

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ในด้านเนื้อหา หลักการและทฤษฎี โดยศึกษาจากส่วนต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง กระทรวงศึกษาธิการ
2. ความรู้เกี่ยวกับการใช้เวิร์ดเน็คคาลิเปอร์
3. ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.3 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.4 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
7. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. งานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง กระทรวงศึกษาธิการ

1. หลักการ

1.1 เป็นหลักสูตรช่างฝีมือระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพหลังมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อพัฒนากำลังคนให้มีความชำนาญเฉพาะด้าน มีคุณธรรม นุคลิกภาพ และเจตคติที่เหมาะสมออกไปประกอบอาชีพ ได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคมทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับชาติ

1.2 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวาง เพื่อเน้นความชำนาญเฉพาะด้านและเลือกเรียนตามศักยภาพ และโอกาสของผู้เรียน สามารถถ่ายโอนผลการเรียน และ

สะสมการเรียนรู้เทียบความรู้ประสบการณ์ จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการและสถานประกอบการอิสระได้

1.3 เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน

1.4 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชน และท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร เพื่อให้ตรงตามความต้องการ สอดคล้องกับสภาพของชุมชนและท้องถิ่น

2. จุดหมาย

2.1 เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์นำไปปฏิบัติในอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเลือกวิธีการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน เพื่อสร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชนและประเทศชาติ

2.2 เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีทักษะในการจัดการ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียน เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ และพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

2.3 เพื่อมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจ และภาคภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงานรักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี โดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตน และผู้อื่น

2.4 เพื่อให้เป็นพลดีกรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่น ประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคมและเข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี

2.5 เพื่อให้มีบุคลิกที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม และวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัยสมบูรณ์เหมาะสมกับงานอาชีพนั้น ๆ

2.6 เพื่อให้มีความตระหนัก มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและของโลกปัจจุบัน มีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และการปกครองระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

3. เกณฑ์การใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) สาขาวิชาเครื่องมือกล และซ่อมบำรุง

3.1 การเรียนการสอน

3.1.1 การเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้ ผู้เรียนสามารถลงทะเบียเรียนได้ทุกวิธีเรียนที่กำหนด และนำผลการเรียนแต่ละวิธีมาประเมินผลร่วมกันได้ สามารถโอนผลการเรียน และขอเทียบความรู้และประสบการณ์ได้

3.1.2 การจัดการเรียนการสอนเน้นการปฏิบัติจริง โดยสามารถนำรายวิชาไปจัดฝึกในสถานประกอบการ ไม่น้อยกว่า 1 ภาคเรียน

3.2 เวลาเรียน

3.2.1 ในปีการศึกษาหนึ่งๆ ให้แบ่งภาคเรียนออกเป็น 2 ภาคเรียนปกติ ภาคเรียนละ 20 สัปดาห์ โดยมีเวลาเรียนและจำนวนหน่วยกิต ตามที่กำหนด และสถานศึกษาอาจเปิดสอนภาคเรียนฤดูร้อนได้อีกตามที่เห็นสมควร ประมาณ 5 สัปดาห์

3.2.2 การเรียนในระบบชั้นเรียน ให้สถานศึกษาเปิดทำการสอนไม่น้อยกว่า สัปดาห์ละ 5 วัน คาบละ 60 นาที (1 ชั่วโมง)

3.3 หน่วยกิต

ให้มีจำนวนหน่วยกิต ตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 102 หน่วยกิต การคิดหน่วยกิตถือเกณฑ์ ดังนี้

3.3.1 รายวิชาภาคทฤษฎี 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนไม่น้อยกว่า 20 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

3.3.2 รายวิชาที่ประกอบด้วยภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ให้บูรณาการการเรียนการสอน กำหนด 2-3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนไม่น้อยกว่า 40-60 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

3.3.3 รายวิชาที่นำไปฝึกงานในสถานประกอบการ กำหนดเวลาในการฝึกปฏิบัติงานไม่น้อยกว่า 40 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

3.3.4 การฝึกอาชีพในระบบทวิภาคี ใช้เวลาฝึกไม่น้อยกว่า 40 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

3.3.5 การทำโครงการ ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

3.4 โครงสร้างหลักสูตร

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) แบ่งเป็น 3 หมวดวิชา ฝึกงาน และกิจกรรมเสริมหลักสูตร ดังนี้

3.4.1 หมวดวิชาสามัญ แบ่งเป็น

3.4.1.1 วิชาสามัญทั่วไป เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต

3.4.1.2 วิชาสามัญพื้นฐานวิชาชีพ เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานสัมพันธ์กับวิชาชีพ

3.4.2 หมวดวิชาชีพ แบ่งเป็น

3.4.2.1 วิชาชีพพื้นฐาน เป็นกลุ่มวิชาชีพสัมพันธ์ที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นในประเภทวิชานั้น ๆ

3.4.2.2 วิชาชีพสาขาวิชา เป็นกลุ่มวิชาชีพหลักในสาขาวิชานั้น ๆ

3.4.2.3 วิชาชีพสาขางาน เป็นกลุ่มวิชาชีพที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะเฉพาะด้านในงานอาชีพตามความถนัดและความสนใจ

3.4.2.4 โครงการ

3.4.3 หมวดวิชาเลือกเสรี

3.4.4 ฝึกงาน

3.4.5 กิจกรรมเสริมหลักสูตร

จำนวนหน่วยกิตของแต่ละหมวดวิชาตลอดหลักสูตร ให้เป็นไปตามกำหนดไว้ในโครงสร้างของแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา ส่วนรายวิชาแต่ละหมวดวิชา สถานศึกษาสามารถจัดตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือจัดตามความเหมาะสมของสภาพท้องถิ่น ทั้งนี้ สถานศึกษาต้องกำหนดรหัสวิชา จำนวนคาบเรียนและจำนวนหน่วยกิต ตามระเบียบที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

3.5 โครงการ

3.5.1 สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนทำโครงการในภาคเรียนที่ 6 ไม่น้อยกว่า 160 ชั่วโมง กำหนดให้มีค่า 4 หน่วยกิต

3.5.2 การตัดสินผลการเรียนและให้ระดับผลการเรียน ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น ๆ

3.6 ฝึกงาน

3.6.1 ให้สถานศึกษานำรายวิชาในหมวดวิชาชีพไปจัดฝึกในสถานประกอบการอย่างน้อย 1 ภาคเรียน

3.6.2 การตัดสินผลการเรียนและให้ระดับผลการเรียน ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น

3.7 การเข้าเรียน

พื้นความรู้และคุณสมบัติของผู้เข้าเรียน ให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการจัดการศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546)

3.8 การประเมินผลการเรียน

ให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงพ.ศ. 2546)

3.9 กิจกรรมเสริมหลักสูตร

สถานศึกษาต้องจัดให้มีกิจกรรมเพื่อปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม ค่านิยม ระเบียบวินัยของตนเอง และส่งเสริมการทำงาน ใช้กระบวนการกลุ่มในการทำประโยชน์ต่อชุมชน ทะนุบำรุงขนบธรรมเนียมประเพณีอันดีงาม โดยการวางแผน ลงมือปฏิบัติ และปรับปรุงการทำงาน

3.10 การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

3.10.1 ประเมินผ่านรายวิชาในหมวดวิชาสามัญ หมวดวิชาชีพ และหมวดวิชาเลือกเสรี ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา

3.10.2 ได้จำนวนหน่วยกิตสะสมครบตามโครงสร้างของหลักสูตรแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา

3.10.3 ได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 2.00

3.10.4 เข้าร่วมกิจกรรมและผ่านการประเมินทุกเดือน

3.11 การแก้ไขและเปลี่ยนแปลงหลักสูตร

3.11.1 ให้อธิบดีกรมอาชีวศึกษาเป็นผู้มีอำนาจในการเพิ่มเติม ปรับปรุง หรือยกเลิกประเภทวิชา สาขาวิชา สาขางาน รายวิชา และโครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545

3.11.2 ให้ผู้บริหารสถานศึกษาเป็นผู้มีอำนาจเพิ่มเติม แก้ไข เปลี่ยนแปลงรายวิชาต่าง ๆ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 โดยต้องรายงานให้ต้นสังกัดทราบ

4. คำอธิบายรายวิชา 2102-2103 การวัดละเอียด

จุดประสงค์รายวิชา

4.1 เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องมือวัด เครื่องมือตรวจสอบ ชนิดประเภท หน้าที่

4.2 เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานด้านเครื่องมือวัด และเครื่องมือตรวจสอบ

4.3 เพื่อให้สามารถสอบเทียบจัดเก็บ และการบำรุงรักษาเครื่องมือวัด

4.4 เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานที่มีระเบียบแบบแผน มีความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับชนิด หน้าที่ การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดละเอียดทั้งแบบมีขีดมาตราและไม่มีขีดมาตรา รวมถึงวิธีการสอบเทียบเครื่องมือวัดตามข้อกำหนดในมาตรฐาน

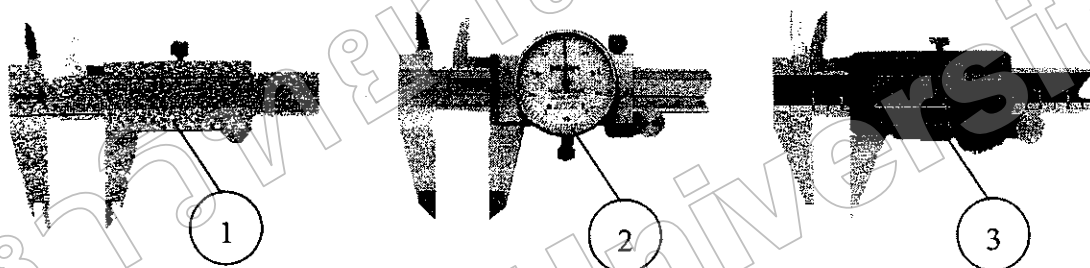
ปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือวัด และเครื่องมือตรวจสอบชนิดต่าง ๆ

บรรทัดเหล็ก เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ไมโครมิเตอร์ วงเวียนถ่ายขนาด ไบวดมูม บรรทัดวัดมูม

แบบยูนิเวอร์แซล จากช่างกล จากผสม นาฬิกาวัด คอมพารเตเตอร์ เกจบล็อก เกจทรงกระบอก เกจก้ามปู งานตรวจสอบเกลียว งานตรวจสอบรัศมี หัววัดเกลียว เทเลส โคปีกเกจ ระดับน้ำช่างกล การจัดเก็บและการบำรุงรักษา

ความรู้เกี่ยวกับการใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์

เวอร์เนียคาลิเปอร์ (บุญยศศักดิ์ ใจจงกิจ, ม.ป.ป.; ทศพล สังข์ยุทธ์, 2545; ปริชญ์ บุญนิษฐ, 2546; บุรินทร์ ไตรสินธนโชติ, 2543) เป็นเครื่องมือวัดขนาดชิ้นงานโลหะในระบบงานอุตสาหกรรม ที่ผลิตจากเครื่องจักรกล มีสเกลที่สามารถวัดและอ่านค่าได้โดยตรง ค่าที่วัดได้จะมีความละเอียดและเที่ยงตรงแม่นยำ จึงเป็นเครื่องมือวัดที่นิยมใช้งานกันในปัจจุบัน ซึ่งรูปแบบของเวอร์เนียคาลิเปอร์ที่นิยมใช้กัน โดยแบ่งจากลักษณะการอ่านค่ามีอยู่ 3 แบบใหญ่ ๆ คือ



ภาพที่ 1 รูปแบบการอ่านค่าของเวอร์เนียคาลิเปอร์

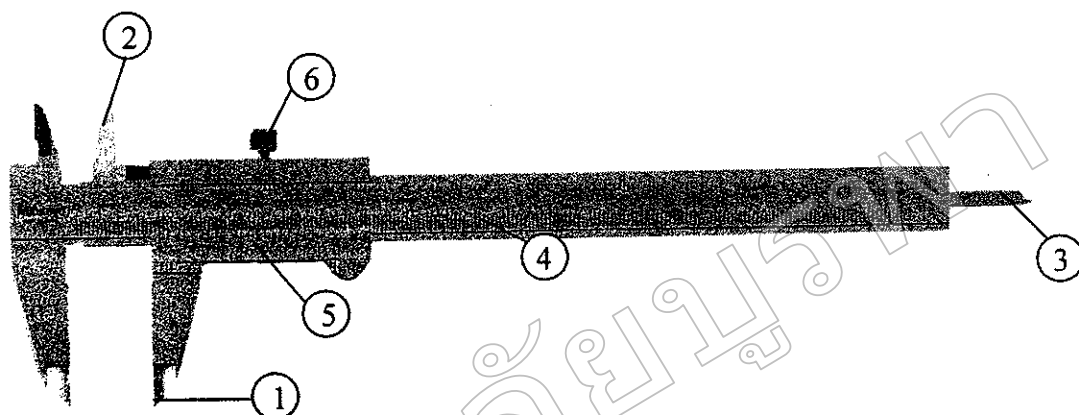
ลักษณะของเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper)

1. เวอร์เนียคาลิเปอร์อ่านค่าแบบสเกล การอ่านค่าจะทำการอ่านค่าโดยนำค่าที่อ่านได้จากสเกลหลักนำมาบวกกับค่าความละเอียดที่อ่านได้จากสเกลเลื่อน
2. เวอร์เนียคาลิเปอร์แบบนาฬิกาวัด การอ่านค่านั้นทำการอ่านค่าโดยอ่านค่าจากสเกลหลักบวกกับค่าความละเอียดของตัวเลขบนหน้าปัทมนาฬิกา
3. เวอร์เนียคาลิเปอร์แบบดิจิตอล การอ่านค่านั้นสามารถอ่านค่าที่เป็นตัวเลขจากหน้าจอ LCD ได้โดยตรง

ส่วนประกอบของเวอร์เนียคาลิเปอร์

1. ปากวัดนอก (External Jaw) ปากวัดนี้ใช้สำหรับวัดขนาดชิ้นงานภายนอกโดยการเลื่อนเข้าออกของปาก
2. ปากวัดใน (Internal Jaw) ปากวัดนี้ใช้สำหรับวัดขนาดชิ้นงานภายใน เช่น รูเจาะ ร่องภายในชิ้นงาน หรือรูคว้าน
3. ก้านวัดลึก (Depth Gauge) ก้านวัดลึกนี้จะอยู่ที่ปลายของเวอร์เนียคาลิเปอร์

จะเลื่อนเข้าออกพร้อมกับปากวัด ปลายของก้านจะเป็นส่วนเร้าเล็กน้อยเพื่อให้สามารถวัดงานที่เป็นร่องขนาดเล็กได้



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของเวอร์เนียคาลิเปอร์

4. สเกลหลัก (Main Scale) เป็นสเกลตัวเลขที่อยู่บนตัวบรรทัดของเวอร์เนียคาลิเปอร์ เพื่อใช้สำหรับการอ่านค่าจำนวนเต็มของหน่วยการวัด

5. สเกลเลื่อน (Vernier Scale) เป็นสเกลตัวเลขที่อยู่บนปากเลื่อนของเวอร์เนียคาลิเปอร์ เป็นส่วนขยายความละเอียดของสเกลหลัก และนำไปรวมกับค่าที่อ่านได้จากสเกลหลัก

6. สกรูล็อก (Lock Screw) ใช้สำหรับล็อกปากเลื่อน ป้องกันความคลาดเคลื่อนจากการอ่านค่าที่ได้จากการวัด

ชนิดของเวอร์เนียคาลิเปอร์

เวอร์เนียคาลิเปอร์นอกจากแบบมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ทั่วไปแล้ว ก็จะมีเวอร์เนียคาลิเปอร์อีกหลายรูปแบบที่ถูกออกแบบสร้างขึ้นมา เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานในการวัดชิ้นงานในลักษณะต่างๆ ซึ่งมีมากมายหลายรูปแบบด้วยกัน ดังนี้คือ

1. เวอร์เนียคาลิเปอร์วัดลึก (Vernier Depth Gages)
2. เวอร์เนียคาลิเปอร์วัดความสูง (Vernier Height Gages)
3. เวอร์เนียคาลิเปอร์พร้อมชุดปรับเลื่อนละเอียด (Vernier Calipers with Fine Adjustment)
4. เวอร์เนียคาลิเปอร์ปากวัดยาว (Long Jaw Vernier Calipers)
5. เวอร์เนียคาลิเปอร์พร้อมตัวล็อกสปริง (Vernier Calipers with Thumb Clamp)
6. เวอร์เนียคาลิเปอร์วัดร่องใน (Inside Calipers)
7. เวอร์เนียคาลิเปอร์วัดความหนาท่อ (Tube Thickness Type Calipers)

8. เวอร์เนียคาลิปเปอร์วัดระยะห่างจุดศูนย์กลาง (Offset Centerline Calipers)
9. เวอร์เนียคาลิปเปอร์วัดงานเฉพาะจุด (Point Calipers)
10. เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบปรับปากขึ้นลง (Offset Calipers)

การอ่านค่าสเกลวัดเวอร์เนียคาลิปเปอร์

โดยปกติแล้ว สเกลบนตัวเวอร์เนียคาลิปเปอร์นั้น จะมีทั้งแบบที่เป็นระบบมิลลิเมตร เพียงอย่างเดียว และแบบที่เป็นระบบนิ้ว กับระบบมิลลิเมตร อยู่บนตัวเวอร์เนียคาลิปเปอร์ ซึ่งถ้าเป็นแบบที่มีสองระบบอยู่บนเวอร์เนียคาลิปเปอร์ ที่สเกลด้านบนจะเป็นระบบนิ้ว และสเกลด้านล่างจะเป็นระบบมิลลิเมตร ส่วนความละเอียดของการอ่านค่านั้นจะแสดงอยู่ที่บริเวณด้านท้ายของสเกลเลื่อน (Vernier Scale) โดยมีตัวเลขบอกถึงความละเอียดในการวัดกำกับอยู่

ในการอ่านค่าเวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบสเกล จะอ่านได้จากค่าที่อ่านได้จากสเกลหลัก รวมกับค่าความละเอียดที่อ่านได้จากสเกลเลื่อน ซึ่งสามารถสรุปเป็นรูปแบบได้ดังนี้คือ

$$\text{ค่าที่วัดได้จริง} = \text{ค่าที่อ่านได้จากสเกลหลัก} + \text{ค่าที่อ่านได้จากสเกลเลื่อน}$$

เวอร์เนียคาลิปเปอร์ ระบบนิ้ว ที่ความละเอียด 1/1000 นิ้ว

หลักการแบ่งสเกลความละเอียด 1/1000 นิ้ว ของเวอร์เนียคาลิปเปอร์มีหลักการดังนี้คือ

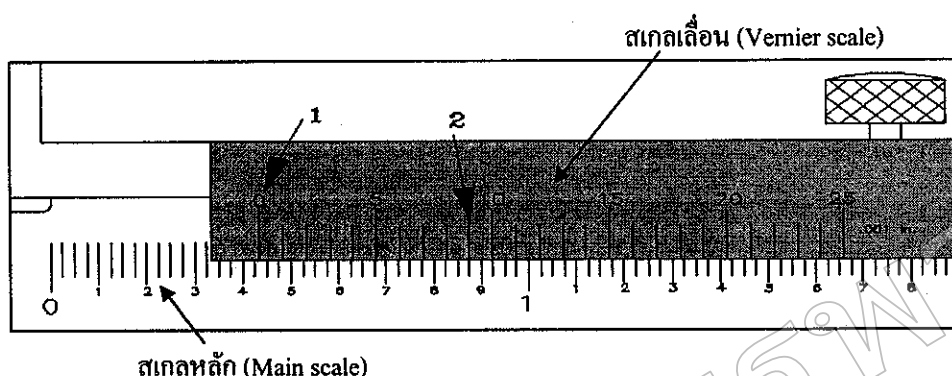
1. สเกลหลัก แบ่งขีดออกเป็น 40 ขีด ใน 1 นิ้ว ดังนั้น ในแต่ละขีด

จะมีค่า = $1000/40 = 25$ ส่วน หรือ เท่ากับ $25/1000$ นิ้ว (0.025)

2. สเกลเลื่อน แบ่งออกเป็น 25 ขีด ในแต่ละขีดจะแทนค่าเท่ากับ 1/1000 นิ้ว

การอ่านค่าจากสเกลที่วัดได้จากเวอร์เนียคาลิปเปอร์ที่ความละเอียด 1/1000 นิ้ว

1. การอ่านค่าจากสเกลหลัก (Main Scale) ให้ดูจากตำแหน่งขีดเลขศูนย์ (0) ของสเกลเลื่อนอยู่ในตำแหน่งใดของขีดตัวเลขในสเกลหลัก (หัวลูกศร หมายเลข 1) สิ่งที่เกิดขึ้นได้จากภาพที่ 3 คือ ตำแหน่งขีดเลขศูนย์ (0) อยู่เลขเลข 4 ไป 1 ช่องเล็ก อ่านค่าได้ ($0.400 + .025$) 0.425 นิ้วต่อ 1000 ส่วนของนิ้ว



ภาพที่ 3 หลักการอ่านสเกลวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์ ความละเอียด 0.001 นิ้ว

2. การอ่านค่าจากสเกลเลื่อน (Vernier Scale) ให้สังเกตขีดจากสเกลเลื่อนที่ตรงกับขีดของสเกลหลักมากที่สุด จากภาพที่ 3 สังเกตเห็นว่าขีดเลข 9 (หัวลูกศร หมายเลข 2) นั้นตรงกับขีดที่ 3 จากเลข 8 ของสเกลหลักมากที่สุด อ่านค่าได้ 0.009 นิ้วต่อ 1000 ส่วนของนิ้ว (ข้อสังเกต จากตำแหน่งขีดของเลขศูนย์ (0) ที่เลยจากขีดแรกของเลข 4 นั้น จะไม่เกินครึ่งหนึ่งของระหว่างขีดแรกและขีดที่ 2 ดังนั้น ให้สังเกตจากค่าอ่านที่ได้จากสเกลเลื่อนจะมีค่าไม่เกินครึ่งหนึ่งของสเกลเลื่อน)

จากรูปแบบการอ่านค่าของเวอร์เนียคาลิเปอร์

ค่าที่วัดได้จริง = ค่าที่อ่านได้จากสเกลหลัก + ค่าที่อ่านได้จากสเกลเลื่อน

แทนค่า ค่าที่อ่านได้จากสเกลหลัก 0.425 นิ้ว + ค่าที่อ่านได้จากสเกลเลื่อน 0.009 นิ้ว

ค่าที่วัดได้จริง = $(0.425 + 0.009) = 0.434$ นิ้ว

การอ่านค่าเวอร์เนียคาลิเปอร์ ระบบมิลลิเมตร ที่ความละเอียด 0.02 มม.

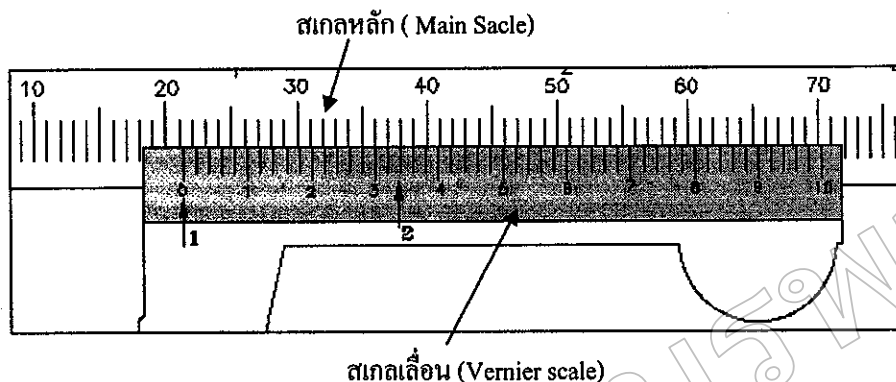
หลักการแบ่งสเกลความละเอียด 0.02 มิลลิเมตร ของเวอร์เนียคาลิเปอร์มีหลักการดังนี้คือ

1. สเกลหลัก จะเป็นสเกลมาตรฐาน ระยะห่างของช่องแต่ละช่องจะเท่ากับ 1 มิลลิเมตร
2. สเกลเลื่อน แบ่งออกเป็น 50 ขีด ในแต่ละขีดจะแทนค่าเท่ากับ 0.02 มิลลิเมตร

การอ่านค่าจากสเกลที่วัดได้จากเวอร์เนียคาลิเปอร์ที่ความละเอียด 0.02 มิลลิเมตร

มีขั้นตอนในการอ่านค่าสเกลดังนี้

1. การอ่านค่าจากสเกลหลัก (Main Scale) ให้ดูจากตำแหน่งขีดเลขศูนย์ (0) ของสเกลเลื่อน อยู่ในตำแหน่งใดของขีดตัวเลขในสเกลหลัก (หัวลูกศรหมายเลข 1) สิ่งที่สังเกตได้จากภาพที่ 4 คือ ตำแหน่งขีดเลขศูนย์ (0) อยู่เลขเลข 21 ไป 1 ช่องเล็ก อ่านค่าจำนวนเต็มได้เท่ากับ 21 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4 หลักการอ่านสเกลวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์ ความละเอียด 0.02 มิลลิเมตร

2. การอ่านค่าจากสเกลเลื่อน (Vernier Scale) ให้สังเกตขีดจากสเกลเลื่อน ที่ตรงกับขีดของสเกลหลักมากที่สุด จากภาพที่ 4 สังเกตเห็นว่า ขีดที่สองหลังเลข 3 (หัวลูกศร หมายเลข 2) นั้น ตรงกับขีดที่ 38 ของสเกลหลักมากที่สุด ให้อ่านค่าที่ได้จากสเกลเลื่อนเพียงอย่างเดียว อ่านค่าได้เท่ากับ 0.34 มิลลิเมตร (เลข 3 ที่สเกลเลื่อน มีค่าเท่ากับ 0.3 บวกกับ 2 ขีดหลังเลข 3 ($0.02 + 0.02$) มีค่าเท่ากับ 0.04 (ข้อสังเกต จากตำแหน่งขีดของเลขศูนย์ (0) ที่เลยจากขีดแรกของเลข 21 นั้น จะไม่เกินครึ่งหนึ่งระหว่างขีดที่ 1 และขีดที่ 2 ดังนั้นให้สังเกตจากค่าอ่านได้จากสเกลเลื่อนจะมีค่าไม่เกินครึ่งหนึ่งของสเกลเลื่อน)

จากรูปแบบการอ่านค่าของเวอร์เนียคาลิเปอร์

ค่าที่วัดได้จริง = ค่าที่อ่านได้จากสเกลหลัก + ค่าที่อ่านได้จากสเกลเลื่อน

แทนค่า ค่าที่อ่านได้จากสเกลหลัก 21 มิลลิเมตร + ค่าที่อ่านได้จากสเกลเลื่อน

0.34 มิลลิเมตร ดังนั้นค่าที่วัดได้จริง = $(21 + 0.34) = 21.34$ มิลลิเมตร

ขั้นตอนการใช้งานเวอร์เนียคาลิเปอร์ในการวัดขนาดงาน

1. ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาด ตัวเวอร์เนียคาลิเปอร์ก่อนวัดงานทุกครั้ง
2. ปลดล็อกสกรู แล้วทดลองเลื่อนสเกลเลื่อนไป — มา เพื่อตรวจสอบความคล่องตัว
3. ตรวจสอบปากวัดของเวอร์เนียคาลิเปอร์ โดยการเลื่อนปากวัดนอกให้ชิดสนิทกัน

และทำการสังเกตว่ามีแสงสว่างผ่านหรือไม่ ถ้าไม่มีแสดงว่าปากวัดสามารถใช้งานได้ปกติ

ข้อควรระวังในการใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์

1. ต้องทำความสะอาดผิวชิ้นงานบริเวณส่วนที่ต้องการวัด และลบคมชิ้นงานก่อนวัดงาน

ทุกครั้ง

2. อย่าวัดชิ้นงานในขณะที่กำลังหมุนอยู่ เพราะจะทำให้ปากวัดของเวอร์เนียคาลิเปอร์เสียหายได้
3. อย่าวัดชิ้นงานในขณะที่กำลังร้อนอยู่ เพราะจะทำให้ได้ขนาดที่ไม่เที่ยงตรง
4. อย่าเลื่อนหรือลากปากวัดบนชิ้นงาน เพราะจะทำให้ปากวัดงานเสียหายได้
5. อย่าใช้ปากวัดนอกหรือปากวัดใน จิกเส้นขนาดบนชิ้นงาน เพราะจะทำให้ปากวัดเสียหายได้ (ยกเว้น เวอร์เนียคาลิเปอร์วัดความสูง (Vernier Height Gages))

ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฉลอง ทับศรี (2535, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน ส่วนใหญ่มุ่งที่จะให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองเป็นหลัก แต่ก็สามารถพัฒนาบทเรียน สำหรับการเรียนเป็นกลุ่มได้

วัฒนาพร ระจิบทุกษ์ (2541, หน้า 25) ได้ให้ความหมายของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction: CAI) คือสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูงที่นำมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีปฏิสัมพันธ์กัน ได้ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

ยีน ภู่วรรณ (2542, หน้า 271) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้ อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนแต่ละคน

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 65) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หมายถึง วิธีทางของการสอนรายบุคคลโดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดหาประสบการณ์ ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกันด้วย

ไพโรจน์ ศิรณนากุล, ไพบุลย์ เกียรติโกมล และ เสกสรร แยมพิณิจ (2546, หน้า 21) ได้ให้ความหมายของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) คือการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาเสริม เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น การใช้คอมพิวเตอร์เสริมการสอนนี้สามารถใช้ประกอบขณะที่ผู้สอนทำการสอนเอง หรือใช้สอนแทนผู้สอนทั้งหมดก็ได้

สรุปความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ สื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีจากการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาออกแบบบทเรียน บรรจุเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอนไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถนำมาสอนเสริมในชั้นเรียน แทนครูผู้สอน ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการทบทวนเนื้อหาวิชา โดยเกิดปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

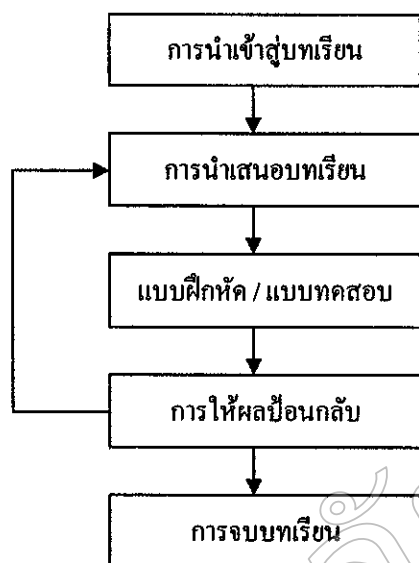
ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

อำนาจ เชนชัยศรี (2539, หน้า 17), กนก จันทร์ทอง (2544, หน้า 74) ได้แบ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลักษณะการเสนอเนื้อหาได้ 4 ลักษณะคือ

1. บทเรียนชนิดโปรแกรมการสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial Instruction) บทเรียนนี้จะมีลักษณะเป็นกิจกรรมเสนอเนื้อหา โดยจะเริ่มจากบทนำซึ่งเป็นการกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน หลังจากนั้นเสนอเนื้อหาโดยให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนกำหนดไว้ และมีคำถามเพื่อให้ผู้เรียนตอบ โปรแกรม ในบทเรียนจะประเมินผลคำตอบของผู้เรียนทันที ซึ่งการทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะวนซ้ำ เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับจนจบบทเรียน
2. บทเรียนชนิดโปรแกรมการฝึกทักษะ (Drill and Praticice) บทเรียนชนิดนี้จะมีลักษณะให้ผู้เรียนฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ
3. บทเรียนชนิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulation) มีลักษณะเป็นแบบจำลองเพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้ใกล้เคียงกับความจริง ผู้เรียนไม่ต้องเสี่ยงภัย และเสียค่าใช้จ่ายน้อย
4. บทเรียนชนิด โปรแกรมเกมการศึกษา (Education Game) มีลักษณะเป็นการกำหนดเหตุการณ์ วิธีการ และกฎเกณฑ์ ให้ผู้เรียนเลือกเล่นและแข่งขัน การเล่นเกมจะเล่นคนเดียว หรือหลายคนก็ได้

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541, หน้า 11 - 75), นลอง ทับศรี (2535, หน้า 2), จารุวัจน์ สองเมือง (ม.ป.ป., หน้า 410 - 413), กรมวิชาการ (2546, หน้า 3 - 6) ได้แบ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นดังนี้ คือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ (Tutorial) คือบทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาให้แก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิม ซึ่งรูปแบบโดยทั่วไปจะมีการแนะนำ มีการนำเสนอข้อมูล การถามคำถาม และมีการตรวจคำตอบ และการให้ข้อมูลป้อนกลับ อเลสซีและทรอลลีป (Alessi, Trollip, 1985, p. 66) เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วยและบางครั้งก็จะมีลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมมาผสมผสาน เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกไปกับการฝึกปฏิบัติ



ภาพที่ 5 แผนภูมิ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด (Drill and Practice) คือเป็นบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้จัดทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอบทเรียนในรูปแบบของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นและบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem Solving) ในตัวบทเรียน

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม (Game) คือบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ (Testing) คือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 65-68) และแอนเดอร์สัน (Anderson, 1986, p. 59) ได้จัดแบ่งลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน พอจะสรุปได้ดังนี้

1. บทเรียน (Tutorial) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาในลักษณะของบทเรียนโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นส่วนย่อย ๆ จะมีบทนำ คำอธิบาย ซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบาย สอนในรูปแบบของข้อความ ภาพและเสียงหรือทุกแบบรวมกัน

2. ฝึกทักษะและปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นลักษณะให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์เป็นการวัด ความเข้าใจ ทบทวน และช่วยเพิ่มความรู้ความชำนาญ

3. จำลองแบบ (Simulation) เป็นลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยจำลองแบบเป็นรูปภาพด้วยคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้เรียนเห็นจริงและเข้าใจได้ง่าย

4. เกมทางการศึกษา (Educational Game) เป็นลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบเป็นลักษณะของเกม ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการเล่น ช่วยให้ได้รับความรู้และความสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อม ๆ กัน

5. การสาธิต (Demonstration) เป็นลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่น่าเสนอ โดยมีเส้นกราฟที่สวยงาม สี และเสียงที่จะใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มีลักษณะแสดงเป็นการสาธิตคล้ายกับการทดลอง

6. การทดสอบ (Testing) เป็นลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน โดยคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ ในหลักของการทดสอบคือ การสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การสร้างคลังข้อสอบ และสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

7. การไต่ถาม (Inquiry) เป็นลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในแบบให้ข้อมูลข่าวสาร

8. การแก้ปัญหา (Problem Solving) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้เน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยการกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์มีการให้คะแนนแต่ละข้อ เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์

9. แบบรวมวิธีต่างๆ เข้าด้วยกัน (Combination) เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการประยุกต์เอาวิธีการหลายแบบเข้ามารวมกันตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

สรุปได้ว่า ในการแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สามารถแบ่งได้จากลักษณะของการออกแบบการทำงานซึ่งมีลักษณะเด่นชัดจำนวน 4 รูปแบบด้วยกันคือ บทเรียนชนิดสอนเนื้อหา (Tutorial) บทเรียนแบบฝึกทักษะและปฏิบัติ (Drill and Practice) บทเรียนจำลองแบบ (Simulation) และบทเรียนเกมการศึกษา (Education Game) และในส่วนประเภทอื่น ๆ เกิดจากผสมผสานการออกแบบการทำงานบทเรียนคอมพิวเตอร์ในหลายรูปแบบ โดยเน้นจากวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่ต้องการให้เกิดขึ้น ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกลักษณะของบทเรียนชนิดสอนเนื้อหา (Tutorial) มาใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในงานวิจัย เนื่องจากว่าบทเรียนชนิดสอนเนื้อหา สามารถนำเสนอเนื้อหาแยกออกเป็นส่วน ๆ ตามลักษณะของจุดประสงค์รายวิชาที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจ โดยนำเอาภาพและเสียงมาประกอบในคำอธิบาย และมีการเพิ่มกิจกรรมการฝึกทักษะควบคู่การเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียน และสร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ที่ได้รับจากบทเรียน และสามารถประเมินความรู้ของตนเองได้

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วุฒิชัย ประสารสอย (2543, หน้า 28-31) ได้กล่าวว่า การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกระบวนการที่จะต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยให้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นมานั้น มีคุณค่าต่อการศึกษา และช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ ตลอดจนสามารถสร้างสรรค์รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาความรู้ให้เหมาะสมกับพฤติกรรมและการตอบสนองของผู้ใช้บทเรียน ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอนดังนี้คือ

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป (Goal/ Objectives) ได้แก่งำหนดว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นนี้ต้องการนำไปใช้เพื่อใคร และต้องการให้เรียนรู้อะไรบ้าง จากการศึกษาและวิเคราะห์ คำอธิบายรายวิชา และแผนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่ต้องการนำมาสร้างเป็นสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. รายละเอียดของเนื้อหา (Content Specification) ได้แก่เนื้อหาความรู้ที่กำหนดเอาไว้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ ซึ่งอาจจะได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตร แล้วนำมาวิเคราะห์ความสำคัญและคุณค่าด้านเนื้อหาความรู้และกิจกรรมบทเรียน ที่เหมาะสมกับผู้เรียน
3. วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) วิธีการนี้จะเริ่มต้นจากการ วิเคราะห์งาน (Task Analysis) เพื่ออธิบายกิจกรรมการเรียนการสอน และจัดลำดับกิจกรรมเหล่านั้นให้เหมาะสมถูกต้อง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั่วไป จนได้รายละเอียดของเรื่องที่จะสอน หรือหัวข้อการสอน (Topic Content) ต่อจากนั้นจึงนำเอารายละเอียดที่ได้มาทำการแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยตามความเหมาะสม
4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) เป็นการกำหนดพฤติกรรมเชิงความรู้ (Knowledge-Base Behavior) เพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้ว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วจะได้รับสิ่งใดจากการเรียน
5. กลยุทธ์ทางการสอนและนำเสนอ (Teaching Strategies & Models of Delivery) ได้แก่การเลือกจะใช้วิธีการสื่อสารเพื่อให้เกิดการรับรู้ เช่น การนำเสนอข้อมูลเนื้อหาด้วยข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น โดยกำหนดหลักการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และธรรมชาติของเนื้อหาวิชา เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในที่สุด
6. ออกแบบและลงมือสร้างบทเรียน (Design & Implementation) ในขั้นตอนนี้ เกี่ยวข้องกับการเตรียมผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่การนำเอารายละเอียดที่ได้จากการปฏิบัติที่ผ่านมาทั้งหมด มาจำแนกรายละเอียดเป็นการเฉพาะในแต่ละส่วน และเป็นการกำหนดแผนและวิธีการปฏิบัติในรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลในการปฏิบัติ หากพบว่ามีข้อบกพร่อง

ที่ส่วนใดควรปรับปรุงและแก้ไขให้บทพ้องน้อยที่สุด เรียกขั้นตอนการเขียนบทดำเนินเรื่อง หรือที่เรียกว่า “ การเขียนสคริปต์”

7. นำเสนอต่อผู้เรียน (Delivery) เป็นวิธีการที่จะนำไปสู่กระบวนการหาประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงหลักการด้านความยืดหยุ่น (Flexibility) และสร้างรูปแบบนำเสนอให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน

8. การวัดผลและประเมินผล (Evaluation) ได้แก่ การประเมินระหว่างการศึกษา ด้านเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเอาไว้ในเบื้องต้น เช่นการประเมินความถูกต้อง ความเหมาะสม และการครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะจัดให้มีขึ้นในบทเรียนนั้น รวมทั้งการประเมินสรุป ซึ่งเป็นขั้นการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและกิจกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่วางเอาไว้ เพื่อทำการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

สราญ ปรีสุทติกุล (2548, หน้า 3 - 9) ได้กล่าวว่าในการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนนั้น ผู้สอนจะต้องมีการวางแผนตามลำดับขั้นตอนเพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

1. ศึกษาและรวบรวมตำรา เนื้อหา หนังสืออ้างอิง และสื่อต่าง ๆ
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือเป้าหมายของบทเรียนที่บ่งชี้ว่า เมื่อเรียนจบในแต่ละเนื้อหาแล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องใดบ้างหรือทำอะไรได้บ้าง
3. ศึกษาวิธีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รวมทั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. ศึกษาเนื้อหาวิชา และศึกษาวิธีการสอนในแต่ละเนื้อหา
5. ออกแบบการสอน โดยการสังเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่ได้เตรียมมาแล้ว
6. ทำผังงานบทเรียน (Flowchart) เพื่อใช้อธิบายปฏิบัติการต่าง ๆ ที่คอมพิวเตอร์ทำงาน โดยจะแสดงให้เห็นเหตุการณ์และการตัดสินใจต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในโปรแกรม
7. ทำสตอรี่บอร์ด (Story Board) เป็นการเตรียมข้อความหรือภาพที่จะแสดงให้เห็นในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และแสดงให้เห็นเนื้อหาในบทเรียน และวิธีการนำเสนอบทเรียน
8. ดำเนินการสร้างโปรแกรมบทเรียน โดยนำสิ่งที่มียู่ในสตอรี่บอร์ดทั้งหมดมาสร้างโปรแกรมการสอน โดยอาศัยโปรแกรมต่าง ๆ ประกอบ
9. ทดสอบโปรแกรม โดยนำโปรแกรมบทเรียนที่สร้างเสร็จไปทดลองกับตัวแทนผู้เรียน โดยการทดลองแบบ 1 ต่อ1 การทดลองแบบกลุ่มย่อย และการทดลองแบบภาคสนาม
10. ผลิตวัสดุอุปกรณ์สนับสนุน เช่น คู่มือการใช้โปรแกรม คู่มือผู้เรียน และคู่มือครูผู้สอน

11. ประเมินและแก้ไขปรับปรุง โปรแกรมบทเรียนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากกระบวนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สรุปได้ว่าการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะต้องมีขั้นตอนในการพัฒนาอย่างเป็นลำดับขั้น เพื่อบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีความน่าสนใจ กิจกรรมการเรียน และเนื้อหาความรู้ที่ผู้เรียนได้รับสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ผู้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาบทเรียน มีการกำหนดเนื้อหาที่จะใช้ในการพัฒนาบทเรียนเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนจะได้อะไรเมื่อจบบทเรียน และส่วนสำคัญของการพัฒนาบทเรียนก็คือส่วนที่จะต้องสร้างกลยุทธ์ ในการนำเสนอและความสามารถในการออกแบบบทเรียนเพื่อนำเสนอต่อผู้เรียน ที่ดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนที่พัฒนาขึ้น และทำการวัดและการประเมินผลเพื่อใช้ในการปรับปรุงให้บทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากที่สุด

ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รักศักดิ์ เลิศคงคาทิพย์ (2542, หน้า 17-18) ได้กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อการสอนที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและเป็นกลุ่ม ซึ่งมีประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สอนดังนี้

ประโยชน์ต่อผู้เรียน

1. ผู้เรียนเรียน ได้ตามเอกัตภาพ ตามลำพังตนเองและเป็นอิสระจากผู้อื่น
2. ผู้เรียนจะเรียนรู้ไปตามลำดับจากง่ายไปหายาก และไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้
3. มีการให้ผลย้อนกลับทันที ซึ่งถือว่าเป็นรางวัลของผู้เรียน
4. ผู้เรียนสามารถทบทวนหรือฝึกปฏิบัติบทเรียน ได้บ่อยครั้งตามความต้องการ
5. ช่วยให้ผู้เรียนเรียน ได้ดี และเร็วกว่าการเรียนการสอนปกติ
6. สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียน ได้ทันทีโดยอัตโนมัติ
7. ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล โดยเฉพาะการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
8. สามารถเลือกเรียนได้ตามความสะดวกของผู้เรียน ทั้งเวลาและสถานที่
9. ปลุกฝังนิสัยความรับผิดชอบให้แก่ผู้เรียน โดยอาศัยการเสริมแรงที่เหมาะสมกระตุ้น

ให้อยากเรียน

10. ช่วยให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน
11. ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเต็มที่

ประโยชน์ต่อผู้สอน

1. ช่วยให้ครูทำงานน้อยลงในด้านการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ
2. ช่วยให้ครูมีเวลาที่จะศึกษาความรู้เพิ่มเติมพัฒนาความสามารถ และประสิทธิภาพในการสอนให้สูงขึ้น
3. ช่วยให้ครูมีเวลาในการดูแลเอาใจใส่ในการเรียนผู้เรียนแต่ละคนได้มากขึ้น
4. ช่วยให้ครูมีเวลาในการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา สื่อการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
5. ช่วยลดเวลาในการสอนบทเรียน เพราะบทเรียน โปรแกรมสามารถนำเสนอเนื้อหาได้มากกว่าและใช้เวลาน้อยกว่า

สราวุธ ปริสุทธิกุล (2548, หน้า 2 - 3) ได้กล่าวถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประโยชน์ดังนี้คือ

1. สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และดึงดูดความสนใจของผู้เรียน โดยใช้เทคนิคการนำเสนอด้วยกราฟฟิก, ภาพเคลื่อนไหว, สี, เสียง มีความสวยงามและเหมือนจริง
2. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถเข้าใจเนื้อหาได้เป็นอย่างดี ด้วยวิธีการออกแบบที่เหมาะสม และสามารถทบทวนบทเรียนซ้ำได้เท่าที่ต้องการ
3. ผู้เรียนมีการโต้ตอบ ปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์และ โปรแกรมบทเรียน มีโอกาสเลือกตัดสินใจและได้รับการเสริมแรงจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที
4. ช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการจดจำ เพราะมีโอกาสปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งจะเรียนรู้ได้จากขั้นตอนเนื้อหาที่ง่ายไปหาเนื้อหาที่ยากตามลำดับ
5. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสนใจ และความสามารถของตนเอง
6. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง
7. ส่งเสริมการแก้ปัญหา และฝึกคิดอย่างมีเหตุผล
8. สร้างความพึงพอใจแก่ผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน
9. สามารถทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ทันที เป็นการท้าทายผู้เรียนและเสริมแรงให้อยากเรียนต่อ
10. ครูมีเวลามากขึ้นในการที่จะช่วยเหลือผู้เรียนในการเสริมความรู้ หรือช่วยผู้เรียนคนอื่นที่เรียนอ่อนหรือเรียนช้า
11. ประหยัดเวลา และงบประมาณในการจัดการเรียนการสอน โดยลดความจำเป็นที่จะต้องใช้ครูที่มีประสบการณ์สูง หรือครูสาขาวิชาที่ขาดแคลน หรือเครื่องมือที่มี ราคาแพง เครื่องมืออันตรายน

12. ลดช่องว่างการเรียนรู้ระหว่างโรงเรียนในเมืองและชนบท เพราะสามารถส่งโปรแกรมบทเรียนไปยังโรงเรียนชนบทที่ห่างไกลได้

สรุปได้ว่าประโยชน์จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการเรียนการสอนให้กับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์ของบทเรียน และยังช่วยให้ผู้สอนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนได้มากยิ่งขึ้น

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

ทฤษฎีหลัก ๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์และส่งผลกระทบต่อแนวคิดในการออกแบบโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม ทฤษฎีปัญญานิยม ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ และทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541, หน้า 52 – 55)

ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) เป็นทฤษฎีซึ่งเชื่อว่า จิตวิทยาเป็นเสมือนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของพฤติกรรมมนุษย์ (Scientific Study of Human Behavior) และการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก นอกจากนี้ยังมีแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง (Stimuli and Response) ซึ่งเชื่อว่าการตอบสนองกับสิ่งเร้าของมนุษย์จะเกิดขึ้นควบคู่กันในช่วงเวลาที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังเชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นพฤติกรรมแบบแสดงอาการกระทำ (Operant Conditioning) ซึ่งมีการเสริมแรง (Reinforcement) เป็นตัวการ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมนี้ จะมีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะเชิงเส้นตรง (Linear) โดยผู้เรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่เหมือนกันและตายตัว ซึ่งเป็นลำดับที่ผู้สอนได้พิจารณาแล้วว่าเป็นลำดับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนั้นจะมีการตั้งคำถามผู้เรียน โดยหากผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการตอบสนองในรูปผลตอบแทนทางบวก หรือรางวัล (Reward) ในทางตรงกันข้ามหากผู้เรียนตอบผิดก็จะได้รับการตอบสนองในรูปแบบของผลตอบแทนในทางลบและคำอธิบายหรือการลงโทษ (Punishment) ซึ่งผลตอบแทนนี้ถือเป็นการเสริมแรงเพื่อให้เกิดพฤติกรรมที่ผู้เรียนต้องการ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยม จะบังคับให้ผู้เรียนผ่านการประเมินตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ตามวัตถุประสงค์เสียก่อน จึงจะสามารถผ่านไปศึกษาต่อยังเนื้อหาของวัตถุประสงค์ต่อไปได้ หากไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ ผู้เรียนจะต้องกลับไปศึกษาในเนื้อหาเดิมอีกครั้งจนกว่าจะผ่านการประเมิน

ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism) เกิดขึ้นจากแนวคิดของ ชอมสกี (Chomsky) ที่

ไม่เห็นด้วยกับสกินเนอร์ (Skinner) ในการมองพฤติกรรมมนุษย์ไว้ว่าเป็นเสมือนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ชอมสกี เชื่อว่าพฤติกรรมมนุษย์นั้นเป็นเรื่องของภายในจิตใจ มนุษย์ไม่ใช่ผ้าขาวที่เมื่อใส่สีอะไรลงไปก็จะกลายเป็นสีนั้น มนุษย์มีความนึกคิด มีอารมณ์จิตใจ และความรู้สึกภายในที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการออกแบบบทเรียนการสอนก็ควรที่จะคำนึงถึงความแตกต่างภายในของมนุษย์ด้วย

ทฤษฎีปัญญานิยม ทำให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบในลักษณะสาขา (Branching) ของคราวเดอร์ (Crowder) ซึ่งการออกแบบบทเรียนในลักษณะสาขา หากเมื่อเปรียบเทียบกับบทเรียนที่ออกแบบตามแนวคิดของพฤติกรรมนิยมแล้ว จะทำให้ผู้เรียนมีอิสระมากขึ้นในการควบคุมบทเรียนของตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีอิสระมากขึ้นในการเลือกลำดับของการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมกับตน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีปัญญานิยมจะมีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะสาขา โดยผู้เรียนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่ไม่เหมือนกัน โดยเนื้อหาที่จะได้รับการนำเสนอต่อไปนั้น จะขึ้นอยู่กับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ

ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) เป็นแนวคิดที่เชื่อว่า โครงสร้างภายในของความรู้ที่มนุษย์มีอยู่นั้นจะมีลักษณะเป็น โหนดหรือกลุ่มที่มีการเชื่อมโยงกันอยู่ ในการที่มนุษย์เรียนรู้อะไรใหม่ ๆ นั้น มนุษย์จะนำความรู้ใหม่ ๆ ที่เพิ่งได้รับนั้นไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้ที่มีอยู่เดิม (Pre – Existing Knowledge) รูเมลฮาร์ทและออร์ทอนี (Rumelhart & Ortony, 1977) ได้ให้นิยามความหมายของคำโครงสร้างความรู้ ไว้ว่าเป็น โครงสร้างข้อมูลภายในสมองของมนุษย์ ซึ่งรวบรวมความรู้เกี่ยวกับวัตถุ ลำดับเหตุการณ์ รายการกิจกรรมต่าง ๆ เอาไว้ หน้าที่ของโครงสร้างความรู้ก็คือ การนำไปสู่การรับรู้ข้อมูล (Perception) การรับรู้ข้อมูลนั้นจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ หากขาดโครงสร้างความรู้ (Schema) ทั้งนี้ก็เพราะการรับรู้ข้อมูลนั้น เป็นการสร้างความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่ และจากการกระตุ้นโดยเหตุการณ์หนึ่ง ๆ ที่ช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้นั้น ๆ เข้าด้วยกัน การรับรู้เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ เนื่องจากไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นได้โดยปราศจากการรับรู้ นอกจากโครงสร้างความรู้จะช่วยในการรับรู้และการเรียนรู้แล้วนั้น โครงสร้างความรู้ยังช่วยในการระลึก (Recall) ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เราเคยเรียนรู้มา (Anderson, 1984)

ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility Theory) มีแนวความคิดที่เชื่อว่า ความรู้แต่ละองค์ความรู้นั้นมีโครงสร้างที่แน่นชัด และสลับซับซ้อนมากขึ้นแตกต่างกันไป โดยองค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์กายภาพนั้น ถือว่าเป็น

องค์ความรู้ประเภทที่มีโครงสร้างตายตัวไม่สลับซับซ้อน (Well – Structured Knowledge Domains) เพราะตรรกะและความเป็นเหตุเป็นผลที่แน่นอนของธรรมชาติองค์ความรู้ ในขณะที่เดียวกัน องค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชา เช่น จิตวิทยา ถือว่าเป็นองค์ความรู้ประเภทที่ไม่มีโครงสร้างตายตัวและสลับซับซ้อน (Ill Sstructured Knowledge Domains) เพราะความไม่เป็นเหตุเป็นผลของธรรมชาติขององค์ความรู้ (West & Other, 1991) แนวคิดในเรื่องความยืดหยุ่นทางปัญญานี้ ส่งผลให้เกิดความคิดในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อตอบสนองต่อโครงสร้างขององค์ความรู้ที่แตกต่างกันซึ่งได้แก่ แนวคิดในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ซึ่งในการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ในลักษณะสื่อหลายมิติ สามารถที่จะตอบสนองความแตกต่างทางโครงสร้างขององค์ความรู้ที่ไม่ชัดเจน หรือมีความสลับซับซ้อนจากแนวคิดของทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญาได้อีกด้วย ในการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติจะอนุญาตให้ผู้เรียนทุกคนสามารถที่จะมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตน (Learner Control) ตามความสามารถ ความสนใจ ความถนัด และพื้นฐานความรู้ของตน ได้อย่างเต็มที่

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีโครงสร้างความรู้และแนวคิดของทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญามีโครงสร้างของบทเรียนแบบสื่อหลายมิติ ในลักษณะโยงใยเหมือนใยแมงมุม โดยผู้เรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่ไม่เหมือนกันและไม่ตายตัว โดยเนื้อหาที่จะได้รับการนำเสนอขึ้นอยู่กับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ

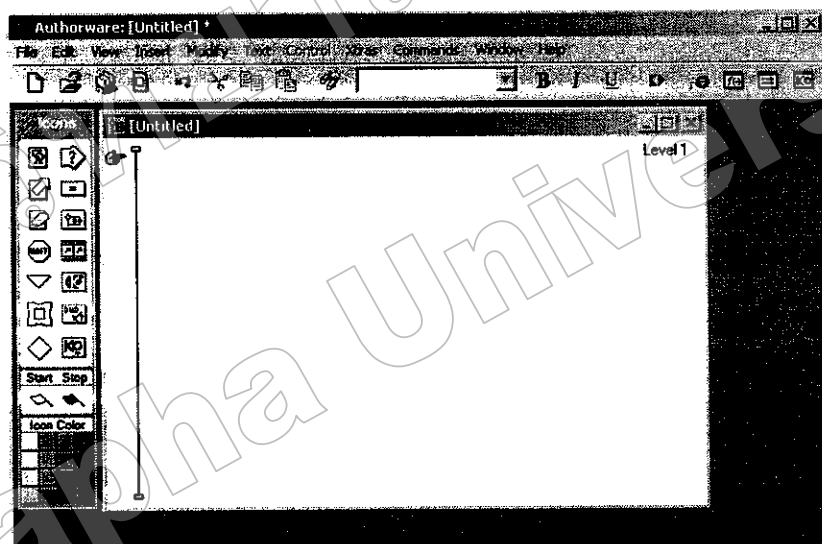
จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น สรุปได้ว่าการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ไม่จำเป็นต้องยึดแนวคิดหรือทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่ง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ควรจะผสมผสานแนวคิดในหลักทฤษฎีต่าง ๆ ให้เหมาะสมตามลักษณะของเนื้อหาและของโครงสร้างขององค์ความรู้ในสาขาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นที่กำหนดไว้

โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 7.0 สำหรับพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเวอร์เนียบคาลิปเปอร์ ซึ่งมีรายละเอียดโปรแกรม ดังนี้คือ

โปรแกรม Macromedia Authorware 7.0 เป็นโปรแกรมที่มีลักษณะเป็นโปรแกรมสำหรับนิพนธ์บทเรียน (Authoring System) ที่พัฒนาขึ้นจากผู้ชำนาญและเชี่ยวชาญทางด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Macromedia Authorware 7.0 ได้ออกแบบไว้สำหรับ

การสร้างและการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเฉพาะ และมีความโดดเด่นในเรื่องการสร้างงานมัลติมีเดีย โดยมีความสามารถในการนำเอาสื่อประเภทต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเสียง ภาพกราฟฟิก ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษร/ ข้อความ วิดีโอ หรือสื่ออื่น ๆ เข้ามาประยุกต์รวมกัน เพื่อให้เกิดเป็นแอปพลิเคชัน (โปรแกรมสำเร็จรูป) ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว โดยการใช้งานของโปรแกรมจะอยู่ที่การลากเอาไอคอนจากแถบไอคอน (Icon Palette) มาวางเรียงตามลำดับการแสดงบนเส้น Flow Line ซึ่งวิธีนี้เรียกว่าการลากมาวาง (Drag and Drop) จะทำให้เกิดลำดับขั้นของการแสดงผลในด้านกราฟฟิก ตามการออกแบบกิจกรรมเรียนรู้ที่ผู้จัดทำได้กำหนดลำดับขั้นตอนไว้สำหรับผู้เรียน (วีระพันธ์ คำดี, 2544; ศักดิ์สิทธิ์ วงศ์ตรง, 2545, หน้า 15 – 252; ดนุพล กิ่งสุคนธ์ และทีมงานกองบรรณาธิการอินโฟเพรส, 2545; สราญ ปรีสุทธิกุล, 2548)



ภาพที่ 6 หน้าจอโปรแกรมออร์เวอร์ 7.0: ที่มา โปรแกรม Macromedia Authorware 7.0

ในโปรแกรม Macromedia Authorware 7.0 ส่วนสำคัญที่สุดของโปรแกรม คือ แถบไอคอน (Icon Palette) ซึ่งบรรจุไอคอนต่าง ๆ ไว้ โดยจะต้องใช้งานควบคู่ไปกับวินโดว์ที่ใช้สำหรับออกแบบชิ้นงาน ซึ่งในขณะทำงานจะต้องนำไอคอนที่ต้องการมาวางไว้บนเส้น Flow Line ที่อยู่ในวินโดว์ออกแบบ โดยไอคอนแต่ละอันจะใช้แทนคำสั่งของการเขียนโปรแกรม และก่อให้เกิดผลลัพธ์ตามข้อกำหนดของไอคอนนั้น

เมื่อสิ้นสุดการทดสอบในลำดับขั้นตอนในการทำงานในส่วนของการกราฟฟิกต่าง ๆ ที่จัดลำดับการออกแบบไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นบทเรียนแบบฝึกทักษะ

บทเรียนแบบตัวต่อตัว บทเรียนจำลองแบบ หรือบทเรียนลักษณะอื่น ๆ ที่ออกแบบไว้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในการใช้ตามวัตถุประสงค์ของการสร้างบทเรียน โปรแกรม Macromedia Authorware 7.0 สามารถที่จะจัดทำลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผู้จัดทำได้ออกแบบไว้ ให้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อมาใช้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างสมบูรณ์

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงตัวเลขที่กำหนดค่าออกมาเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมในระดับที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นประสิทธิภาพจากผลการทดสอบของผู้เรียนระหว่างกระบวนการเรียน ซึ่งเป็นผลเฉลี่ยเมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ต่อประสิทธิภาพของผลการทดสอบของผู้เรียนเมื่อเรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้ (ไพโรจน์ ตรีชนานกุล; ไพบุลย์ เกียรติโกมล และเสกสรรค์ แยมพินิจ, 2546, หน้า 206)

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภทคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ซึ่งมีการคำนวณหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตรดังนี้คือ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2521, หน้า 78)

$$E1 = \left(\frac{\sum X/N}{A} \right) \times 100$$

$$E2 = \left(\frac{\sum F/N}{B} \right) \times 100$$

เมื่อ E1 = คะแนนคิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

E2 = คะแนนคิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง

$\sum X$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากแบบฝึกหัด

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้คือ (สราวุธ ปริสุทธิกุล, 2548, หน้า 9)

1. ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1: 1) โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

ไปทดลองใช้กับนักเรียน 3 คน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ระดับละ 1 คน เพื่อดูว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียนอย่างไร

2. ทดลองแบบกลุ่มเล็ก (1: 10) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไข แล้วจากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ไปทดลองใช้กับนักเรียน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 3 คน หลักจากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

3. ทดลองแบบภาคสนาม (1: 100) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดสอบกับ กลุ่มเล็ก และปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนทั้งชั้น 30 คน นำผลที่ได้ไปหาค่า ประสิทธิภาพ และค่าดัชนีประสิทธิผล เพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเวอร์เนียบาลิเปเปอร์ มีลักษณะของ บทเรียนเป็นแบบการนำเสนอเนื้อหาและมีการเสริมกิจกรรมฝึกทักษะในการใช้เครื่องมือวัดให้กับ ผู้เรียนประกอบการเรียนรู้ตามขั้นตอนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนั้นผู้เรียนที่เรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเวอร์เนียบาลิเปเปอร์ ควรจะต้องมีความรู้ในการใช้งาน และ มีความเที่ยงตรงที่ได้จากการใช้เครื่องมือวัด ตามแนวทางการทำงานในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งต้องการความเที่ยงตรงและความละเอียดที่ยอมรับได้ ผู้วิจัยจึงกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียน โดยใช้เกณฑ์ 80/ 80

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมอง ด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว (สมนึก ภัททิยชนี, 2546, หน้า 73 - 82) ซึ่งสามารถ แบ่งออกได้เป็น 6 แบบดังนี้คือ

1. แบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบ ที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็น ของตนเอง

2. แบบกาถูก – ผิด (True – False Test) มีลักษณะที่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก – ผิด, ใช่ – ไม่ใช่, จริง – ไม่จริง, เหมือนกัน – ต่างกัน เป็นต้น

3. แบบเติมคำ (Completion Test) มีลักษณะเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยค หรือ ข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. แบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ลักษณะทั่วไปข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบคำตอบที่ต้องการสั้น ๆ และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์

5. แบบจับคู่ (Matching Test) มีลักษณะเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำ หรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. แบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) มีลักษณะเป็นคำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือคำถาม (Stem) และตัวเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้ จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน

สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น จะมีรูปแบบในการทดสอบหลายรูปแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้สร้างแบบทดสอบ และการนำไปใช้ในการทดสอบกับระดับของผู้เรียนในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) จำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ในการสร้างข้อสอบเรื่องเวอร์เนียสเกลิปเปอร์ สำหรับเป็นแบบทดสอบหลังจบบทเรียน

งานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

สุริย์พร นันทพานิช (2545) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง Songs for Children สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง Songs for Children เป็นบทเรียนแบบฝึกทักษะผสมผสานกับแบบสอนเนื้อหา สามารถตอบสนองการเรียนรู้เป็นรายบุคคล การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง Songs for Children สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

ธีระ คิชยรัตน์ (2546) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง โลกและดวงดาว ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/ 80 และเป็นไปตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ ผลการวิจัยพบว่า

ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง โลกและดวงดาวที่มีประสิทธิภาพ 89.13/ 86.67 และจากการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย อยู่ในระดับดี

บุญชวน กงทรัพย์สินศิริ (2546) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้คุณสมบัติของสื่อหลายมิติแบบแสดงแผนภูมิ เรื่อง ไทม์เมอร์เคาน์เตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/ 80 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้คุณสมบัติของสื่อหลายมิติแบบแสดงแผนภูมิ เรื่อง ไทม์เมอร์เคาน์เตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 84.84/ 82.05

อุทสัน พัทธกษายชล (2546) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบระบบสุญญากาศ ให้มีประสิทธิภาพหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 80 ของผู้เรียน โดยทดลองใช้กับนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 และปีที่ 3 มหาวิทยาลัยบูรพา ผลการวิจัยพบว่า ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบในรูปแบบของการจำลองแบบที่นำเสนอด้วยภาพประกอบ อักษร เสียงบรรยาย และภาพกราฟฟิค ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ตามความสามารถของตนเองได้ตลอดบทเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ามีผู้ผ่านการทดสอบตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้น 28 คน คิดเป็นร้อยละ 93.33

งานวิจัยต่างประเทศ

ยอน (Yon, N., 1995) ได้ใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนหลักไวยากรณ์เพื่อเขียนหนังสือ กลุ่มตัวอย่างในการทดลองเป็นนักเรียนที่เข้าแคมป์คอมพิวเตอร์ภาคฤดูร้อนที่ทางใต้ของรัฐฟลอริดา ที่มีความแตกต่างกันทั้งสองกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะคละคนเก่ง อ่อน ระดับอายุ 6-8 ปี โดยมีเป้าหมายให้นักเรียนแต่ละคนสามารถเขียนคำนำหน้า และใช้เครื่องหมายวรรคตอนได้ถูกต้องในการสร้างหนังสือ ผลการทดลองพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการใช้เครื่องหมายวรรคตอนและสร้างหนังสือได้ถูกต้อง

เอ็ดเจล (Edgell, L., 1998) ได้เปรียบเทียบการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการปกติในทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยกลุ่มทดลองได้จากการสุ่มโดยคอมพิวเตอร์ และนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยมีความหลากหลายทางด้านพื้นฐาน ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

บราวน์ (Brown, 2000) ได้ดำเนินการวิจัยประเมินประสิทธิภาพในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่นักเรียนระดับประถม

และระดับกลางจากโรงเรียนประถม ทางเหนือของรัฐแคลิฟอร์เนีย โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกันคือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการทดลองพบว่านักเรียนมีผลการเรียนดีขึ้นจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนเสริมจากการเรียนปกติ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งหมดที่กล่าวมา ผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เวอร์เนีย คาลิเปอร์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/ 80 เพื่อที่จะได้สื่อการเรียนการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการสอนเครื่องมือวัดละเอียดแทนครูผู้สอน ช่วยลดระยะเวลาในการเรียนการสอน ประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ราคาแพง และยังช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ได้ตามความต้องการ อีกทั้งยังสามารถเผยแพร่ให้สถานศึกษาอื่นๆ ตลอดจนผู้ที่มีความสนใจได้ศึกษาด้วยตนเอง และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในหัวข้ออื่น ๆ ได้ต่อไป