขนาดของผลลดลงเป็น 0.26 จากผลที่แปลกดังกล่าว คูลิค ได้อธิบายว่า อาจเนื่องจากการใช้แบบประเมินที่ต่างกัน หรือเกิดจากความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ช่วนสอนที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจของผู้เรียนในระยะแรกๆ ส่วนในเรื่องการควบคุมผลของการทดลอง พบว่า การดำเนินการคนเดียวทั้งในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมจะเกิดประสิทธิภาพทางการเรียนการสอนน้อยกว่าการแยกดำเนินการ จากผลนี้น่าจะมาจากสาเหตุของความแตกต่างของผู้ดำเนินการทดลองทั้งในด้านศักยภาพ และรูปแบบการดำเนินการสอนของแต่ละคน

นอกจากนี้ คูลิค และคูลิคได้กล่าวถึงข้อสรุปเกี่ยวกับประสิทธิผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าจากการศึกษางานวิจัยระหว่าง ปี ค.ศ. 1966 - 1974 ได้ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล 0.24 ต่อมาศึกษาระหว่าง ปี ค.ศ. 1974 - 1984 ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล 0.36 และการศึกษาต่อมาก็ได้ข้อสรุปในลักษณะคล้ายกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย