

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ทฤษฎีบทนิพนธ์เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 2.1 การสังเคราะห์งานวิจัย
- 2.2 การสังเคราะห์งานวิจัยด้วยวิธีวิเคราะห์ทฤษฎีบทนิพนธ์
- 2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสังเคราะห์งานวิจัย

2.1.1 ความหมายของการสังเคราะห์งานวิจัย

อุทุมพร จามรมาน (2527 : 1-2) ได้ให้ความหมายของการสังเคราะห์ (synthesis) ว่าหมายถึงการนำหน่วยย่อย ๆ หรือส่วนต่าง ๆ มาประกอบกันให้เป็นเนื้อเรื่องเดียวกัน โดยไม่เคยมีการนำสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มารวมเข้าด้วยกันมาก่อน การสังเคราะห์งานวิจัย จำแนกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

1. การสังเคราะห์เชิงบอกลักษณะ (qualitative synthesis) เป็นการรวบรวมเรื่องต่าง ๆ เข้าด้วยกันและสรุปออกมา การสังเคราะห์แบบนี้ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ เป็นผู้สังเคราะห์
2. การสังเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative synthesis) เป็นการใช้กระบวนการทางสถิติช่วยในการสังเคราะห์

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542 : 33-34) ได้ให้ความหมายของการสังเคราะห์งานวิจัย (research synthesis) หรือการปริทัศน์งานวิจัย (research review) ว่าเป็นระเบียบ วิธีการศึกษา ตามระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบปัญหาวิจัยเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยการรวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ มาศึกษาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ หรือวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ และนำเสนอข้อสรุปอย่างมีระบบ ให้ได้คำตอบปัญหาการวิจัยที่ต้องการซึ่งสามารถดำเนินการได้เป็นสองแบบคือ

1. การสังเคราะห์งานวิจัยในฐานะเป็นงานส่วนหนึ่งของการวิจัย การสังเคราะห์งานวิจัยแบบนี้ คือกิจกรรมสำคัญในการศึกษารายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนั่นเอง

2. การสังเคราะห์งานวิจัยที่เป็นงานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์ในตัว ผลจากการสังเคราะห์งานวิจัยแบบนี้เป็นประโยชน์ต่อการหาคำตอบปัญหาวิจัยที่เป็นข้อสรุปที่มีความลึกซึ้ง ซึ่งนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อวงวิชาการ และเป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษยและสังคมได้อย่างกว้างขวาง

2.1.2 พัฒนาการของการสังเคราะห์งานวิจัย

อุทุมพร จามรมาน (2527 : 7-9) ได้กล่าวถึงพัฒนาการของการสังเคราะห์งานวิจัย จำแนกได้เป็น 3 ระยะคือ

ระยะที่ 1 เป็นการนำผลการวิจัยมารวมกัน ซึ่งเกิดในหลายลักษณะ คือ

1. การนำบทคัดย่อ หรือข้อสรุปงานวิจัยแต่ละเรื่องมาจัดวางเรียงต่อเนื่องกัน ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะพบมากในวิทยานิพนธ์ของนิสิต นักศึกษา บทคัดย่อ หรือข้อสรุปงานวิจัยดังกล่าวมักจะคลุมปัญหาการวิจัย วัตถุประสงค์ในการวิจัย สมมุติฐาน วิธีวิจัย และผลที่ค้นพบ การนำบทคัดย่อหรือข้อสรุปมาเรียงต่อกันนี้ไม่เรียกว่า การสังเคราะห์ เพราะไม่ได้มีการผสมผสานผลวิจัยให้ได้หัวข้อใหญ่ออกมา การนำเสนอในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้อ่านทราบแต่เพียงว่า ใครทำอะไร อย่างไร ได้ผลว่าอะไร แต่ไม่ได้เชื่อมโยงงานวิจัยทั้งหลายเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความรู้เชิงบูรณาการออกมา

2. การสังเคราะห์งานวิจัย เน้นการอ่านรายงานการวิจัย จนเกิดความเข้าใจในผลวิจัยที่จะนำมาเกี่ยวข้องกับหัวข้อการวิจัยให้ได้ เพื่อให้ได้ความรู้ว่าในเรื่องดังกล่าว ใครทำอะไร ได้ผลว่าอย่างไร และอยู่ตรงไหนในหัวข้อใหญ่ การสังเคราะห์ให้ได้ผลดังกล่าวขึ้นอยู่กับความเชี่ยวชาญของนักสังเคราะห์ ซึ่งจะรู้จักโยงผลการวิจัยเข้าประเด็นหลัก (หรือหัวข้อใหญ่) ได้อย่างไร คุณค่าของการสังเคราะห์นี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของนักสังเคราะห์เป็นส่วนใหญ่

การสังเคราะห์การวิจัยทั้ง 2 แบบที่กล่าวมามีลักษณะเป็นแบบบรรยาย การสังเคราะห์ไม่มีระบบ ระเบียบ แบบแผนใด ๆ ไม่ครบถ้วน ขึ้นอยู่กับผู้สังเคราะห์ จะหยิบยกประเด็นอะไรออกมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีงานวิจัยจำนวนมากเกินความสามารถของผู้สังเคราะห์ ผลการสังเคราะห์จึงกลายเป็นความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเคราะห์ไป

ระยะที่ 2 การเริ่มต้นนำเทคนิคสถิติมาสังเคราะห์ ในระยะนี้เริ่มมีการใช้ตัวเลข หรือความถี่ของงาน ที่จัดจำแนกเข้ามานับด้วยได้แก่

เทคนิคการนับคะแนนเสียง เทคนิคนี้ใช้การจำแนกผลการวิจัยออกเป็น 3 ประเภท คือ

- ก.) ประเภทที่ผลวิจัยมีค่านัยสำคัญไปในทางเดียวกัน
- ข.) ประเภทที่ผลวิจัยมีค่านัยสำคัญต่างทิศทาง
- ค.) ประเภทที่ผลวิจัยไม่แสดงความมีนัยสำคัญ

หลังจากนี้ก็นับจำนวนงานวิจัยที่ตกอยู่ในแต่ละประเภท ประเภทใดมีจำนวนมากก็ถือว่าชนะ ผลสรุปก็ถือตามประเภทที่เรียกว่า “ชนะ”

เทคนิคการรวมค่า p เข้าด้วยกัน ค่า p หรือ probability ในการปฏิเสธสมมุติฐาน ถ้า

สมมุติฐานนั้นถูก งานวิจัยต่าง ๆ ที่มีการสรุปอ้างอิงไปยังประชากรมักเสนอค่า p หรือ ∞ (ระดับความมีนัยสำคัญที่จะก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1) ดังนั้นจึงใช้ประโยชน์ของการนำเสนอค่า p โดยการนำค่า p มารวมกันเป็นค่า p ของงานวิจัยทั้งหมดในเรื่องนี้ จุดอ่อนของเทคนิคนี้อยู่ที่ว่าไม่ได้ระบุความมาก น้อย ของผลทดลองที่ได้จากงานวิจัยนั้นแต่อย่างใด จึงเกิดพัฒนาการระยะที่ 3 ซึ่งเน้นค่าความมากน้อยของผล (effect size) หรือ ES ขึ้น

ระยะที่ 3 การเน้นที่ค่าความมากน้อยของผล ความคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์งานวิจัยแบบนี้ได้เริ่มมีมานาน เชื่อกันว่าเริ่มในราวปี 1933 โดยมี Thorndike และปี 1949 โดย Ghiselli และมีการพัฒนาการเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน Thorndike และ Ghiselli เริ่มคำนวณค่าเฉลี่ยของค่าสหสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ Thorndike เองได้คิดถึงความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มว่าอาจมีอิทธิพลแฝงอยู่ในค่าเฉลี่ยของผลนี้ก็ได้

ผู้ที่ทำให้การสังเคราะห์งานวิจัยกลายเป็นระบบมีรูปแบบและใช้สถิติเข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ Glass (1976) ซึ่งคิดศัพท์เทคนิคขึ้นมาคือ Meta Analysis ในความหมายว่า The Analysis of Analyses (Studies) ด้วยเหตุที่ว่าไม่ต้องการให้การวิเคราะห์ห่อภิมัน มีความหมายซ้ำกับการวิเคราะห์ทฤษฎี ซึ่งหมายถึงการวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการนั้นซ้ำอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ข้อมูลชุดเดิม และเมื่อนำเทคนิค การวิเคราะห์ห่อภิมันมาใช้กับงานวิจัย จึงครอบคลุมลักษณะว่า เป็นการสังเคราะห์งานวิจัยโดยการรวบรวมตัวเลข และทำการสังเคราะห์งานนั้นในเชิงปริมาณออกมา โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลดิบจากงานวิจัยนี้ ลักษณะการสังเคราะห์เชิงปริมาณจึงหมายถึง “การรวบรวมเชิงปริมาณผนวกกับการวิเคราะห์เชิงบรรยายในงานวิจัยทั้งหลาย”

จากข้อมูลดังกล่าว อาจสรุปได้ว่า การสังเคราะห์งานวิจัย หมายถึงระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการรวบรวมงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาวิจัยเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มาดำเนินการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ หรือวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ และนำเสนอผลสรุปอย่างมีระบบเพื่อให้ได้คำตอบสำหรับปัญหาการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ สำหรับพัฒนาการของการสังเคราะห์งานวิจัยแบ่งได้เป็นสามระยะ คือ การนำผลการวิจัยมารวมกัน การเริ่มต้นนำเทคนิคทางสถิติมาสังเคราะห์ และการเน้นที่ค่าความมากน้อยของผล

2.2 การสังเคราะห์งานวิจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์ห่อภิมัน

2.2.1 ความหมายของการวิเคราะห์ห่อภิมัน

Glass *et. al.* (1981 : 21) ได้กล่าวถึง วิธีการรวบรวมผลการวิจัยที่เรียก “การวิเคราะห์ห่อภิมัน” ว่า มิได้มีอะไรมากไปกว่า การรวบรวมผลการวิจัยเชิงทดลองแต่ละเรื่อง ด้วยการหาข้อสรุปในเชิงปริมาณ โดยบันทึกข้อมูล รายละเอียดและข้อค้นพบต่าง ๆ จากงานวิจัยที่กำหนด และหาข้อ

สรุปโดยการประยุกต์ใช้วิธีการวัดอย่างหลากหลายและวิธีการทางสถิติ นอกจากนี้ยังได้มีผู้กล่าวถึงความหมายของการวิเคราะห์ห่อภิมาณไว้อีก เช่น

รัตนะ บัวสนธิ์ (2534 : 7) กล่าวว่า การวิเคราะห์ห่อภิมาณเป็นการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ (synthesis of quantitative research) ประเภทหนึ่ง นอกเหนือไปจากการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณด้วยวิธีอื่น ๆ การวิเคราะห์ห่อภิมาณจะใช้วิธีการที่มีระบบ ใช้หลักการและระเบียบวิธีการทางสถิติเพื่อหาคำตอบสรุปให้กับงานวิจัยเชิงปริมาณที่มีผู้ทำการวิจัยหลายคนในเรื่องเดียวกัน มีลักษณะปัญหาการวิจัยคล้ายกัน แต่อาจใช้กลุ่มตัวอย่างต่างกัน วิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ต่างกัน หรือตัวแปรบางตัวต่างกัน ซึ่งผลการวิจัยต่าง ๆ เหล่านี้บางครั้งอาจให้คำตอบสอดคล้องกัน หรือขัดแย้งกันจนยากแก่การสรุป ว่าคำตอบที่แท้จริงเป็นอย่างไร

มาลินี เหล่าไพบูลย์ (2544 : 152) กล่าวถึงการวิเคราะห์ห่อภิมาณไว้ว่า เป็นวิธีการทบทวนเอกสารผลการวิจัยที่อาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการวางแผนล่วงหน้าและกำหนดเป้าหมายสำคัญไว้ที่การสังเคราะห์ผลลัพธ์ของหลาย ๆ รายงานวิจัยโดยใช้กลวิธีต่าง ๆ เพื่อกำจัดอคติ (bias) ข้อผิดพลาดเชิงสุ่ม (random error) โดยใช้วิธีการทางสถิติในการรวบรวมผลลัพธ์

กรรณิการ์ สุขเกษม และสุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ (2544 : 101) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ห่อภิมาณไว้ว่า การวิเคราะห์ห่อภิมาณมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือการประมวลความรู้ที่ได้จากผลงานวิจัยเชิงประจักษ์ (empirical research) ในอดีต เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ที่สมบูรณ์มากกว่าเดิม เนื่องจากการทบทวนวรรณกรรมแบบดั้งเดิมมีข้อบกพร่องต่าง ๆ มากมาย ซึ่งการวิเคราะห์ห่อภิมาณเป็นวิธีวิทยาการที่แก้ไขข้อบกพร่องของการทบทวนวรรณกรรมแบบดั้งเดิมให้มีความเป็นศาสตร์ (scientific) มีความถูกต้อง (valid) เชื่อถือได้ (reliable) มากขึ้น

นอกจากนี้ อุทุมพร จามรมาน (2527 : 59 – 60) ยังได้กล่าวถึงลักษณะที่สำคัญของการวิเคราะห์ห่อภิมาณ สรุปได้ดังนี้

1. เน้นที่ขนาดของผล (effect size) มากกว่าเน้นความมีนัยสำคัญ
2. สถิติที่ใช้หาขนาดของผลคือ ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ เพียร์สัน สำหรับงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ และค่าขนาดของผลในงานวิจัยเชิงทดลอง
3. ยอมรับว่าความคลาดเคลื่อนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่าขนาดของอิทธิพล (d) มีจริงจึงต้องคำนวณค่าความแปรปรวน เพื่ออธิบายลักษณะของความแปรปรวนที่เกิดขึ้น

2.2.2 ความเป็นมาของการวิเคราะห์ห่อภิมาณ

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542 : 1) ได้กล่าวถึงความเป็นมาของการวิเคราะห์ห่อภิมาณไว้ว่า G. V.

Glass ได้ใช้ศัพท์คำว่า meta – analysis เป็นครั้งแรก ในสุนทรพจน์ที่กล่าวในฐานะประธานคณะกรรมการดำเนินการประชุมประจำปีของสมาคมวิจัยการศึกษาอเมริกัน (american education research association : AERA) และในบทความทางวิชาการ ค.ศ.1976 โดยให้ความหมายไว้ว่า meta – analysis เป็นการวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ (analysis of analysis) ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อสังเคราะห์งานวิจัย

จากนิยามหรือความหมายของคำว่า การวิเคราะห์ห่อภิมาณ ตามความหมายเดิมของ Glass (อ้างใน นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2542 : 41 – 42) กล่าวไว้ว่า การวิเคราะห์ห่อภิมาณ หมายถึง การวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ (the analysis of analysis) โดยที่ Glass ได้แยกความแตกต่างให้เห็นชัดว่าการวิเคราะห์ปฐมภูมิ (primary analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลแหล่งปฐมภูมิ และการวิเคราะห์ทุติยภูมิ (secondary analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลแหล่งทุติยภูมิ ทั้งสองคำมีความหมายแตกต่างจากการวิเคราะห์ห่อภิมาณ ซึ่งหมายถึงการวิเคราะห์ที่มีการนำงานวิจัยมาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ จึงเป็นการวิเคราะห์ที่เหนือกว่า ลึกซึ้งกว่าการวิเคราะห์ในงานวิจัยทั่วไป ต่อมา Glass, McGraw และ Smith (1981 อ้างใน นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2542 : 42 - 44) ได้ให้ความหมายสรุปได้ว่าการวิเคราะห์ห่อภิมาณ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อสังเคราะห์งานวิจัยหลาย ๆ เรื่อง ที่ศึกษาปัญหาวิจัยเดียวกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติ ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ห่อภิมาณประกอบด้วย ผลการวิจัยวัดในรูปขนาดอิทธิพล และคุณลักษณะงานวิจัย การวิเคราะห์ให้ความสำคัญกับขนาดอิทธิพล มากกว่าระดับนัยสำคัญของการรวมค่าขนาดอิทธิพล และให้ความสำคัญกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะงานวิจัยกับขนาดอิทธิพล กล่าวโดยสรุปคือ ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ห่อภิมาณคือ ดัชนีมาตรฐาน ได้แก่ ดัชนีขนาดอิทธิพล และดัชนีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และข้อมูลคุณลักษณะงานวิจัย หน่วยการวิเคราะห์คือ การวิจัย หรือการทดสอบสมมุติฐาน จุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์แยกเป็น 2 ประการคือ ประการแรก คือ การสังเคราะห์ให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับดัชนีมาตรฐาน ประการที่สอง คือ การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรปรับกับดัชนีมาตรฐาน

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542 : 44 - 53) ได้กล่าวถึงประเด็นที่ควรพิจารณา จากความหมายของการวิเคราะห์ห่อภิมาณ เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มชัดในเรื่องวิธีการวิเคราะห์ห่อภิมาณมีอยู่ 3 ประเด็นคือ

1. งานวิจัยที่จะสังเคราะห์ต้องศึกษาปัญหาเดียวกัน หมายถึง งานวิจัยที่จะนำมาสังเคราะห์ต้องมีปัญหาวิจัยตรงกัน แต่งานวิจัยอาจจะใช้แบบแผนการวิจัยต่างกัน เครื่องมือวัดต่างกัน กลุ่มตัวอย่างต่างกัน วิธีการวิเคราะห์ต่างกันได้ ในการกำหนดนิยามตัวแปร ถ้านักวิจัยกำหนดนิยามตัวแปรให้มีขอบเขต และลักษณะเฉพาะเจาะจง อาจพบว่างานวิจัยที่จะนำมาสังเคราะห์อาจมีไม่มากนัก และการสรุปผลจะไม่ค่อยกว้างขวาง แต่ถ้าให้คำนิยามตัวแปร หลวม ๆ มีขอบเขตกว้าง

มากขึ้นไป จะได้งานวิจัยมาสังเคราะห์เป็นจำนวนมาก และผลการวิจัยมีความหลากหลาย มีตัวแปรปรับจำนวนมาก ทำให้การวิเคราะห์ต้องมีความซับซ้อนมากขึ้นด้วย

2. ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ห่อภิมาณ คืองานวิจัย ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ห่อภิมาณ ประกอบด้วย ผลการวิจัยจากงานวิจัยแต่ละเรื่อง และคุณลักษณะงานวิจัย เนื่องจากงานวิจัยแต่ละเรื่องศึกษาตัวแปรต่างกัน หรือแม้จะศึกษาตัวแปรเหมือนกัน แต่ก็อาจใช้เครื่องมือวัดต่างกัน ดังนั้น ผลการวิจัยจากงานวิจัยแต่ละเรื่องจึงไม่อยู่ในสเกลเดียวกัน จำเป็นต้องทำให้อยู่ในรูปดัชนีมาตรฐาน (standard indices) ผลการวิจัยที่สำคัญคือ ขนาดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดัชนีมาตรฐานที่สร้างขึ้นมักบอกค่าขนาดความสัมพันธ์ดังกล่าว ดัชนีที่ใช้ใช้ในการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณมีอยู่ 2 แบบ แบบแรกคือความน่าจะเป็น และแบบที่สองคือ ค่าสถิติความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือดัชนีความสำคัญของอิทธิพล (effect magnitude) ดัชนีความสำคัญของอิทธิพลนี้ เป็นค่าที่ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อบอกขนาดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในปัญหาวิจัยที่นักวิจัยนำมาสังเคราะห์ ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ห่อภิมาณอีกส่วนหนึ่งคือ คุณลักษณะงานวิจัย โดยนอกจากนักวิจัยที่ทำการวิเคราะห์ห่อภิมาณจะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลการวิจัยในรูปดัชนีมาตรฐานแล้ว ยังต้องเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะงานวิจัยด้วย ตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ห่อภิมาณแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ

2.1 ตัวแปรเกี่ยวกับลักษณะการพิมพ์ ได้แก่ ปีที่พิมพ์ จำนวนหน้า คุณภาพการพิมพ์หน่วยงานต้นสังกัดของผู้วิจัย

2.2 ตัวแปรเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ (substance) ได้แก่ ประเภททฤษฎีที่ใช้ การตั้งสมมติฐานการวิจัย ลักษณะกรอบความคิดในการวิจัย ความลึกซึ้งของปัญหาวิจัย จำนวนเอกสารอ้างอิง จำนวนเอกสารอ้างอิงเฉพาะส่วนที่เป็นงานวิจัยที่ทันสมัย ประเภทของตัวแปรต้น ประเภทของตัวแปรตาม ประเภทของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนตัวแปรต้น จำนวนตัวแปรตาม

2.3 ตัวแปรเกี่ยวกับวิธีวิทยาการวิจัย (research methodology) ได้แก่ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ค่าความเที่ยงของเครื่องมือวิจัย ลักษณะแบบแผนการวิจัย วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง วิธีการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน ระยะเวลาการทดลอง ลักษณะผู้ทำการทดลอง ประเภทสถิติวิเคราะห์ ที่ใช้ การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

ข้อมูลที่เป็นคุณลักษณะงานวิจัยนี้ เป็นเพียงตัวอย่าง ในการทำการวิจัยจริง ๆ นักวิจัยอาจสนใจศึกษาตัวแปรปรับตามความต้องการ และกำหนดตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยได้อีก ตามความเหมาะสม

3. หน่วยการวิเคราะห์ในการวิเคราะห์ห่อภิมาณ คืองานวิจัย หรือการทดสอบสมมติฐาน หน่วยการวิเคราะห์ (unit of analysis) สำหรับการวิเคราะห์ห่อภิมาณ มีลักษณะแตกต่างจากหน่วยการวิเคราะห์ในงานวิจัย การวิจัยโดยทั่ว ๆ ไป หน่วยการวิเคราะห์คือหน่วยตัวอย่างแต่ละคนที่ให้ข้อมูล

สำหรับการวิจัย สำหรับการสังเคราะห์งานวิจัย ด้วยการวิเคราะห์ห่อภิมานนั้น ข้อมูลเป็นรายงานการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลผลการวิจัย และข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะงานวิจัย ข้อมูลผลการวิจัยจากงานวิจัยแต่ละเรื่องจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ห่อภิมานในรูปของดัชนีมาตรฐาน ได้แก่อนาคติพิพจน์ หรือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สำหรับการงานวิจัยเชิงทดลอง หรืองานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรอิสระระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ขนาดอิทธิพลที่ได้จากงานวิจัยหนึ่งเรื่องจึงมีหน่วยวัดเป็นหน่วยรวมของกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนั้น หรือหน่วยของการวัดคืองานวิจัยนั่นเอง งานวิจัยเรื่องหนึ่งควรให้ค่าขนาดอิทธิพลหนึ่งค่า โดยที่ขนาดอิทธิพลเป็นค่าที่แสดงผลของการวิจัยเรื่องนั้น แต่ในความเป็นจริง งานวิจัยแต่ละเรื่องมิได้ศึกษาปัญหาวิจัยที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพียง 2 ตัว ด้วยเหตุนี้ในงานวิจัยแต่ละเรื่องเมื่อประมาณค่าขนาดอิทธิพล หรือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะได้ค่าดัชนีมาตรฐานหลายค่า

ดังนั้นในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีมาตรฐานและตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัย มีหน่วยการวิเคราะห์เป็นงานวิจัยโดยตลอด เมื่อใช้การวิเคราะห์ประเภทสหสัมพันธ์ แต่เนื่องจากในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ห่อภิมาน นักวิจัยต้องการทราบด้วยว่า เมื่อตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยมีความสัมพันธ์กับดัชนีมาตรฐาน มีค่าเฉลี่ยเป็นเท่าไร มีความแปรปรวนของดัชนีมาตรฐานหรือไม่ ถ้ายังพบว่ามีความแปรปรวนอยู่ จะต้องวิเคราะห์ต่อไปว่า ตัวแปรใดอธิบายความแปรปรวนในดัชนีมาตรฐานนั้นได้ กระบวนการวิเคราะห์แสดงว่าต้องมีการแบ่งกลุ่มผลการวิจัย หรือแบ่งกลุ่มดัชนีมาตรฐานออกเป็นกลุ่มงานวิจัย เช่นกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ ปานกลาง เล็ก แล้วจึงวิเคราะห์ต่อไปว่าในหน่วยระดับกลุ่มงานวิจัย หรือชุดงานวิจัยนั้น มีตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัย หรือตัวแปรปรับใด มีผลทำให้ค่าดัชนีมาตรฐานแตกต่างกันได้อีก

เนื่องจาก Glass เป็นผู้ทำให้วิธีการวิเคราะห์ห่อภิมานมีชื่อเสียงขึ้นมาโดยการหาวิธีการแปลงค่าของผลวิจัยแต่ละเรื่องให้มาอยู่บนมาตราเดียวกัน โดยการจัดกระทำทางสถิติศาสตร์ วิธีการวิเคราะห์ห่อภิมาน จึงได้รับการยกย่องว่าเป็นวิธีวิเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณแบบ Glass (อุทุมพร จามรมาน. 2527 : 60)

ศิริยุพา พูลสุวรรณ (2530 : 30-35) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ห่อภิมานตามวิธีของ Glass ว่า แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการวิเคราะห์ห่อภิมานเริ่มต้นในราว ค.ศ. 1933 โดยระยะเริ่มแรก Thorndike และ Ghiselli ได้สังเคราะห์งานวิจัย เชิงสหสัมพันธ์โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และแนวคิดนี้ได้รับการพัฒนาเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่ง Glass เป็นผู้วางพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ห่อภิมาน โดยได้บัญญัติใช้เป็นครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 1976 วิธีการสังเคราะห์งานวิจัยโดยการวิเคราะห์ห่อภิมานนี้ ผู้วิจัยต้องประมาณค่าขนาดอิทธิพล ซึ่งเป็นดัชนีมาตรฐานจากงานวิจัยแต่ละเรื่องก่อน แล้วจึงประมาณค่าขนาดอิทธิพลของประชากรจากดัชนีมาตรฐาน ซึ่งรวมจากงานวิจัยทั้งหมด

2.2.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ห่อถัก

นงลักษณ์ วรรณชัย และ สุวัฒน์ ว่องวานิช (2541 : 22-23) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการวิเคราะห์ห่อถักว่า ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ

1. การกำหนดปัญหางานวิจัย และวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งในที่นี้คือการสังเคราะห์งานวิจัย โดยทั่วไป ปัญหาวิจัยสำหรับการสังเคราะห์งานวิจัยมี 2 ข้อ ปัญหาข้อแรกคือ ปัญหาวิจัยที่มีลักษณะเช่นเดียวกับปัญหาวิจัยทั่ว ๆ ไป ถ้าเป็นการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ โดยเฉพาะการสังเคราะห์งานวิจัยด้วยการวิเคราะห์ห่อถัก (meta – analysis) ปัญหาวิจัยต้องเป็นปัญหาวิจัยที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วย ส่วนปัญหาข้อที่สองคือ ปัญหาวิจัยที่นักสังเคราะห์งานวิจัยมุ่งตอบคำถามว่าผลการวิจัยที่สังเคราะห์นั้น เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับคุณลักษณะของงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์อย่างไร เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีขนาดแตกต่างกันตามกลุ่มประชากร ตามแบบแผนการวิจัย ตามขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้หรือไม่

2. การศึกษาเอกสาร และรายงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ในขั้นตอนนี้ นักสังเคราะห์งานวิจัยต้องศึกษาทฤษฎีทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย และศึกษาสังเคราะห์รายงานการวิจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับรายงานการสังเคราะห์งานวิจัยที่เป็นการศึกษาปัญหาวิจัยเดียวกัน สำหรับวิธีการสังเคราะห์รายงาน อาจใช้วิธีการศึกษาเชิงบรรยาย แบบเดียวกับวิธีที่ใช้ในงานวิจัยทั่วไป หรือจะนำเสนอแต่เพียงรายงานว่ามีรายงานวิจัยเป็นจำนวนเท่าใด มีลักษณะทั่วไปอย่างไร

3. การรวบรวมข้อมูล กลุ่มประชากรสำหรับการสังเคราะห์งานวิจัย คือรายงานการวิจัยที่เป็นการศึกษาปัญหาวิจัยตามที่ได้กำหนดไว้ในปัญหาวิจัยข้อแรก ข้อมูลสำหรับการสังเคราะห์งานวิจัยมีสามส่วนคือ ส่วนแรก ได้แก่ผลการวิจัย ซึ่งวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในรูปดัชนี เช่น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ส่วนที่สองคือ คุณลักษณะของรายงานวิจัยด้านแบบแผนการวิจัย และรายละเอียดอื่น ๆ เช่น ทฤษฎีที่ใช้ จำนวนและประเภทตัวแปร ชนิดและคุณภาพเครื่องมือวิจัย ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และส่วนที่สามคือ รายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบและการจัดพิมพ์รายงาน สำหรับกระบวนการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย การเสาะค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การจัดการรายงานการวิจัย การอ่านและคัดเลือกงานวิจัย การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบบันทึกรายงานการวิจัย และการบันทึก การลงรหัส และการเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล หลักการสำคัญสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้ เป็นการวิเคราะห์ผลการวิจัยทั้งหมดว่าเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร ถ้าเหมือนกันจะสังเคราะห์สรุปผลการวิจัยทั้งหมดเป็นคำตอบปัญหาการวิจัย ถ้าแตกต่างกันต้องวิเคราะห์ต่อไปว่า แตกต่างกันตามลักษณะใด แล้วแยกงานวิจัยเป็นกลุ่มตามลักษณะนั้น เพื่อสังเคราะห์สรุปผลการวิจัยในแต่ละกลุ่ม

วิธีการวิเคราะห์ เพื่อสังเคราะห์สรุปงานวิจัยนี้ อาจทำได้ทั้งการสังเคราะห์โดยวิธีการบรรยาย และการสังเคราะห์โดยวิธีเชิงปริมาณ

5. การสรุปและนำเสนอรายงานการสังเคราะห์งานวิจัย งานในขั้นตอนนี้ได้แก่ การนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนที่สี่ มาสรุป ตีความ อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะ โดยเชื่อมโยงผลการสังเคราะห์งานวิจัยกับปัญหาวิจัย และผลการสังเคราะห์งานวิจัยในอดีต สรุปให้เห็นข้อเสนออันจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ในทางวิชาการ และการปฏิบัติจริง ตลอดจนข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย หรือการสังเคราะห์งานวิจัยในอนาคตต่อไป

2.2.4 ดัชนีมาตรฐานในการวิเคราะห์ห่อภิมาณ

การนำสถิติวิเคราะห์เข้ามาใช้ในการสังเคราะห์งานวิจัย เป็นความพยายามที่จะพัฒนาวิธีการสังเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ให้มีระบบและมีความเป็นปรนัยมากขึ้น โดยการสร้างดัชนีมาตรฐาน (standard indices) จากผลการวิจัยแต่ละเรื่อง หรือการนำค่าสถิติที่มีใช้อยู่แล้ว มาใช้เป็นดัชนีมาตรฐานบอกค่าผลการวิจัยแต่ละเรื่อง เนื่องจากผลการวิจัยที่สำคัญคือขนาดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังนั้นดัชนีมาตรฐานที่สร้างขึ้นจึงมุ่งบอกค่าขนาดความสัมพันธ์ดังกล่าว ดัชนีมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ในการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณมีอยู่ 2 แบบคือ แบบแรก คือค่าความน่าจะเป็น และแบบที่สองคือ ค่าสถิติบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือดัชนีบอกความสำคัญของอิทธิพล (effect magnitude) (Hunter and Schmidt, อ้างใน นงลักษณ์ วิรัชชัย และสุวิมล ว่องวานิช, 2541 : 17)

เนื่องจากงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์มีแบบแผนการวิจัยที่แตกต่างกัน วัดตัวแปรตามด้วยเครื่องมือที่ต่างกัน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติที่ต่างกัน ทำให้ผลการวิจัยที่ศึกษาปัญหาเดียวกันมีผลในรูปแบบที่แตกต่างกัน ไม่สามารถนำมาสังเคราะห์ผลการวิจัยทันทีได้ จึงต้องมีการปรับผลการวิจัยให้มีมาตรฐานเดียวกันก่อน โดยการคำนวณหาดัชนีมาตรฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็นสองประเภทตามลักษณะของการวิจัยคือ (รัชนีกุล ภิญ โญยานุวัฒน์, 2536 : 70 – 75)

1. งานวิจัยเชิงทดลอง Glass (อ้างใน รัชนีกุล ภิญ โญยานุวัฒน์, 2536 : 70) ได้กล่าวถึงดัชนีมาตรฐานในการวิเคราะห์ห่อภิมาณงานวิจัยเชิงทดลองว่า คือขนาดอิทธิพลหรือผลต่างมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standardized mean difference) มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างผลต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม กับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มควบคุม ขนาดอิทธิพล เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ d ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$d = (\bar{X}_e - \bar{X}_c) / S_c$$

เมื่อ	d	คือ	ขนาดอิทธิพล
	$\bar{X}_e$	คือ	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
	$\bar{X}_c$	คือ	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
	S_c	คือ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม

ขนาดอิทธิพลนี้เป็นดัชนีมาตรฐานที่บอกให้ทราบว่ากลุ่มทดลองซึ่งได้รับอิทธิพลจากการจัดกระทำมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมเป็นกี่เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ขนาดอิทธิพลมีระดับการวัดแบบอัตราส่วน มีได้ทั้งค่าบวกและค่าลบ นักสังเคราะห์งานวิจัยนำค่าอิทธิพลมาคำนวณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ค่าเฉลี่ย} \quad \bar{d} = \sum n_i d_i / \sum n_i$$

$$\text{ความแปรปรวน} \quad S_d^2 = \sum n_i (d_i - \bar{d})^2 / \sum n_i$$

เมื่อ	d_i	คือ	ขนาดอิทธิพลของแต่ละงานวิจัย
	n_i	คือ	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละงานวิจัย

งานวิจัยบางเรื่องอาจใช้แบบแผนการทดลองที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งข้อมูลที่ได้อาจไม่เพียงพอที่จะคำนวณค่าขนาดอิทธิพลดังที่ได้กล่าวแล้ว ในกรณีนี้ Glass (อ้างใน กรทิมา แก้วสอน. 2537 : 39 – 42) ได้เสนอวิธีการคำนวณขนาดอิทธิพลจากค่าสถิติทดสอบสมมุติฐานตามที่เสนอไว้ในรายงานวิจัยนั้นสรุปได้ดังนี้

กรณี

สูตรการคำนวณค่า d

1. กลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

เมื่อ	$\bar{X}_e$	คือ	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
	$\bar{X}_c$	คือ	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
	S_c	คือ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม

$$d = (\bar{X}_e - \bar{X}_c) / S_c$$

2. กลุ่มทดลองมี 2 กลุ่มแต่กลุ่มควบคุมมี 1 กลุ่ม

เมื่อ	$\bar{X}_{e1}$	คือ	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองที่ 1
	$\bar{X}_{e2}$	คือ	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองที่ 2

$$d_1 = (\bar{X}_{e1} - \bar{X}_c) / S_c$$

$$d_2 = (\bar{X}_{e2} - \bar{X}_c) / S_c$$

- | กรณี | สูตรการคำนวณค่า d |
|---|--|
| 3. กลุ่มทดลองเทียบกับกลุ่มควบคุมวัด 2 ครั้ง
เสนอเฉพาะค่าที่เพิ่ม (Gain Score)
เมื่อ S_G คือ $\sqrt{S_e^2 + S_c^2 - r_{ec} S_e S_c}$
$\bar{G}_e$ คือค่าเฉลี่ยของคะแนนที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มทดลอง
G_c คือค่าเฉลี่ยของคะแนนที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มควบคุม
r_{ec} คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
S_e, S_c คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
S_G คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่เพิ่มขึ้น | $d = (\bar{G}_e - \bar{G}_c) / S_G$ |
| 4. ตัวแปรตามเป็นคะแนนที่ปรับแก้ตัวแปรร่วม
(covariance adjusted score)
เมื่อ $S_y = \sqrt{MS_w (df_w - 1) / [(1 - r_{xy}^2)(df_w - 2)]}$
Y_e คือค่าเฉลี่ยคะแนนที่ปรับแก้ของกลุ่มทดลอง
Y_c คือค่าเฉลี่ยคะแนนที่ปรับแก้ของกลุ่มควบคุม
MS_w คือผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนภายในกลุ่มที่ปรับแล้ว
df_w คือชั้นความเป็นอิสระภายในกลุ่ม
r_{xy} คือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม | $d = (\bar{Y}_e - \bar{Y}_c) / S_y$ |
| 5. ประชากรตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป และเสนอค่าสถิติ t และ F | |
| 5.1 ค่า t กลุ่มเป็นอิสระต่อกัน
เมื่อ n_e คือ จำนวนตัวอย่างในกลุ่มทดลอง
n_c คือ จำนวนตัวอย่างในกลุ่มควบคุม | $d = t \sqrt{1/n_e + 1/n_c}$ |
| 5.2 ค่า t กลุ่มสัมพันธ์กัน
เมื่อ r_{ec} คือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม | $d = t \sqrt{2 / n (1 - r_{ec}^2)}$ |
| 5.3 ค่า F เมื่อมี 2 กลุ่ม | $d = 2 [F (1 - r_{ec}^2) (df_w - 1)] / [(n_e + n_c) (df_w - 2)]$ |
| 5.4 ค่า F เมื่อมี K กลุ่ม
เมื่อ $S_y = MS_w = MS_e / F$ | สำหรับกลุ่มที่ i
$d_i = (\bar{Y}_{ei} - \bar{Y}_c) / S_y$ |

กรณี

สูตรการคำนวณค่า d

6. แบบแผนการวิจัยที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว

$$\text{เมื่อ } S_y = \sqrt{(SS_b + SS_{ab} + SS_w) / (df_b + df_{ab} + df_w)} \quad d = (\bar{Y}_e - \bar{Y}_c) / S_c$$

SS คือ ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบน

SS_{ab} คือ ผลรวมกำลังสองของค่าปฏิสัมพันธ์ (interaction)

df คือ จำนวนความเป็นอิสระ

7. แบบแผนการวิจัยที่ไม่มีกลุ่มควบคุม

$$d = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / S_2$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ คือค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ศึกษา

$\bar{X}_2$ คือค่าเฉลี่ยของกลุ่มเปรียบเทียบ

S₂ คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มเปรียบเทียบ

2. งานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างตัวแปรสองตัว เป็นดัชนีที่บอกให้ทราบว่าตัวแปรทั้งสองมีความแปรปรวนร่วมกันเป็นกี่เท่าของผลคูณระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทั้งสอง เขียนด้วยสัญลักษณ์ $r_{x,y}$ ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$r_{x,y} = \text{COV}(x, y) / S_x \cdot S_y$$

เมื่อ $r_{x,y}$ คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

COV(xy) คือ ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปร X กับตัวแปร Y

S_x คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร X

S_y คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร Y

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เมื่อนำมายกกำลังจะได้ค่า r_{xy}^2 ซึ่งบอกให้ทราบว่าตัวแปร X อธิบายความแปรปรวนในตัวแปร Y ได้เป็นสัดส่วนเท่าไร ค่า $r_{x,y}$ นี้เป็นตัวแปรต่อเนื่อง มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 นักสังเคราะห์งานวิจัยสามารถนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มาคำนวณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ค่าเฉลี่ย} \quad \bar{r} = \sum n_i r_i / \sum n_i$$

$$\text{ความแปรปรวน} \quad S_r^2 = \sum n_i (r_i - \bar{r})^2 / \sum n_i$$

เมื่อ r_i คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แต่ละค่า
 n_i คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละงานวิจัย

วิธีการคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากผลการวิจัยแต่ละเรื่องอาจคำนวณจากค่าสหสัมพันธ์แบบอื่น จากค่าขนาดอิทธิพล หรือจากค่าสถิติในการทดสอบสหสัมพันธ์ได้ซึ่ง Glass (อ้างใน กรทีณา แก้วสอน. 2537 : 44 – 45) ดังนี้

ค่าสถิติที่เสนอ

สูตรคำนวณ

1. Point – Biserial Correlation (r_{pb})

$$r_{xy} = r_{pb} \sqrt{(n_1 n_2 / U N)}$$

เมื่อ n_1 คือขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 คือขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ 2

N คือขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ($n_1 + n_2$)

U คือฟังก์ชันที่สองของการแจกแจงปกติ (ordinate of unit normal distribution)

$$2. \quad t = (X_1 - X_2) / \sqrt{S^2 (1/n_1 + 1/n_2)}$$

$$r_{xy} = r_{pb} \sqrt{(n_1 n_2 / U N)}$$

$$\text{เมื่อ } r_{pb} = \sqrt{t^2 / (t^2 + (n_1 + n_2 - 2))}$$

3. $F = MS_b / MS_w$

$$r_{xy} = \sqrt{SS_b / (SS_b + SS_w)}$$

เมื่อ SS_b คือ ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนระหว่างกลุ่ม

SS_w คือ ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนภายในกลุ่ม

4. χ^2

$$r_{xy} = \sqrt{\chi^2 / (\chi^2 + n)}$$

เมื่อ n คือขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

5. ขนาดอิทธิพล d

$$r_{xy} = \sqrt{n / (nd^2 + 4n + 8)}$$

เมื่อ n คือขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

6. Mann-Whitney U

$$r_{xy} = r_{pb} \sqrt{(n_1 n_2 / U N)}$$

$$\text{เมื่อ } r_{pb} = 1 - 2U / n_1 n_2$$

U คือ ค่าสถิติ Mann-Whitney U

n_1 คือขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 คือขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ 2

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการคำนวณขนาดอิทธิพล (ดัชนีมาตรฐาน) และความแปรปรวนของขนาดอิทธิพล ตามวิธีของ Glass ตามสูตรการคำนวณที่ได้นำเสนอไว้แล้วในหน้า 17

2.2.5 วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ห่อถัก

นงลักษณ์ วิรัชชัย (อ้างในกรทิมา แก้วสอน. 2537 : 46 – 48) ได้กล่าวถึงวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ห่อถักสรุปได้ดังนี้

1. สถิติบรรยาย ระเบียบวิธีสถิติบรรยายทุกชนิดสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ห่อถักได้ทั้งสิ้น นักสังเคราะห์งานวิจัยใช้การแจกแจงความถี่ตรวจสอบ การแจกแจงของดัชนีมาตรฐาน คำนวณค่ามัธยฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์เพื่อตรวจสอบว่ามีสัดส่วนของงานวิจัยเท่าไร ให้ค่าขนาดอิทธิพลอยู่ระหว่างควอไทล์ที่ 1 และ 3 หรือคำนวณค่ามัธยฐานเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อตรวจสอบว่ามีสัดส่วนของงานวิจัยเท่าไรที่ให้ค่าดัชนีขนาดอิทธิพลอยู่ในช่วง $d \pm S_d$

2. สถิติวิเคราะห์

2.1 การใช้สถิติอนุมาน สามารถใช้สถิติอนุมานในการวิเคราะห์ห่อถักได้ แต่หน่วยของการวิเคราะห์เป็นงานวิจัยแต่ละเรื่อง หรือดัชนีมาตรฐานแต่ละค่าที่คำนวณจากงานวิจัยแต่ละเรื่อง มิใช่หน่วยตัวอย่างเหมือนในงานวิจัยปกติ ซึ่งในการใช้สถิติอนุมาน ในการวิเคราะห์ห่อถักมีข้อสังเกตที่ต้องระวังสองประการ ประการแรก นักสังเคราะห์อาจรวบรวมงานวิจัยมาได้ทั้งหมด หรือเกือบทั้งหมด แต่งานวิจัยที่รวบรวมมาได้เป็นเพียงกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัย และเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้มาจากการสุ่ม การใช้สถิติอนุมานจึงทำได้ในกรณีที่รวบรวมงานวิจัยมาได้มากเป็นกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่มาก อีกประการหนึ่งคืองานวิจัยเรื่องหนึ่ง ๆ อาจให้ดัชนีมาตรฐานมากกว่าหนึ่งค่า การนับหน่วยการวิเคราะห์ต้องระวังในเรื่องนี้ด้วย

2.2 การหาความสัมพันธ์ ระหว่างดัชนีมาตรฐานกับลักษณะงานวิจัย เนื่องจากดัชนีมาตรฐานไม่ว่าจะเป็นขนาดอิทธิพลหรือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นตัวแปรต่อเนื่อง ส่วนตัวแปรลักษณะงานวิจัยมีทั้งตัวแปรต่อเนื่อง และไม่ต่อเนื่อง นักวิจัยอาจปรับตัวแปรไม่ต่อเนื่องให้เป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) และสามารถนำสถิติวิเคราะห์ประเภทสหสัมพันธ์หรือการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีมาตรฐานซึ่งเป็นตัวแปรตาม กับตัวแปรลักษณะงานวิจัยซึ่งเป็นตัวแปรทำนายได้ และทำให้ทราบว่าตัวแปรทำนายดังกล่าวอธิบายความแปรปรวนของดัชนีมาตรฐานได้หรือไม่ อย่างไร

2.3 การใช้สถิติปรับแก้ความคลาดเคลื่อนในดัชนีมาตรฐานในการวิเคราะห์ห่อถัก นักวิจัยมีข้อมูลที่เป็นดัชนีมาตรฐานจากงานวิจัยหลายเรื่อง มากพอที่จะศึกษาการแจกแจงของดัชนีดังกล่าว และใช้สถิติปรับแก้ความคลาดเคลื่อนในดัชนีมาตรฐานได้ การปรับแก้ที่ใช้กันใน

ปัจจุบันได้แก่ การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัด และความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการจำกัดของความแปรปรวนในตัวแปรของการวิจัยแต่ละเรื่อง มีสูตรในการปรับแก้ดังนี้

สูตรการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัด

$$d'_i = d_i / \sqrt{r_{xx} \cdot r_{yy}}$$

$$r'_i = r_i / \sqrt{r_{xx} \cdot r_{yy}}$$

เมื่อ r_{xx} คือ ความเที่ยงของเครื่องมือวัดตัวแปร X

r_{yy} คือ ความเที่ยงของเครื่องมือวัดตัวแปร Y

สูตรการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการจำกัดของความแปรปรวน

$$d'_i = U \cdot d_i / \sqrt{(U^2 - 1) d_i^2 + 1}$$

$$r'_i = U \cdot r_i / \sqrt{(U^2 - 1) r_i^2 + 1}$$

เมื่อ $U = \sigma_{OBS} / \sigma_{REF}$

σ_{OBS} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนสังเกต

σ_{REF} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนเกณฑ์

ผลจากการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทั้งสองประเภทนี้ มีผลทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ดัชนีมาตรฐานทำได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ห่อภิมาณ เป็นการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณประเภทหนึ่ง มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือเป็นการประมวลความรู้ที่ได้จากผลงานวิจัยในอดีตเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ที่สมบูรณ์กว่าเดิมโดยใช้วิธีการทางสถิติในการรวบรวมผลลัพธ์ โดยเน้นที่ขนาดของผล (effect size) มากกว่าความมีนัยสำคัญของผลการวิจัย

2. Glass ได้ใช้ศัพท์ว่า meta – analysis เป็นครั้งแรก ในปี ค.ศ.1976 สำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้คำว่า การวิเคราะห์ห่อภิมาณ ตามคำกล่าวของ นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542 : 2)

3. การวิเคราะห์ห่อภิมาณ ประกอบด้วยขั้นตอนดำเนินการ 5 ขั้นตอนคือ การกำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์ของการวิจัย การศึกษาเอกสารและรายงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปและนำเสนอรายงานการสังเคราะห์วิจัย

4. การสังเคราะห์งานวิจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์ห่อภิมาณ เป็นการนำสถิติวิเคราะห์เข้ามาใช้ในการสังเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยสร้างดัชนีมาตรฐานจากผลการวิจัยแต่ละเรื่อง ซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะคือ งานวิจัยเชิงทดลอง และงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์

5. วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ห่อถักมาน ประกอบด้วย สถิติบรรยายเพื่อตรวจสอบการแจกแจงของค่าดัชนีมาตรฐาน และสัดส่วนของปริมาณงานวิจัยที่ศึกษา และใช้สถิติวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีมาตรฐานโดยกำหนดให้เป็นตัวแปรตาม และตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยซึ่งเป็นตัวแปรทำนายเพื่ออธิบายความแปรปรวนของดัชนีมาตรฐาน

2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในระบบการศึกษา ในลักษณะของการนำเสนอการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำการนำเสนอบทเรียนแทนผู้สอน และผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ในปัจจุบันจะพบว่าการนำเสนอสื่อประสมหรือมัลติมีเดีย (multimedia) เข้ามาช่วย ในการนำเสนอเนื้อหาบนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการนำเสนอเนื้อหาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มาก ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้น

ได้มีผู้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้เช่น

วุฒิชัย ประสารสอย (2543 : 10) ได้กล่าวถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นการจัดโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ไปสู่ผู้เรียน

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง (2541 : 7) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (computer assisted instruction : CAI) หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ และเสียง เพื่อกำหนดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริง ในห้องเรียนให้มากที่สุด

ไพโรจน์ ติรณธนากุล และคณะ (2546 : 19) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนที่ดำเนินการสอนเสมือนจริงด้วยคอมพิวเตอร์โดยอาศัยศักยภาพของระบบคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์มัลติมีเดีย และการจัดการที่ได้วางระบบไว้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เสมือนได้รับการสอนจากครูอาจารย์ (virtual instruction) ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้สูงขึ้น และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) คือการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาเสริม เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น การใช้คอมพิวเตอร์เสริมการสอนนี้สามารถใช้ประกอบขณะที่ผู้สอนทำการสอนเอง หรือการใช้สอนแทนผู้สอนทั้งหมดก็ได้

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 227 - 229) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีในระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการสอน จะทำให้การเรียนการสอน

สอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนในห้องเรียนปกติ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นอาศัยแนวความคิดจากทฤษฎีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการออกแบบโปรแกรมจะเริ่มต้นโดยการให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียน ประเมินการตอบสนองของผู้เรียน ให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการเสริมแรง และให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าลำดับต่อไป

2.3.2 คุณลักษณะที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่สร้างขึ้นโดยได้รับอิทธิพลจากแนวความคิดของนักจิตวิทยาในกลุ่มพฤติกรรมนิยม (behaviorist) ที่มีความเชื่อว่าการสอนที่ได้กำหนดวัตถุประสงค์เอาไว้ล่วงหน้าเป็นอย่างดี มีความเหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน โดยจัดรูปแบบการเรียนรู้เป็นหน่วยที่สัมพันธ์กันเป็นลำดับ จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์และบรรลุผลในการเรียนที่ต่อเนื่อง เกิดการเรียนรู้แบบเอกัตภาพ (individual learning) (วุฒิชัย ประสารสอย, 2543 : 1) อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าจะมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้เพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอน โดยอาศัยความสามารถของระบบคอมพิวเตอร์ในการถ่ายทอดเนื้อหา หรือองค์ความรู้ให้กับผู้เรียนเช่นสื่อในรูปแบบมัลติมีเดีย ซีดี-รอม สื่อเหล่านี้อาจไม่ใช่คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากหากพิจารณาอย่างละเอียดแล้วมีสื่อการศึกษาทางคอมพิวเตอร์อยู่เป็นจำนวนมากที่จัดว่าเป็นเพียงแค่สื่อในการนำเสนอ (presentation media) เนื่องจากสื่อเหล่านี้ขาดคุณลักษณะสำคัญ 4 ประการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ หรือที่เรียกว่า 4 I's (ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาฮอร์สแสง, 2541 : 8-11)

คุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 4 ประการได้แก่

1. สารสนเทศ (information) ในที่นี้หมายถึงเนื้อหาสาระ (content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดีซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยการนำเสนอเนื้อหานี้อาจจะเป็นการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเป็นในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้ สารสนเทศเป็นคุณลักษณะสำคัญที่ช่วยแยกความแตกต่างระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม ออกจากซอฟต์แวร์เกม ซึ่งมุ่งเน้นแต่ความบันเทิง ความเพลิดเพลินของผู้ใช้โดยไม่คำนึงถึงการให้ความรู้ หรือทักษะแก่ผู้เรียนแต่อย่างใด

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (individualization) การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลคือลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะบุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป (individualization) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่งจึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลให้มากที่สุด กล่าวคือ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตน รวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนได้ การควบคุมการเรียนรู้ของเรื่องนี้ มีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน ที่สำคัญได้แก่

2.2.1 การควบคุมเนื้อหา การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด ออกจากบทเรียนเมื่อใด หรือย้อนกลับมาเรียนในส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษา

2.2.2 การควบคุมลำดับของการเรียน คือการเลือกที่จะเรียนส่วนใด ก่อน หลัง หรือการสร้างลำดับการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกข้อมูลที่ต้องการเรียนตามความสนใจ ตามความถนัด หรือตามพื้นฐานความรู้ของตน

2.2.3 การควบคุมการฝึกปฏิบัติ หรือการทดสอบ ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะฝึกปฏิบัติ หรือทำแบบทดสอบ หากทำ จะทำมาก น้อยเพียงใด ได้แก่ การมีปุ่มควบคุมต่าง ๆ จัดไว้ทุกหน้าเท่าที่จำเป็น

3. การโต้ตอบ (interaction) ในที่นี้คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งนี้เพราะการเรียนการสอนรูปแบบที่ดีที่สุดคือการเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดี จะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่อง และตลอดทั้งบทเรียน การอนุญาตให้ผู้เรียนเพียงแต่การคลิกเปลี่ยนหน้าจอไปเรื่อย ๆ ทีละหน้าไม่ถือว่าเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้ ดังนั้นซอฟต์แวร์ทางการศึกษาที่ได้ออกแบบให้ผู้ใช้คลิกเมาส์เพื่อพลิกเปลี่ยนหน้าไปเรื่อย ๆ นั้น ไม่ถือว่าเป็นการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ที่มีความหมาย (meaningful) การที่จะทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ผู้สร้างซอฟต์แวร์จำเป็นต้องใช้เวลาในส่วนของ การสร้างความคิด วิเคราะห์และสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้มาซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ (Activity) หรืองาน (Task) ที่ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับบทเรียนและเอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ผลป้อนกลับโดยทันที (immediate feedback) ลักษณะสำคัญที่ขาดไม่ได้อีกประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การให้ผลป้อนกลับโดยทันที ตามแนวคิดของ Skinner แล้ว ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรง (reinforcement) อย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยทันทีหมายรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการทดสอบ หรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหา หรือทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ด้วย ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นวิธีที่อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนได้ ลักษณะของการให้ผลป้อนกลับนี้เป็นสิ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แตกต่างไปจากมัลติมีเดีย – ซีดีรอมส่วนใหญ่ ซึ่งได้มีการรวบรวมและนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องราวของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์สำคัญต่าง ๆ แต่มัลติมีเดีย-ซีดีรอม ไม่ได้มีการประเมินความเข้าใจของผู้ใช้แต่อย่างใด ไม่ว่า

จะอยู่ในรูปแบบทดสอบ แบบฝึกหัด หรือการตรวจสอบความเข้าใจในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ซึ่งทำให้มีลัทธิเดียว-ชีดริอมเหล่านั้นถูกจัดว่าเป็นสื่อสำหรับการนำเสนอ (Presentation Media) ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.3 ประเภทของงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สมบุญ บุรศิริรักษ์ (2539 : 46 – 50) ได้จัดแบ่งประเภทของงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. งานวิจัยสำรวจข้อมูลพื้นฐานหรือปัญหา เป็นงานวิจัยที่ศึกษาสภาพทั่ว ๆ ไปของการนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจการใช้สภาพปัญหาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียน ศึกษาผลดี และผลกระทบที่มีต่อผู้สอน ผู้เรียน ตลอดจนผู้บริหารว่ามีผลกระทบอย่างไรบ้าง การวิจัยเชิงสำรวจความคิดเห็น หรือทัศนคติของบุคคลต่าง ๆ เป็นงานวิจัยที่ศึกษาทัศนคติของครูผู้สอน ผู้เรียน และผู้บริหาร โรงเรียน เกี่ยวกับการนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในโรงเรียนว่ามีทัศนคติอย่างไร การศึกษาข้อมูลหรือปัญหาพื้นฐาน ต่าง ๆ เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งอาจมีมุมมองต่างกันไป แล้วแต่ความสนใจของผู้วิจัยแต่ละคน

2. งานวิจัยพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีการใหม่ ๆ เป็นงานวิจัยที่ต้องการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ ด้วยตนเองในวิชาใดวิชาหนึ่ง และมีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาใช้งานต่างกันเช่น การสอนซ่อมเสริมของครูผู้สอน สำหรับการศึกษาด้วยตนเอง เสริมจากการสอนของครู หรือสำหรับผู้เรียนซ้ำไว้ศึกษาด้วยตนเอง โดยบทเรียนที่ทำนั้น ผู้วิจัยอาจจะสร้างขึ้นใหม่ หรืออาจจะพัฒนาบทเรียนที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการศึกษาด้วยตนเองของผู้เรียน การวิจัยจะทดลองในชั้นเรียนสำหรับโรงเรียนของผู้วิจัยเป็นส่วนใหญ่ กลุ่มตัวอย่างที่วิจัยมีตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษา แต่ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างที่ทดลองจะเป็นผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา

3. งานวิจัยทดลองเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองจะมีอย่างน้อย 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม หรืออาจจะมีกลุ่มทดลองอย่างเดียว ไม่มีกลุ่มควบคุมเพื่อศึกษาองค์ประกอบของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ศึกษาการนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอน และเปรียบเทียบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับแหล่งอื่น ๆ ดังนั้นการวิจัยเชิงทดลองกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงแบ่งย่อยเป็น 3 ประเภทคือ

3.1 งานวิจัยพื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวกับองค์ประกอบของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่นการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) การเสริมแรง(reinforcement) คำชี้แนะ (cue)

3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้งานในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการทางจิตวิทยาหรือกำหนดวิธีการใดวิธีการหนึ่งขึ้นมา แล้วทำการทดลองว่าวิธีการใดให้ผลการเรียนรู้ดีที่สุดเช่น ขนาดของกลุ่มผู้เรียนต่างกัน กำหนดวิธีเรียนวิธีสอนต่างกัน กำหนดคุณลักษณะของผู้เรียนต่างกัน เป็นต้น

3.3 งานวิจัยเปรียบเทียบผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเปรียบเทียบสื่อระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับสื่ออื่น ๆ ว่าสื่อใดให้ผลการเรียนรู้กับผู้เรียนสูงกว่ากัน เช่น การเปรียบเทียบการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติ หรือเปรียบเทียบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู เป็นต้น

2.3.4 คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สมบุญ บุรศิริรักษ์ (2539 :15 – 16) ได้กล่าวถึงคุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในประเด็นที่เกี่ยวกับการนำคุณสมบัติ และ สมรรถนะการทำงานของคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอน สำหรับให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเอง ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นตัวกระตุ้นในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ทั้งจากความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ และความสามารถในการสร้างภาพสี และเสียงที่สร้างความสนใจของผู้เรียนให้อยากเรียนตลอดเวลา
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) และให้การเสริมแรง (reinforcement) แก่ผู้เรียนได้รวดเร็ว ทั้งในรูปแบบของข้อความ เสียง หรือรูปภาพ เมื่อผู้เรียนทำผิดก็สามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้ทันที ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ทันที
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สนองต่อการเรียนรายบุคคลเป็นอย่างดี เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ตามความสามารถของตนเอง โดยไม่ต้องรอหรือเร่งตามเพื่อน ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาสได้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองทำให้ไม่เบื่อที่จะเรียน
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถวัดผลการเรียนได้ ผู้เรียนสามารถรู้คะแนนทันทีที่สอบเสร็จ นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถทราบข้อมูลอื่น ๆ ตามที่ผู้เขียนโปรแกรมได้วางไว้อีกด้วย เช่น เขาได้คะแนนอยู่ในลำดับที่เท่าไร หรือผู้ใดได้รับคะแนนสูงสุดในการสอบครั้งนั้น
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เก็บข้อมูลได้มากทำให้ประหยัดพื้นที่ เมื่อผู้เรียนต้องการจะเรียนเรื่องใดก็สามารถค้นหาและดึงเอาบทเรียนมาแสดงได้อย่างรวดเร็ว ทั้งยังสามารถสุ่มแบบฝึกหัด ข้อสอบ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้เรียนแต่ละคน เรียนโดยไม่ซ้ำกันได้ มีความแม่นยำ ไม่มีความลำเอียง เมื่อผู้เรียนยังไม่เข้าใจบทเรียนก็สามารถกลับไปทบทวนตรงที่ยังไม่เข้าใจได้

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการสอนที่มีแบบแผน เพราะมีการวางแผนการสร้างบทเรียนทุกขั้นตอน สามารถตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขบทเรียนได้

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถสรุปได้ดังนี้(สมบุญ บวรศิริรักษ์, 2539 : 16-17; สีนีนถ ตลิ่งผล, 2541 : 12-13; ถนอมพร (ตันพิพัฒ) เลาหจรัสแสง, 2541 : 12)

ประโยชน์ต่อผู้สอน

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยในการสอนเสริม หรือสอนทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนและเพิ่มเติมความรู้เพื่อปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้อื่นได้ โดยที่ผู้สอนไม่ต้องสอนเพิ่มเติมหรือสอนซ้ำ

2. ผู้สอนได้มีเวลาเอาใจใส่การเรียนของผู้เรียนเพิ่มขึ้น มีเวลาในการศึกษา พัฒนาความรู้ความสามารถและประสิทธิภาพการสอนของตนได้ดียิ่งขึ้น

3. ผู้สอนสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนเนื้อหาที่ยาก ซับซ้อน ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

4. ผู้สอนสามารถปรับปรุง แก้ไขบทเรียนได้ง่าย สามารถเพิ่มเติมรายละเอียดเนื้อหาได้ตามความต้องการ

5. ผู้สอนสามารถควบคุมคุณภาพของบทเรียนและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้ง่าย เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยในการบันทึกผลการปฏิบัติของผู้เรียนได้

ประโยชน์ต่อผู้เรียน

1. ผู้เรียนสามารถเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง ในเวลาและสถานที่ที่สะดวก

2. ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนอย่างเต็มที่ เนื่องจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอยู่ตลอดเวลา

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดี ถูกต้องตามหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สามารถจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียน เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียน

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถนำไปใช้ในลักษณะการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ตามความสนใจและระดับความสามารถของตนเอง สามารถตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน ให้การตอบสนองได้ตรงตามความต้องการของผู้เรียนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ในทันที

5. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ดี สามารถสรุปหลักการและสาระสำคัญของบทเรียนได้เร็วขึ้นกว่าการเรียนตามปกติ

6. ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน โดยใช้คอมพิวเตอร์และวิชาที่เรียน

7. ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถตัดสินใจเลือกลำดับการเรียนรู้ เลือกเนื้อหาและอัตราเร็วในการเสนอเนื้อหาได้ด้วยตนเอง

ประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

1. ทำให้การเรียนการสอนเป็นมาตรฐานมากขึ้น เพราะผู้เรียนได้เรียนเหมือนกันหรือเท่ากัน โดยไม่ต้องกังวลหรือมีความหงุดหงิด หรือเกิดความเบื่อหน่ายต่อผู้สอนที่สอนตนเองวิชาเดียวซ้ำ ๆ กันหลายหน ซึ่งอาจทำให้คุณภาพของการสอนลดลง
2. สามารถนำข้อมูลผลการเรียนของผู้เรียนมาใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนหรือหลักสูตร เพื่อให้มีความก้าวหน้าและเกิดผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนมากขึ้น
3. การแก้ไข หรือปรับปรุงบทเรียนทำได้ง่าย โดยแก้ไขเฉพาะส่วนที่ต้องการ ไม่ต้องแก้ไขใหม่หมด
4. สามารถสอนหรือฝึกอบรมในลักษณะที่สมจริงให้กับผู้เรียนได้ เนื่องจากเนื้อหาบางอย่างไม่สามารถเรียนรู้จากสถานการณ์จริงได้
5. ช่วยแก้ไขปัญหาการขาดแคลนผู้สอนได้ จึงเปิดสอนได้หลายวิชาตามที่ต้องการ โดยไม่ต้องคำนึงถึงจำนวนผู้สอนหรือผู้เรียนว่ามีเพียงพอที่จะเปิดสอนหรือไม่

2.3.5 รูปแบบของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 229 - 232) ได้กล่าวถึงรูปแบบต่าง ๆ ของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 7 ลักษณะ ดังนี้

1. การสอน (tutorial instruction) บทเรียนในแบบการสอนจะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบ แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบแล้วคำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำแล้วยังผิดอีก ก็จะมีการให้เนื้อหาในบทนั้นอีกหรือทบทวนใหม่ จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก แล้วจึงให้ตัดสินใจว่าจะยังคงเรียนเนื้อหาในบทนั้นอีกหรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป
2. การฝึกหัด (drill and practice) บทเรียนในการฝึกหัดเป็นโปรแกรมที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมาจากการสุ่ม หรือออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยการนำเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการยืนยันหรือแก้ไข และพร้อมกับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถามหรือปัญหานั้นจนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ
3. การจำลอง (simulation) การสร้างบทเรียนที่เป็นการจำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอน

ซึ่งจำลองความเป็นจริง โดยตัดรายละเอียดต่าง ๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษา เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์เพื่อการฝึกทักษะการเรียนรู้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของโปรแกรมบทเรียนจำลองอาจประกอบด้วย การเสนอความรู้ข้อมูล การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะ การฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญและความคล่องแคล่ว และการให้เข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ในบทเรียนจะประกอบด้วยสิ่งทั้งหมดเหล่านี้หรือมีเพียงอย่างหนึ่งอย่างใดก็ได้

4. เกมเพื่อการสอน (instructional games) สามารถใช้เกมในการสอน และเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนในเรื่องของกฎเกณฑ์ แบบแผนของระบบ กระบวนการ ทักษะคิด ตลอดจนทักษะต่าง ๆ นอกจากนี้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และช่วยไม่ให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอยหรือฝันกลางวัน ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียน เนื่องจากมีการแข่งขันกัน จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวอยู่เสมอ

5. การค้นพบ (discovery) การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการนำเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบหรือจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6. การแก้ปัญหา (problem-solving) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยผู้เรียนในการแก้ปัญหา

7. การทดสอบ (test) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบ มิใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่า ๆ ของปรนัย หรือคำถามจากบทเรียน มาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน หรือผู้ที่ได้รับการทดสอบ ซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจกว่า พร้อมกันนั้นก็อาจเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย

2.3.6 การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์(2521 : 52) ได้กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกิน 2.5 % ขึ้นไป

2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนเท่ากับ หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกิน 2.5 %

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 % ถือว่ายังมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้เป็นตัวช่วยในการจัดการเรียนการสอน โดยอาศัยความสามารถของระบบคอมพิวเตอร์ในการถ่ายทอดเนื้อหา หรือองค์ความรู้ให้กับผู้เรียนซึ่งสามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ทั้งในลักษณะของสื่อประกอบการสอน และใช้แทนผู้สอนทั้งหมดก็ได้ สำหรับการสร้างบทเรียนนั้นอาศัยแนวคิดทางจิตวิทยาในเรื่องของสิ่งเร้ากับการตอบสนองของผู้เรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ทั้งต่อตัวผู้สอนเอง และนักเรียน สามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน 7 ลักษณะด้วยกันคือ การสอน การฝึกหัด การจำลอง เกมเพื่อการสอน การค้นพบ การแก้ปัญหา และการทดสอบ สำหรับการยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หากไม่ต่ำกว่า 2.5 % ของเกณฑ์ที่ตั้งไว้ถือว่ามีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับได้

2.4 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้จัดการเรียนการสอนในหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เป็นครั้งแรกในปีการศึกษา 2535 ต่อมาในปีการศึกษา 2540 ได้ปรับปรุงหลักสูตรเป็นหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ และได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนมาจนถึงปัจจุบัน

ตามโครงสร้างของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ได้กำหนดวิชาเอกไว้ 6 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป ฟิสิกส์ ชีววิทยา เคมี คอมพิวเตอร์ และสิ่งแวดล้อม

จากการแบ่งประเภทของงานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ว่างานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งได้เป็น งานวิจัยเพื่อสำรวจพื้นฐานหรือปัญหา งานวิจัยเพื่อพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ งานวิจัยทดลองเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สามารถจำแนกวิชาเอกได้เป็น วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป ฟิสิกส์ ชีววิทยา เคมี คอมพิวเตอร์ และวิชาเอกสิ่งแวดล้อม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้มีผู้ทำการวิจัยไว้ดังนี้ จรุง จิตรรัตน์ (2539 : 60-61) ได้ทำการสังเคราะห์วิทยานิพนธ์เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2529 – 2538 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์งานวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มุ่งศึกษาประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความคงทนในการเรียนรู้ และด้านเจตคติต่อการเรียนการสอน ประชากรคือวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 138 เรื่อง และคัดเลือกกลุ่ม ตัวอย่างเพื่อคำนวณค่าขนาดอิทธิพล จำนวน 37 เรื่อง ผลการวิจัยพบว่า วิทยานิพนธ์ส่วนใหญ่เป็นผลผลิตจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร พบมากในปี พ.ศ. 2535 ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เป็นกลุ่มตัวอย่างระดับมัธยมศึกษา ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่มากที่สุด ระยะเวลาทดลอง 1-4 สัปดาห์ คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในทุกกระดานการศึกษา เมื่อเทียบกับวิธีการสอนอื่น ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความคงทนในการเรียนรู้ และด้านเจตคติต่อการเรียนการสอน ค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ย 0.91, 0.89 และ 0.58 ตามลำดับ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่าขนาดอิทธิพลมีความสัมพันธ์มากกับการจำแนกเนื้อหาวิชา และระยะเวลาการทดลอง ด้านความคงทนในการเรียนรู้ ค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ยมีความสัมพันธ์มากกับการจำแนกกระดานการศึกษาและแหล่งประชากร / กลุ่มตัวอย่าง ส่วนด้านเจตคติต่อการเรียนการสอน ค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ยมีความสัมพันธ์มากกับการจำแนกแหล่งประชากร / กลุ่มตัวอย่าง

สมบุญ บุรศิริรักษ์ (2539 : 252) ได้สังเคราะห์งานวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา และเทคนิคการวิเคราะห์เมตาดา มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาภาพรวมของงานวิจัย และประสิทธิภาพของงานวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการเปรียบเทียบการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติ และศึกษาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าแตกต่างกันตามคุณลักษณะใดของงานวิจัย โดยรวบรวมข้อมูลจากวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พิมพ์เผยแพร่ระหว่างปีการศึกษา 2528 ถึงปีการศึกษา 2536 จำนวน 118 เรื่อง เพื่อศึกษาภาพรวมของงานวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และใช้เกณฑ์คัดเลือกงานวิจัยเปรียบเทียบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติ จำนวน 21 เรื่อง คำนวณค่าขนาดอิทธิพลได้ 21 ค่า งานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์เป็นงานวิจัยระดับปริญญาโททั้งหมด ผลการวิจัยภาพรวมของงานวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า ส่วนใหญ่เป็นของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2535 เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง วิจัยวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างขนาด 30 – 60 คน ระยะเวลาทดลองระหว่าง 30 นาที ถึง 3 ชั่วโมง ศึกษาตัวแปรด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตั้งสมมุติฐานการวิจัยแบบสองทาง แบบแผนการวิจัยเป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ใช้แบบทดสอบเก็บข้อมูล ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

โดยการหาความเชื่อมั่น ความยากง่ายและอำนาจจำแนก สถิติพื้นฐานหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test มากที่สุด สำหรับการวิจัยเปรียบเทียบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติ ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.699 แสดงว่า ผู้ที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่าสมาชิก ร้อยละ 74.22 ของกลุ่มควบคุม การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพในการให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนตามปกติ การวิเคราะห์เพื่ออธิบายความแตกต่างของขนาดอิทธิพลตามคุณลักษณะของงานวิจัย โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวพบว่า ไม่พบตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยใด ที่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของค่าขนาดอิทธิพล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเปรียบเทียบลักษณะการแจกแจงของตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยจำแนกตามขนาดอิทธิพลที่เป็นบวกและลบ ตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยที่เกี่ยวกับระยะเวลาทดลองมีผลต่อค่าขนาดอิทธิพล กล่าวคือ งานวิจัยที่ใช้ระยะเวลาทดลองยิ่งมากจะให้ค่าขนาดอิทธิพลสูงกว่างานวิจัยที่ใช้ระยะเวลาทดลองน้อยกว่า

สินินาถ ตีลังผล (2541 : 102-104) ได้สังเคราะห์วิทยานิพนธ์เกี่ยวกับองค์ประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทยตั้งแต่ พ.ศ.2528 – 2540 ด้วยการวิเคราะห์ห่อภิมาณโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์วิทยานิพนธ์เกี่ยวกับองค์ประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทย เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแต่ละด้านที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอน กลุ่มตัวอย่างได้แก่วิทยานิพนธ์จำนวน 112 เรื่อง นำมาใช้วิเคราะห์ค่าขนาดอิทธิพลจำนวน 100 เรื่อง ศึกษาองค์ประกอบ 6 ด้าน ได้แก่ ด้านลักษณะของผู้เรียน ด้านการกำหนดอัตราความก้าวหน้า ด้านรูปแบบการนำเสนอ ด้านวิธีการและกิจกรรม และด้านการให้ผลป้อนกลับและการเสริมแรง ประกอบด้วยตัวแปรหลัก 45 ตัวแปร ตัวแปรย่อย 134 ตัวแปร การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติแบบบรรยาย การคำนวณค่าขนาดอิทธิพลที่เป็นค่าประมาณไม่คลาดเคลื่อน การทดสอบที่ t-test และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) โดยใช้องค์ประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวแปรทำนาย ค่าขนาดอิทธิพลเป็นตัวแปรเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่า วิทยานิพนธ์ส่วนใหญ่เป็นของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จัดทำมากที่สุด ในปี พ.ศ.2538 และ พ.ศ.2539 ทำการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด และศึกษาองค์ประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านลักษณะของผู้เรียนมากที่สุด ตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพิจารณาจากค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ย และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานจากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียน ความถนัดทางภาษา ระดับความรู้พื้นฐาน การจัดการเรียนการสอนแบบคู่ร่วมมือชายและหญิง ลักษณะของแบบฝึกหัด การให้การชี้แนะ รูปแบบสิ่งช่วยจัดมโนภาพ

ก่อนเรียน และการนำเสนอบทเรียน ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณโดยใช้องค์ประกอบทั้ง 6 ด้านเป็นตัวแปรทำนาย สามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของค่าขนาดอิทธิพลได้ร้อยละ 18.60 และเมื่อใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบ Stepwise Method พบว่ามีองค์ประกอบเพียง 3 ด้านที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือ ด้านลักษณะของผู้เรียน ด้านวิธีการและกิจกรรม และด้านการให้ผลป้อนกลับและการเสริมแรง

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสังเคราะห์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ว่าการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านมา มุ่งที่จะศึกษาประสิทธิภาพของจัดการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และด้านเจตคติต่อการเรียนการสอน ส่วนมากเป็นเนื้อหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างส่วนมากเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาส่วนมากมีขนาด 30-60 คน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่ายมากที่สุด ตั้งสมมติฐานของการวิจัยแบบสองทาง แบบแผนการวิจัยเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยการหาค่าความเชื่อมั่น ความยากง่าย และอำนาจจำแนก สถิติพื้นฐานหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานใช้สถิติ t-test มากที่สุด ค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ย อยู่ในช่วง 0.58-0.91 และพบองค์ประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3 ด้านที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือ ด้านลักษณะของผู้เรียน ด้านวิธีการและกิจกรรม และด้านการให้ผลป้อนกลับและเสริมแรง