

บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน
เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks

DEVELOPMENT OF TUTORING WEB BASED INSTRUCTION
ON SOLIDWORKS PROGRAM

มานัสนันท์ ธนนิษิตนันท์
MANUSSANUN THANNITANONT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของงานศึกษาต่อระดับรัฐศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา (คอมพิวเตอร์)
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2824-8

**บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน
เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks**

**DEVELOPMENT OF TUTORING WEB BASED INSTRUCTION
ON SOLIDWORKS PROGRAM**

มนัสนันท์ ธนนินทนนท์

MANUSSANUN TANANINTANON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2824 -8

**DEVELOPMENT OF TUTORING WEB BASED INSTRUCTION
ON SOLIDWORKS PROGRAM**

MANUSSANUN TANANINTANON

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (COMPUTER)
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2006

ISBN 974-15-2824 -8

COPYRIGHT 2006

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks
นักศึกษา	นางสาวมนัสนันท์ ธนนิทนนท์
รหัสประจำตัว	46065737
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
พ.ศ.	2549
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks รายวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า การพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนนี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks สูงกว่าก่อนเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 2 (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งใช้วิธีการสุ่ม ตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.2 – 0.77 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 – 0.6 และค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.75

ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.63$) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.77$) มีประสิทธิภาพ 80.17/83.78 และ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่า
ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

Thesis Title	Development of Tutoring Web Based Instruction on SolidWorks Program
Student	Miss Manussanun Tananintanon
Student ID.	46065737
Degree	Master of Science
Programme	Science Education (Computer)
Year	2006
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Lertlak Klinhom
Thesis Co-Advisor	Associate Professor Peerawut Suwanjan

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop , determine the quality , efficiency and to compare students pre-test and post-test achievement related to the tutoring of web based instruction on SolidWorks program. The hypotheses of the research were that the development quality on tutoring of web based instruction would be at good level with the efficiency not less than 80/80 and that post-test achievement scores after studying the tutoring web based instruction on SolidWorks Program would be higher than the pre-test achievement scores.

The samples of this research were 30 bachelor degree of science in industrial education students , department of architecture education , Faculty of Industrial Education King Mongkut 's Institute of Technology Ladkrabang during the first semester in the academic year of 2006 , The samples were selected by multistage sampling methods.

The research instruments were the tutoring web based instruction on SolidWorks Program and the achievement test comprised 30 items passing the degree of difficulty ranging from 0.2 - 0.77, the degree of discrimination from 0.2 - 0.6 and the reliability coefficient of 0.75

The results of this research were as the followings: 1) the development quality of tutoring on web-based instruction on SolidWorks Program in terms of the content and the media production technique was at excellent level $\bar{X} = 4.63$ and $\bar{X} = 4.77$ respectively with its efficiency at 80.17/83.78, and 2) post-achievement test scores after studying the tutorial web based instruction on SolidWorks Program were higher than the pre-test scores at .05 significant level. Accordingly, the results were consistent with the hypotheses.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคำแนะนำ ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ จนสำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล ผศ.ไพฑูรย์ พิมดี รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ และ ผศ.กิติพงศ์ มะโน ซึ่งเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ธเนศ ภิรมย์การ ดร.จตุรงค์ เกาหะเพ็ญแสน อาจารย์สุภา ภรณ์ บุรีคำ คุณสรายุทธ์ มีมั่ง คุณภัชริกา คชตำโรง และคุณจินตนา ทิพย์จักรรัตน์ ที่ได้ กรุณาให้ความช่วยเหลือประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตต่อการทำ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณคุณวิกรม พวงจิตร คุณณัฐพล คชตำโรง ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือใน การทำฐานข้อมูล ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำต่างๆ และให้ความ อนุเคราะห์ในการทดลองเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ให้ความรัก ความหวังใจ ดูแลเอาใจใส่ ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และความช่วยเหลือในทุกด้านตลอดมาสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนและบุคคล ที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่า และประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

มนัสนันท์ ธนนิพนธ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....	4
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 รายละเอียดวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2.....	8
2.2 บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	14
2.3 การวางแผนและออกแบบบทเรียน.....	30
2.4 การประเมินบทเรียน.....	45
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	57
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	57
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	57
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	68
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	69

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	72
4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	72
4.2 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	73
4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	75
4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียน การสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	75
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	77
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	77
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	79
5.3 ข้อเสนอแนะ	81
บรรณานุกรม	83
ภาคผนวก	88
ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ..	89
ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	92
ภาคผนวก ค ตัวอย่างบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	100
ภาคผนวก ง เนื้อหาเรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks.....	105
ประวัติผู้เขียน	144

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 โครงการสอนวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 รหัสวิชา 03511306	9
2.2 เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	51
3.1 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนการสอนผ่านระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	65
4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนการสอนผ่าน ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	73
4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียน การสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	74
4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	75
4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียน การสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	75

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แบบจำลองการออกแบบการสอน ADDIE Model.....	37
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	62
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	66
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	68

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การออกแบบมีอยู่ทุกวงการในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา การสื่อสาร การโทรคมนาคม สถาปัตยกรรม เครื่องมือทางการแพทย์ หรือ อุตสาหกรรมต่างๆ ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ต้องมีการออกแบบ การออกแบบทางอุตสาหกรรมเป็นการยกระดับผลิตภัณฑ์สินค้าต่างๆ เพื่อทางการตลาด / ศิลปอุตสาหกรรม มีความสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวันมากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันนี้ได้มีการสร้างอุปกรณ์ เครื่องมือ ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะได้รับการออกแบบจากกลุ่มนักออกแบบหลายวงการ ไม่ว่าจะเป็นวิศวกรออกแบบ นักออกแบบศิลปอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เกิดขึ้นตลอดเวลา จึงจำเป็นที่จะต้องมีการนำเทคโนโลยีเพื่อช่วยในการออกแบบ มาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่มีคุณภาพและความสวยงาม ดังนั้น การออกแบบอุตสาหกรรมทั้งในปัจจุบันและอนาคต นักออกแบบต้องมีทักษะในการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีต่างๆ พร้อมกับเสนอรูปแบบใหม่ๆ เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ทันสมัยขึ้น รวมทั้งยังสามารถควบคุมการผลิต ให้เที่ยงตรง และแม่นยำมากขึ้น แต่ในวงการอุตสาหกรรมในปัจจุบันนี้ยังขาดแรงงานฝีมือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และอุตสาหกรรมต่างๆ และขาดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เพราะการผลิตส่วนใหญ่เป็นการผลิตตามคำสั่งและลอกแบบ เป็นสาเหตุให้อุตสาหกรรมในประเทศไทยขาดคุณภาพที่สามารถแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้าน (Business. 2545) [Internet]

Software โปรแกรมประเภท CAD / CAM ซึ่งช่วยในการออกแบบ หรือ โปรแกรมด้านวางแผนการผลิต หรือที่เรียกกันว่า Resources Planning ทำให้เกิดปฏิวัติในการใช้ Computer ในกระบวนการผลิต ซึ่งจะเอื้ออำนวยให้สามารถออกแบบ และควบคุมการทำงานของเครื่องจักรผลิตให้มีความยืดหยุ่นได้ กล่าวคือ สามารถปรับตัวในการผลิตสินค้าหลายอย่างได้ในเวลาอันสั้น ไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนรถยนต์ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ระบบซอฟต์แวร์ลักษณะนี้เองที่จะกระตุ้นให้เกิดความสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงานที่มีคุณภาพขึ้น นอกจากนี้จะช่วยในการออกแบบและการผลิตในวงการอุตสาหกรรมแล้ว ในวงการแพทย์ เช่น การทำอวัยวะเทียมนั้น ส่วนหนึ่งก็ใช้เทคโนโลยีการออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ และการสร้างอวัยวะเทียมนั้นด้วยคอมพิวเตอร์ ด้วยระบบที่เรียกว่า CAD / CAM ทำให้สามารถที่จะทำเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

โปรแกรม SolidWorks สามารถไปประยุกต์ใช้ทางด้านต่างๆได้เช่น ทางด้าน วิทยาศาสตร์ ทางด้านอุตสาหกรรม เพราะโปรแกรม SolidWorks เป็นโปรแกรมประเภท CAD ที่ช่วยเรื่องของการออกแบบและแก้ไขให้ง่าย และสะดวกขึ้น เป็นซอฟต์แวร์ CAD ที่ทำงานในระบบ 3 มิติ ช่วยในการออกแบบ และสร้างแบบจำลองลักษณะ 3 มิติ เพื่อนำไปสู่การขึ้นรูป 3 มิติ พร้อมกับไปประกอบชิ้นงานให้เหมือนจริงเพื่อนำไปสู่การผลิตในระบบอุตสาหกรรม สิ่งที่ดีที่สุดของโปรแกรม SolidWorks คือ เมื่อต้องการแก้ไขงานไม่ว่าชิ้นตอนใดๆ สามารถตามไปแก้ไขงานเขียนแบบทุกๆ แผ่นโดยอัตโนมัติ และถูกต้อง ไม่ว่าจะการแก้ไขจะเกิดขึ้นในชิ้นตอนใด หรือนาทีสุดท้ายก่อนการทำงานจริง สามารถสร้างงานเขียนแบบใหม่ในเวลา 10 นาที โดยสรุปแล้วโปรแกรม SolidWorks ทำให้งานออกแบบและเขียนแบบเร็วขึ้นกว่าการใช้โปรแกรม 2 มิติ มากกว่า 50% พร้อมทั้งคุณภาพดีกว่าอีกด้วย นักศึกษาสาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานโปรแกรม SolidWorks เพื่อรองรับการศึกษาในอนาคต สามารถสร้างชิ้นงานได้ และเพื่อนำความรู้ไปใช้ในการประกอบอาชีพ และเพื่อรองรับระบบอุตสาหกรรมในอนาคต

สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้เปิดสอนวิชา คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 ซึ่งบทเรียนนี้จะกล่าวถึงเนื้อหาเรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานบังคับ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 (ต่อเนื่อง 2 ปี)

การเรียนรู้เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks เป็นเรื่องใหม่ยังขาดสื่อที่ใช้ในการสอน จึงต้องมีการเผยแพร่และทบทวนความรู้ อีกทั้งเนื้อหาของโปรแกรมนี้มีรายละเอียดทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติมาก ผู้เรียนต้องเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งในภาคทฤษฎีต้องมีการปฏิบัติฝึกฝนตามทฤษฎีที่เรียนรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น แล้วจึงนำไปประยุกต์ใช้ในงาน ซึ่งต้องใช้เวลาในการเรียนมากพอสมควรและนักศึกษาที่เรียนยังมีจำนวนมาก จึงทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของระยะเวลาในการเรียน ทำให้ผู้เรียนมีเวลาในการปฏิบัติงานน้อย ซึ่งจะทำให้งานที่สร้างสรรค์ออกมานั้นไม่ดีเท่าที่ควร จึงสมควรที่จะมีการทบทวน โดยการทบทวนด้วยตนเอง ดังนั้น ผู้วิจัยได้หาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการพัฒนาสื่อสำหรับการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อช่วยสอนในส่วนภาคทฤษฎี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของผู้เรียน จะทำให้เข้าใจบทเรียนมากขึ้น สามารถเข้าไปศึกษาทบทวนเนื้อหาในบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลาด้วยตนเอง และฝึกทำแบบฝึกหัดได้บ่อยครั้งตามที่ต้องการ เพื่อให้เกิดความชำนาญในทักษะทางด้านความคิด และนำความรู้ดังกล่าวมาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่อไปได้

อินเทอร์เน็ตเป็นข่ายงานคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ครอบคลุมไปทั่วโลก และให้บริการแก่ผู้ใช้ได้หลายสิบล้านคนทั่วโลกในบริการต่างๆ กัน ผู้ใช้จะสามารถสืบค้นข้อมูลได้ทันทีที่ต้องการ และบุคคลไม่ว่าอยู่ที่แห่งใดในโลกจะสามารถติดต่อกันได้ในทันทีโดยผ่านทางอินเทอร์เน็ต

ในรูปแบบของตัวอักษร ภาพและเสียง เป็นที่กล่าวกันว่าในอนาคตนี้ มนุษย์ทั่วโลกจะมีลักษณะเป็นมนุษย์แมงมุม ที่เที่ยวค้นหาข้อมูลสารสนเทศตามที่ต่างๆ ในโลกที่โยงใยกันเป็นช่วยงานในลักษณะของเว็ลด์ไวด์เว็บ โครงข่ายโยงใยทั่วโลกนี้ จะเป็นก้าวสำคัญที่ช่วยในการค้นหาสารสนเทศได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพยิ่ง ระบบเว็ลด์ไวด์เว็บในอินเทอร์เน็ตนี้จะสร้างการเชื่อมโยงระหว่างแหล่งของข้อมูลทั่วโลกที่ช่วยให้เราสามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ด้วยความสะดวกรวดเร็ว (กิดานันท์ มลิทอง. 2540 : 251)

การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Web-Based Instruction) เป็นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ประยุกต์ใช้คุณลักษณะของอินเทอร์เน็ต โดยนำทรัพยากรที่มีอยู่ในเว็ลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web) มาเป็นสื่อกลางเพื่อส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นแหล่งข้อมูล อ่างอิง เอกสารประกอบการเรียน บทเรียนสำเร็จรูป หรือแม้กระทั่งหลักสูตรวิชา เนื่องจากเว็ลด์ไวด์เว็บเป็นบริการบนอินเทอร์เน็ตที่มีแหล่งข้อมูลอยู่มากมาย และหลายรูปแบบ ทั้งตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว หรือเสียง โดยอาศัยคุณลักษณะของการเชื่อมโยงหลายมิติ (Hyperlink) ทั้งในรูปแบบของข้อความหลายมิติ (Hypertext) หรือสื่อหลายมิติ (Hypermedia) เพื่อเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้ด้วยกัน การเรียนการสอนผ่านเว็บจึงจัดเป็นรูปแบบการนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการจัดการศึกษารูปแบบหนึ่งที่มีประโยชน์มาก เพราะเป็นการนำประโยชน์ของเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการค้นหาข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเป็นการสนองตอบแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นหลัก นั่นคือมิใช่การสอนที่เป็นการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนแต่เพียงฝ่ายเดียว แต่เป็นการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย และเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ โดยใช้เทคโนโลยีและสื่อสารสารสนเทศต่างๆ ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งสื่อต่าง ๆ เหล่านี้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ (ณัฐกร สงคราม. 2547) [Internet]

การเรียนการสอนผ่านเว็บ นับได้ว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ที่เปิดโอกาสให้มีการกระจายความรู้ข้อมูลข่าวสารไปสู่มวลชนอื่นได้ ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ตามความแตกต่างแต่ละบุคคล ส่งผลให้การจัดการศึกษาระบบใหม่ไม่จำกัดแคในห้องเรียน ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ทุกที่อย่างไม่มีการจำกัด (สุรสิทธิ์ วรรณไกรโรจน์. 2544) [Internet]

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและความสนใจที่จะวิจัยพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 รหัสวิชา 03511306 ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานบังคับ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 1 (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อให้ได้สื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ และประสิทธิภาพ ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย

อินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน นี่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และเป็นสื่อในการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้ามาศึกษา ทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา ก่อให้เกิดการเรียนรู้ และเป็นศูนย์กลาง เพื่อที่จะพัฒนาการศึกษาของผู้เรียนให้เต็มศักยภาพต่อไป ผู้วิจัยคิดว่าการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในครั้งนี้จะส่งผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียน และเป็นแนวทางในการผลิตสื่อผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนผ่านบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่อง พื้นฐานโปรแกรม SolidWorks มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป
2. บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่อง พื้นฐานโปรแกรม SolidWorks มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ไม่น้อยกว่า 80/80
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียน สูงกว่าก่อนการเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่อง พื้นฐานโปรแกรม SolidWorks

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการสร้างบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งยึดเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของ Gagne' (รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2547) [Internet]. คือ

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention) เพื่อกระตุ้นและจูงใจแก่ผู้เรียน
2. บอกรวัตถุประสงค์ (Specify Objectives) ในการเรียนบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้า

3. เสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) การเสนอเนื้อหาของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์
4. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่
5. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมทำกระทำในกิจกรรมต่างๆ
6. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการเร้าความสนใจแก่ผู้เรียน
7. ทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการประเมินการเรียน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 2 (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 2 ห้อง รวม 94 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 2 (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Cluster Sampling) ซึ่งประกอบไปด้วย การคัดเลือกนักศึกษาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน และวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับสลาก จำนวน 30 คน

1.5.3 เนื้อหาวิชา

เนื้อหาวิชาที่นำมาสร้างบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนคือ แบ่งออกเป็น เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks วิชา คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 แบ่งออกเป็น

- หน่วยที่ 1 แนะนำโปรแกรม SolidWorks
- หน่วยที่ 2 การเขียนเส้นร่าง
- หน่วยที่ 3 การสร้างชิ้นงาน 3 มิติ

1.5.4 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

1. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อ 1 และ ข้อ 2 คือ

1.1 คุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks

1.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks

2. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks ตาม วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 3 จำแนกเป็น

2.1 ตัวแปรต้น คือ การเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks แบ่งเป็นก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) หมายถึง การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้ ซึ่งอาจเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ติดต่อกันภายในองค์กร (Intranet) หรือเครือข่ายที่เชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วโลกให้ติดต่อกันได้ (Internet) ก็ได้

1.6.2 บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง หมายถึง บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks โดยอาศัยเว็ลด์ไวด์เว็บเป็นพื้นฐาน มีสื่อหลายมิติเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้าง และอาศัยคุณสมบัติที่มีอยู่ของเว็ลด์ไวด์เว็บ มาสนับสนุนการเรียนการสอน ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ในการออกแบบบทเรียนยึดหลักที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของ Gagne ' 7 เหตุการณ์

1.6.3 ระบบการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง การเรียนการสอนที่นำเนื้อหาไว้บนเว็บเพจ (Web Page) โดยอาศัยเว็ลด์ไวด์เว็บเป็นพื้นฐานหรือเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอนร่วมกันระหว่างผู้เรียน ในลักษณะของบทเรียน ที่ประกอบด้วยเนื้อหาภาพประกอบ เสียงและภาพเคลื่อนไหว ผู้สอนและผู้เรียนสามารถใช้เว็บเพจ ในการอภิปราย

แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สืบค้น คอบปัญหา ทำแบบฝึกหัด ข้อสอบ และกิจกรรมการเรียน การสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.6.4 คุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายเพื่อการทบทวน หมายถึง ผลที่ได้ จากการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks รายวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 ทางด้าน เนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิ

1.6.5 ประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายเพื่อการทบทวน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80 (E_1/E_2)

80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งคำนวณจากค่าร้อยละของ คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ด้วยบทเรียนผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน ซึ่งไม่ต่ำกว่า 80

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งคำนวณจากค่าร้อยละของ คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบหลังเรียน ด้วยบทเรียนผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน ซึ่งไม่ต่ำกว่า 80

1.6.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากการเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่อง พื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks

1.6.7 ผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 2 (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้ทำวิจัยได้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา เว็บไซต์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการสร้างบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 2.1 รายละเอียด วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2
- 2.2 บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 2.3 การวางแผนและออกแบบบทเรียน
- 2.4 การประเมินบทเรียน
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รายละเอียดวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2

หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้กำหนดรายวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 รหัสวิชา 03511306 จำนวน 3 หน่วยกิต 3(2-3) เป็นวิชาพื้นฐานบังคับในหลักสูตร สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม โดยในแต่ละสัปดาห์ใช้เวลาเรียนทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ เป็นเวลา 16 สัปดาห์ใน 1 ภาคการศึกษา

2.1.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบอุตสาหกรรมชั้นสูง ตลอดจนงานด้านออกแบบกราฟิก เพื่อการอุตสาหกรรม

2.1.2 จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบงานศิลปอุตสาหกรรม
2. เพื่อให้ให้นักศึกษามีทักษะในการปฏิบัติการใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบงานศิลปอุตสาหกรรม
3. เพื่อให้มีทัศนคติที่สร้างสรรค์ต่อการใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบงานศิลปอุตสาหกรรม

2.1.3 การแบ่งหน่วยการเรียนการสอน

การแบ่งหน่วยการเรียนการสอน ของวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 สามารถแบ่งได้ดังนี้

- บทที่ 1 การสร้างงานเฟอร์นิเจอร์ประเภทโต๊ะ
- บทที่ 2 การสร้างงานเฟอร์นิเจอร์ 1 ประเภทเก้าอี้
- บทที่ 3 การสร้างงานผลิตภัณฑ์ เครื่องปั้นดินเผา
- บทที่ 4 การสร้างงานผลิตภัณฑ์ Computer Notebook
- บทที่ 5 การสร้างงานผลิตภัณฑ์ หูฟัง
- บทที่ 6 การสร้างภาพเคลื่อนไหว 1
- บทที่ 7 การสร้างภาพเคลื่อนไหว 2
- บทที่ 8 แนะนำโปรแกรม SolidWorks
- บทที่ 9 การสร้างชิ้นงาน 3 มิติ
- บทที่ 10 การเขียนชิ้นงานหล่อขึ้นรูปและตีขึ้นรูป
- บทที่ 11 ชิ้นงานมาตรฐาน
- บทที่ 12 การสร้างชิ้นงานจากการหมุน
- บทที่ 13 การกำหนดตัวแปรควบคุมการสร้างชิ้นงาน
- บทที่ 14 การประกอบชิ้นงาน

จากการแบ่งหน่วยการเรียนทั้ง 14 บท ที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรได้นำเนื้อหาแต่ละบทมาแบ่งออกเป็นโครงการสอนแต่ละสัปดาห์ได้ทั้งหมด 16 สัปดาห์

ตารางที่ 2.1 โครงการสอน วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2

รหัสวิชา 03511306

สัปดาห์ที่	คาบที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา
1	1-3	1. อธิบายขั้นตอนการสร้างงานเฟอร์นิเจอร์ประเภทโต๊ะได้ 2. สามารถสร้างเฟอร์นิเจอร์ประเภทโต๊ะได้	การสร้างงานเฟอร์นิเจอร์ประเภทโต๊ะด้วยโปรแกรม 3D 1. โปรแกรม 3D 2. การสร้างงานเฟอร์นิเจอร์ประเภทโต๊ะ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	คาบที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา
2	4-6	1. อธิบายขั้นตอนการสร้างงานเฟอร์นิเจอร์ประเภทเก้าอี้ได้ 2. สามารถสร้างงานเฟอร์นิเจอร์ประเภทเก้าอี้ได้	การสร้างงานเฟอร์นิเจอร์ ประเภทเก้าอี้
3	7-9	1. อธิบายขั้นตอนการสร้างงานผลิตภัณฑ์ เครื่องปิ้งขนมปังได้ 2. สามารถสร้างงานผลิตภัณฑ์ เครื่องปิ้งขนมปังได้	การสร้างงานผลิตภัณฑ์ เครื่องปิ้งขนมปัง
4	10-12	1. อธิบายขั้นตอนการสร้างงานผลิตภัณฑ์ Computer Notebook 2. สามารถสร้าง Computer Notebook ได้	การสร้างงานผลิตภัณฑ์ Computer Notebook
5	13-15	1. อธิบายขั้นตอนการสร้างงานผลิตภัณฑ์ หูฟังได้ 2. สามารถสร้างหูฟังได้	การสร้างงานผลิตภัณฑ์ หูฟัง
6	16-18	1. อธิบายขั้นตอนการสร้างภาพเคลื่อนไหวได้ 2. สามารถสร้างภาพเคลื่อนไหว 1 ได้	การสร้างภาพเคลื่อนไหว 1
7	19-21	1. อธิบายขั้นตอนการสร้างภาพเคลื่อนไหวได้ 2. สามารถสร้างภาพเคลื่อนไหว 2 ได้	การสร้างภาพเคลื่อนไหว 2
8	22-24	สอบกลางภาค	
9	25-27	1. อธิบายคุณสมบัติโปรแกรมSolidWorksได้ 2. บอกลักษณะการวางแผนการสร้างชิ้นงานได้ 3. สามารถเขียนเส้นร่างโดยโปรแกรมSolidWorks ได้ 4. อธิบายสภาวะต่างๆและความสัมพันธ์ขณะเขียนเส้นร่างได้ 5. สามารถกำหนดขนาดและลบมุมเส้นร่างชิ้นงานได้	แนะนำโปรแกรม SolidWorks 1. โปรแกรม SolidWorks 2. ข้อพิจารณาในการออกแบบ 3. การวางแผนสร้างชิ้นงาน 3 มิติ 4. การใช้งาน SolidWorks การเขียนเส้นร่าง 1. เส้นร่าง 2 มิติ 2. สภาวะต่างๆขณะเขียนเส้นร่าง 3. ความสัมพันธ์ของเส้นร่าง 4. การกำหนดขนาดชิ้นงาน 5. การลบมุมเส้นร่าง 6. การจับยึดชิ้นงาน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	คาบที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา
10	28-30	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายความหมายของ 3 มิติได้ อธิบายวิธีการขั้นตอนการสร้างชิ้นงานได้ อธิบายวิธีการต่อเติมชิ้นส่วนได้ สามารถเลือกและกำหนดชิ้นงานได้ อธิบายขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงขนาดและค่าตัวแปรได้ 	<p>การสร้างชิ้นงาน 3 มิติ</p> <ol style="list-style-type: none"> พื้นฐานชิ้นงาน 3 มิติ การต่อเติมชิ้นส่วน การเจาะรูอัตโนมัติ การเลือกชิ้นงานครั้งละหลายชิ้น ตัวเลือกกำหนดการแสดงผลชิ้นงาน การเปลี่ยนแปลงขนาดและค่าตัวแปร
11	31-33	<ol style="list-style-type: none"> สามารถเขียนชิ้นงานด้วย Draft ได้ อธิบายขั้นตอนการแก้ไขชิ้นงานได้ 	<p>การเขียนชิ้นงานหล่อรูปและตีขึ้นรูป</p> <ol style="list-style-type: none"> การสร้างชิ้นงานด้วย Draft การกำหนดความสัมพันธ์ ตัวเลือกกำหนดการแสดงผลรูป การใช้คีย์ลัด การแก้ไขชิ้นงาน การแสดงผลใบรายการคำสั่ง
12	34-36	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายโครงสร้างของชิ้นงานสมมาตรได้ สามารถสร้างผิวคู่ขนานได้ สามารถที่จะปรับแต่งชิ้นงานสมมาตรได้ สามารถอธิบายขั้นตอนการทำชุดสำเนา ลักษณะรูปแบบต่างๆได้ 	<p>ชิ้นงานสมมาตร</p> <ol style="list-style-type: none"> สมมาตรในเส้นร่าง การสร้างผิวคู่ขนาน การกำหนดขนาดเส้นร่างอัตโนมัติ การลบมุมโคจรอบ การกำหนดขนาดกรณีชิ้นงานสมมาตร <p>การทำชุดสำเนาและสร้างชิ้นงานสำเร็จ</p> <ol style="list-style-type: none"> การทำสำเนาชุด สำเนาชุดตามรูปทรง สำเนาชุดแบบโค้ง หน้าต่างชิ้นงานสำเร็จ จุดห้อยบนชิ้นงาน ตารางควบคุมการใช้คำสั่ง การใช้เส้นร่างแบบแปรเปลี่ยน สำเนาชุดบนพื้นผิว

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	คาบที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา
13	37-39	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถแก้ไขคุณสมบัติของชิ้นงานได้ 2. สามารถเลือกใช้สมการควบคุมความสัมพันธ์ได้ 3. สามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงานผนังบางและแผ่นครีปได้ 	<p>การสร้างชิ้นงานจากการหมุน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การแก้ไขคุณสมบัติของชิ้นงาน 2. การแสดงค่าด้วยตารางคุณสมบัติของวัสดุ 3. สมการควบคุมความสัมพันธ์ 4. COSMOSXpress <p>การสร้างชิ้นงานผนังบางและแผ่นครีป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การสร้างชิ้นงานผนังบางและแผ่นครีป 2. การทำครีป
14	40-42	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถเลือกตัวแปรควบคุมการสร้างชิ้นงานได้ 2. สามารถสร้างชิ้นงานด้วยตัวแปรควบคุมได้ 3. สามารถบอกคุณสมบัติของแบบแปลนได้ 4. อธิบายขั้นตอนการสร้างแบบลายตัดขวางได้ 5. สามารถใช้คำสั่งในการแก้ไขชิ้นงานได้ 	<p>การกำหนดตัวแปรควบคุมการสร้างชิ้นงาน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การกำหนดตัวแปรควบคุมการสร้างชิ้นงาน 2. การสร้างชิ้นงานด้วยตัวแปรควบคุม 3. คุณสมบัติของแบบแปลน 4. การทำลายตัดขวางชิ้นงาน <p>การแก้ไขชิ้นงาน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การลบคำสั่งในการสร้างรูปทรง 3 มิติ 2. การสร้างเส้นปิดล้อม 3. การเพิ่มลายบนชิ้นงาน
15	43-45	<ol style="list-style-type: none"> 1. บอกขั้นตอนวิธีการประกอบชิ้นงานได้ 2. สามารถตรวจสอบความทับซ้อนของชิ้นงานได้ 3. บอกและอธิบายขั้นตอนการสร้างปุ่มควบคุมการแสดงผลเคลื่อนไหว 2. บอกวิธีการระบุดชิ้นงาน 1 ชิ้นหรือหลายชิ้นได้ 3. สามารถแสดงผลภาพเคลื่อนไหวในการระบุดชิ้นงานได้ 4. บอกและอธิบายความแตกต่างของวัสดุจากรางวัสดุได้ 	<p>การประกอบชิ้นงาน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การกำหนดความสัมพันธ์ให้กับชิ้นงาน 2. การซ่อนชิ้นงานหลอกและการแสดงชิ้นงานโปร่งใส <p>การประยุกต์งานประกอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การตรวจสอบความทับซ้อนของชิ้นงาน 2. การตรวจสอบความทับซ้อนเมื่อเคลื่อนไหวชิ้นงาน 3. การเคลื่อนที่ทางกายภาพ 4. ปุ่มควบคุมการแสดงผลภาพเคลื่อนไหว 5. การระบุดชิ้นงาน 1 ชิ้นหรือหลายชิ้น 6. การแสดงผลภาพเคลื่อนไหวในการระบุดชิ้นงาน 7. ตารางวัสดุ 8. การใส่เลขบอลูน
16	46-48	สอบปลายภาค	

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย นำเนื้อหาของบทเรียนที่ 8 เรื่องแนะนำโปรแกรม SolidWorks และบทเรียนที่ 9 เรื่องการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ มาจัดทำเป็นบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต โดยแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ย่อย

1. แนะนำโปรแกรม SolidWorks
 - ข้อพิจารณาในการออกแบบ
 - การวางแผนสร้างชิ้นงาน 3 มิติ
 - การใช้งาน SolidWorks
2. การเขียนเส้นร่าง
 - เส้นร่าง 2 มิติ
 - สภาวะต่างๆขณะเขียนเส้นร่าง
 - ความสัมพันธ์ของเส้นร่าง
 - การกำหนดขนาดชิ้นงาน
 - การลบมุมเส้นร่าง
 - การจับยึดชิ้นงาน
3. การสร้างชิ้นงาน 3 มิติ
 - พื้นฐานชิ้นงาน 3 มิติ
 - การต่อเติมชิ้นส่วน
 - การเจาะรูอัตโนมัติ
 - การเลือกชิ้นงานครั้งละหลายชิ้น
 - ตัวเลือกกำหนดการแสดงชิ้นงาน
 - การเปลี่ยนแปลงขนาดและค่าตัวแปร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายคุณสมบัติโปรแกรมSolidWorksได้
2. บอกลักษณะการวางแผนการสร้างชิ้นงานได้
3. สามารถเขียนเส้นร่างโดยโปรแกรม SolidWorksได้
4. อธิบายสภาวะต่างๆและความสัมพันธ์ขณะเขียนเส้นร่างได้
5. สามารถกำหนดขนาดและลบมุมเส้นร่างชิ้นงานได้
6. อธิบายความหมายของ 3 มิติได้
7. อธิบายวิธีการขั้นตอนการสร้างชิ้นงานได้
8. อธิบายวิธีการต่อเติมชิ้นส่วนได้
9. สามารถเลือกและกำหนดชิ้นงานได้

10. อธิบายขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงขนาดและค่าตัวแปรได้

2.2 บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เว็ลด์ไวด์เว็บ เป็นเครื่องมือใหม่สำหรับการศึกษา มีการใช้งานกันหลายรูปแบบ ในปัจจุบันนี้ การเรียนผ่านเว็บมีกระจายอยู่ตามเว็บต่าง ๆ การสอนโดยใช้เว็ลด์ไวด์เว็บ เป็นสื่อเพื่อส่งผ่านการเรียนการสอนนั้น เรียกว่า “Web-Based Instruction”

2.2.1 ความหมายและลักษณะของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ราชบัณฑิต ได้บัญญัติ ความหมายของ Web base Instruction คือ การสอนโดยใช้เว็บเป็นฐาน การเรียนการสอนผ่านเครือข่าย (Web base Instruction) หมายถึง การผนวกคุณสมบัติไฮเปอร์มีเดียเข้ากับคุณสมบัติของเครือข่าย เว็ลด์ ไวด์ เว็บ เพื่อเสริมสร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ในมิติที่ไม่มีขอบเขตจำกัดด้วยระยะทางและเวลาที่แตกต่างกันของผู้เรียน (Learning without Boundry)

Web base Instruction การใช้คุณสมบัติของไฮเปอร์มีเดียในการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายนั้น หมายถึง การสนับสนุนศักยภาพการเรียนรู้ด้วยตนเองตามลำพัง (One Alone) กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถเลือกสรรเนื้อหาบทเรียนที่เรียนอยู่ในรูปแบบไฮเปอร์มีเดีย ซึ่งเป็นเทคนิคการเชื่อมโยงเนื้อหาหลัก ด้วยเนื้อหาอื่นที่เกี่ยวข้องรูปแบบการเชื่อมโยงนี้เป็นการได้ทั้งการเชื่อมโยงข้อความไปสู่เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้อง หรือสื่อภาพ และเสียง การเชื่อมโยงดังกล่าวจึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ โดยเลือกลำดับเนื้อหาบทเรียนตามความต้องการ และเรียนตามกำหนดเวลาที่เหมาะสมและตนเองสะดวก

Web Based Instruction (WBI) คือ “โปรแกรมเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ที่มีลักษณะเป็นการเชื่อมโยงสื่อหลายมิติ ซึ่งสามารถจะใช้ทรัพยากร และเครื่องมือต่าง ๆ ของเว็ลด์ไวด์เว็บในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการสร้างให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เอื้อและสนับสนุนต่อการเรียนการสอน”

Parson (1997) [Internet] ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนผ่านเว็บว่า เป็นการสอนที่นำเอาสิ่งที่ต้องการส่งให้บางส่วนหรือทั้งหมดโดยอาศัยเว็บ โดยเว็บช่วยสอนสามารถกระทำได้ในหลากหลายรูปแบบและหลายขอบเขตที่เชื่อมโยงถึงกัน ทั้งการเชื่อมต่อบทเรียน วัสดุช่วยการเรียนรู้ และการศึกษาทางไกล

Clark (1966) [Internet] ได้ให้คำจำกัดความของการเรียนการสอนผ่านเว็บว่า เป็นการเรียนการสอนรายบุคคลที่น่าเสนอ โดยการใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์สาธารณะ หรือส่วนบุคคล และแสดงผลในรูปแบบของการใช้เว็บเบราว์เซอร์ สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ติดตั้งไว้โดยผ่านเครือข่าย

วิชา รัตนเพียร (2542 : 29) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บ เป็นการนำเสนอ โปรแกรมบทเรียนบนเว็บเพจ โดยนำเสนอผ่านบริการเว็ลด์ไวด์เว็บ ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้ออกแบบและสร้างโปรแกรมการสอนผ่านเว็บจะต้องคำนึงถึงความสามารถและบริการที่หลากหลายของอินเทอร์เน็ต และนำคุณสมบัติเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนให้มากที่สุด

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2542 : 18) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บ หมายถึง การผนวก คุณสมบัติไฮเปอร์มีเดียเข้ากับคุณสมบัติของเครือข่ายเว็ลด์ไวด์เว็บเพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียน ในมิติที่ไม่มีขอบเขตจำกัดด้วยระยะทางและเวลาที่แตกต่างกันของผู้เรียน

ปรัชญานันท์ นิลสุข (2543 : 48-52) ได้ให้คำจำกัดความของการเรียนการสอนผ่านเว็บว่า หมายถึง การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตมาออกแบบและจัดระบบเพื่อการเรียนการสอน โดยสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่สามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา

WBI เป็นเครื่องมือสำหรับ การจัดการเรียนสอนในรูปแบบ E-Learning ซึ่งมีข้อแตกต่างกับ CAI คือ CAI ทำงานภายใต้ Standalone หรืออาจทำภายใต้ Local Area Network CAI มีได้ออกแบบเพื่อสื่อสารถึงกันได้ WBI หรือ Web-Based Instruction ทำงานบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนและอาจารย์สามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้ และอาจารย์สามารถติดตามพฤติกรรมกรเรียน ตลอดจนผลการเรียนของผู้เรียนได้ WBI สามารถทำการสื่อสารภายใต้ระบบ Multiuser ได้อย่างไร้พรมแดน โดยผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้เรียนด้วยกัน อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญ ฐานข้อมูลความรู้ และยังสามารถรับส่งข้อมูลการศึกษาอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Education Data) อย่างไม่จำกัดเวลา ไม่จำกัดสถานที่ ไม่มีพรมแดนก็คขวางภายใต้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรืออาจเรียกว่าเป็น Virtual Classroom ได้ และนั่นก็คือ การกระทำกิจกรรมใดๆ ภายในโรงเรียน ภายในห้องเรียน สามารถทำได้ทุกอย่างใน WBI ที่อยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จนกระทั่งจบการศึกษา (ภาสกร เรืองรอง. 2544) [Internet]

ดังนั้นสรุปได้ว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บ หรือ (Web base Instruction) เว็บช่วยสอน ก็คือ การรวมคุณสมบัติของสื่อหลายมิติ (Hypermedia) กับคุณลักษณะของอินเทอร์เน็ตและเว็ลด์ไวด์เว็บโดยอาศัยเว็ลด์ไวด์เว็บเป็นพื้นฐาน เป็นสื่อกลางระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนในรูปแบบสื่อหลายมิติเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้าง และอาศัยคุณสมบัติและทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ของเว็ลด์ไวด์เว็บ มาออกแบบเป็นเว็บเพื่อการเรียนการสอน สนับสนุนการเรียนการสอนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่สามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา โดยมีลักษณะที่ผู้เรียนและผู้สอนมี ปฏิสัมพันธ์กันโดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงถึงกัน โดยไม่จำกัดเวลา ไม่จำกัดสถานที่ภายใต้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.2.2 ประเภท และรูปแบบของการเรียนการสอนผ่านเว็บ

ลักษณะของเว็บสำหรับการเรียนการสอนตามแนวคิดของพาร์สัน (Parson. 1997)

[Internet] ได้แบ่งประเภทของเว็บช่วยสอน ออกเป็น 3 ลักษณะคือ

1. เว็บช่วยสอนแบบรายวิชาอย่างเดี่ยว (Stand - Alone Courses)
2. เว็บช่วยสอนแบบเว็บสนับสนุนรายวิชา (Web Supported Courses)
3. เว็บช่วยสอนแบบศูนย์การศึกษา (Web Padagogical Resources)

โดยแบบที่หนึ่งและสอง เป็นแบบที่มีแนวคิดเป็นรายวิชาโดยรวม ขณะที่แบบที่สาม จะเป็นในรูปของกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา ซึ่งขยายความแนวคิดได้ดังนี้

1. เว็บช่วยสอนแบบรายวิชาอย่างเดี่ยว (Stand-alone Courses)

เว็บรายวิชาเป็นเว็บที่มีการบรรจุเนื้อหา (Content) หรือเอกสารในรายวิชาเพื่อการสอนเพียงอย่างเดียว เป็นเว็บรายวิชาที่มีเครื่องมือ และแหล่งที่เข้าไปถึง และเข้าหาได้โดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ลักษณะของการเรียนการสอนผ่านเว็บที่มีลักษณะเป็นแบบวิทยาเขต มีนักศึกษาจำนวนมากที่เข้ามาใช้งานจริง แต่มีลักษณะการสื่อสารส่งข้อมูลระยะไกลและมักจะเป็นการสื่อสารทางเดียว

2. เว็บช่วยสอนแบบเว็บสนับสนุนรายวิชา (Web Supported Courses)

เป็นเว็บรายวิชาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมที่มีลักษณะเป็นการสื่อสารสองทางที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน และมีแหล่งทรัพยากรทางการศึกษาให้มาก มีการกำหนดงานให้ทำบนเว็บ การกำหนดให้อ่านมีการร่วมกันอภิปราย การตอบคำถามมีการสื่อสารอื่นๆ ผ่านคอมพิวเตอร์ มีกิจกรรมต่างๆ ที่ให้ทำในรายวิชา มีการเชื่อมโยงไปยังแหล่งทรัพยากรอื่นๆ เป็นต้น

3. เว็บช่วยสอนแบบศูนย์การศึกษา (Web Pedagogical Resources)

เป็นเว็บที่มีรายละเอียดทาง การศึกษาการเชื่อมโยงไปยังเว็บอื่นๆ เครื่องมือ วัสดุคืบ และรวมรายวิชาต่างๆ ที่มีอยู่ในสถาบันการศึกษาไว้ด้วยกัน และยังรวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับสถาบันการศึกษาไว้บริการทั้งหมด และเป็นแหล่งสนับสนุนกิจกรรมต่างๆ ทางการศึกษา ทั้งทางด้านวิชาการ และไม่ใช่วิชาการ โดยการใช้สื่อที่หลากหลาย รวมถึงการสื่อสารระหว่างบุคคลด้วย ซึ่งทั้งนี้ในกระบวนการการเรียนการสอนจะถือเป็นลักษณะที่ 1 และ 2 เป็นการเรียนการสอนผ่านเว็บที่มีแนวคิดที่ช่วยในการเรียนการสอนในรายวิชา แต่ในขณะที่ลักษณะที่ 3 จะเป็นในรูปของการให้บริการการจัดการในการบริหาร และช่วยสนับสนุนในกิจกรรมการเรียนของสถาบัน โดยมองภาพรวมของการจัดการทั้งสถาบัน

เจมส์ (James, 1997) [Internet] สามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

1. โครงสร้างแบบคันทา (Eclectic Structures)
2. โครงสร้างแบบสารานุกรม (Encyclopaedic Structures)
3. โครงสร้างแบบการเรียนการสอน (Pedagogic Structures)

1. โครงสร้างแบบค้นหา (Eclectic Structures)

ลักษณะของโครงสร้างเว็บไซต์แบบนี้ เป็นแหล่งของเว็บไซต์ที่ใช้ในการค้นหา ไม่มีการกำหนดขนาด รูปแบบ ไม่มีโครงสร้าง ที่ผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์กับเว็บ ลักษณะของเว็บไซต์แบบนี้จะมีแค่การให้ใช้เครื่องมือในการสืบค้น หรือเพื่อบางสิ่งที่ต้องการค้นหาตามที่กำหนด หรือโดยผู้เขียนเว็บไซต์ต้องการ โครงสร้างแบบนี้จะเป็นแบบเปิด ให้ผู้เรียนได้เข้ามาค้นคว้าในเนื้อหาในบริบท โดยไม่มีโครงสร้างข้อมูลเฉพาะให้ได้เลือก แต่โครงสร้างแบบนี้จะมีปัญหากับผู้เรียน เพราะ ผู้เรียนอาจจะไม่สนใจข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง โดยไม่กำหนดแนวทางในการสืบค้น

2. โครงสร้างแบบสารานุกรม (Encyclopaedic Structures)

ถ้าเราควบคุมของสร้างของเว็บที่เราสร้างขึ้นเองได้ เราก็จะใช้โครงสร้างข้อมูลในแบบค้นไม่มีการเข้าสู่ข้อมูล ซึ่งเหมือนกับหนังสือที่มีเนื้อหา และมีการจัดเป็นบทเป็นตอน ซึ่งจะกำหนดให้ผู้เรียนหรือผู้ใช้ ได้ผ่านเข้าไปหาข้อมูล หรือเครื่องมือที่อยู่ในพื้นที่ของเว็บหรืออยู่ภายนอกเว็บ เว็บไซต์จำนวนมากมีโครงสร้างในลักษณะดังกล่าวนี้ โดยเฉพาะเว็บไซต์ทางการศึกษาที่ไม่ได้กำหนดทางการค้า องค์กร ซึ่งอาจจะต้องมีลักษณะที่ดูมีมากกว่านี้ แต่ในเว็บไซต์ทางการศึกษาต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน กลวิธีด้านโครงสร้างจึงมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

3. โครงสร้างแบบการเรียนการสอน (Pedagogic Structures)

มีรูปแบบโครงสร้างหลายอย่างในการนำมาสอนตามต้องการทั้งหมดเป็นที่รู้จักดีในบทบาทของการออกแบบทางการศึกษา สำหรับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเครื่องมือมัลติมีเดีย ซึ่งความจริงมีหลักการแตกต่างกันระหว่าง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับเว็บช่วยสอน นั่นคือความสามารถของ HTML ในการที่จะจัดทำในแบบไฮเปอร์เท็กซ์ กับการเข้าถึงข้อมูลหน้าจอโดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ต การจะบอกว่าเว็บไซต์ใดเป็นเว็บช่วยสอนจึงมีคุณลักษณะที่ยอมรับได้คือ ต้องเป็นเว็บไซต์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในลักษณะต่างๆ ไม่ว่าจะเพื่อการสอนโดยตรง การสืบค้นหาข้อมูลโดย การเป็นฐานข้อมูลการศึกษา หรือการเป็นแหล่งสนับสนุนเนื้อหาวิชาในด้านต่างๆ ในรูปแบบของมัลติมีเดียที่จัดทำบนระบบอินเทอร์เน็ตนั่นเอง การจัดการเรียนการสอนโดยการใช้เว็บช่วยสอน จะมีวิธีการจัดที่แตกต่างไปจากการจัดการเรียนการสอนตามปกติ เพราะคุณลักษณะและรูปแบบของเว็บเป็นสื่อที่มีลักษณะเฉพาะของตนเอง ซึ่งแตกต่างไปจากการจัดการเรียนการสอนด้วยสื่อแบบอื่นๆ นิยามความเป็นเว็บช่วยสอนจึงต้องคำนึงถึงการออกแบบระบบการสอนที่สอดคล้องกับคุณลักษณะของเว็บ เช่น การสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับครู การสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ที่กระทำได้แตกต่างไปจากการเรียนการสอนแบบเดิมเช่น การใช้เว็บช่วยสอนสามารถสื่อสารกันได้โดยผ่านเว็บโดยตรง ในรูปคุยกันในห้องสนทนา (Chat Room) การฝากข้อความบนกระดานอิเล็กทรอนิกส์หรือกระดานข่าวสาร (Bulletin Board) หรือจะสื่อสารกันโดยผ่านไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) ก็สามารถกระทำได้ในระบบนี้ ความเป็นเว็บช่วยสอนจึงไม่ใช่แค่การสร้างเว็บไซต์เนื้อหาวิชาหนึ่ง หรือรวบรวมข้อมูลชักเรื่องหนึ่งแล้วบอกว่าเป็นเว็บช่วย

สอน เว็บช่วยสอนกินความหมายกว้างขวางอันเกิดจากการรวมเอาคุณลักษณะของเว็บ โปรแกรม และเครื่องมือสื่อสารในระบบอินเทอร์เน็ต และการออกแบบระบบการเรียนการสอนเข้าด้วยกัน ทำให้การเรียนการสอนผ่านเว็บที่เข้ามาเป็นสื่อตัวหนึ่ง เกิดการเรียนรู้ขึ้นอย่างมีความหมาย ไม่เป็นเพียงแค่แหล่งข้อมูลเท่านั้น

บทสรุป

เว็บช่วยสอนอาจจะเป็นนวัตกรรมที่ยังคงไม่เป็นที่แพร่หลาย ด้วยข้อจำกัดที่มากมาย อันเกิดจากปัญหาเดิมๆ ในแบบเดียวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่เว็บช่วยสอนมีแนวโน้มที่จะเข้ามา มีบทบาทสำคัญ ในการจัดระบบการเรียน การสอนเมื่อทุกอย่างพัฒนาขึ้น เว็บช่วยสอนจะเป็นระบบการเรียนการสอนแบบก้าวกระโดด ที่ล้ำหน้าสื่ออื่นๆ เพราะสามารถเอาความสามารถของสื่อต่างๆ เข้ามาใช้ภายในตัวของเว็บไซต์ทั้งภาพและเสียง รวมทั้งระบบสื่อสารต่างๆ ในแบบการศึกษาทางไกล ที่สื่อในรูปแบบอื่นๆ ทำไม่ได้ เช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็จะเป็นเพียงส่วนหนึ่งของเว็บช่วยสอน เสมือนเครื่องมือตัวหนึ่งในระบบอินเทอร์เน็ต ที่จะนำผู้เรียนที่เชื่อมโยงได้ทั่วโลก และเข้าเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา

การเรียนการสอนผ่านเว็บมีรูปแบบการจัดที่หลากหลายรูปแบบ แต่ละสถาบันและแต่ละเนื้อหาของหลักสูตรก็จะมีวิธีการออกแบบการเรียนการสอนผ่านเว็บซึ่งแตกต่างกันออกไป Hannum (1998 : 155-165) ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนผ่านเว็บที่ปรากฏอยู่ว่ามี 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. รูปแบบการเผยแพร่ (Publishing Model)
2. รูปแบบการสื่อสาร (Communication Model)
3. รูปแบบผสมผสาน (Hybrid Model)
4. ห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual Classroom Model)

1. รูปแบบการเผยแพร่

รูปแบบนี้สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ชนิดคือ

- 1.1 รูปแบบห้องสมุด (Library Model)
- 1.2 รูปแบบหนังสือเรียน (Textbook Model)
- 1.3 รูปแบบการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Instruction Model)

1.1 รูปแบบห้องสมุด (Library Model)

รูปแบบนี้จะเป็นการใช้ความสามารถในการเข้าไปยัง ทรัพยากรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีหลากหลาย มีการเตรียมเนื้อหาให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงไปยังสถานที่ที่เสริมขึ้นมา เช่น สารานุกรมออนไลน์ วารสารหรือหนังสือ รูปแบบนี้เป็นการนำเอาลักษณะทางกายภาพของห้องสมุดที่มีทรัพยากรจำนวนมากมาใส่ให้แก่ผู้ใช้ ส่วนประกอบของรูปแบบนี้จะมีการเชื่อมโยงไปยังแหล่งชี้ทรัพยากรสากลที่รวมถึงวารสารออนไลน์ สารานุกรมออนไลน์ หนังสือออนไลน์ เว็บของ

ห้องสมุด ที่ตั้งของงานวิจัย ที่ตั้งของหัวข้อที่สัมพันธ์กัน ลักษณะเฉพาะของรูปแบบนี้ประกอบด้วย รายการชี้แหล่งทรัพยากรสากลและมีคำอธิบายของรายการในที่ตั้ง บริการห้องสมุดออนไลน์กับการ กำหนดคำแนะนำ และการรวบรวมข้อมูลไว้สำหรับเชื่อมโยงและเสริมการเรียนรู้แบบออนไลน์และ ออฟไลน์ มีการเข้าถึงแหล่งทรัพยากรทั้งหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 รูปแบบหนังสือเรียน (Textbook Model)

การเรียนการสอนผ่านเว็บชนิดนี้ได้จัดเตรียมให้ผู้เรียน ได้เข้าถึงเนื้อหาของหลักสูตรที่ ออนไลน์ (เช่น คำบรรยาย สไลด์ นิยามและคำศัพท์ ส่วนเสริม) รูปแบบนี้ทำให้ผู้สอนสามารถ เตรียมเนื้อหาออนไลน์ที่ใช้เหมือนกับการเรียนในชั้นเรียนปกติ ผู้ออกแบบรูปแบบนี้จะต้องมั่นใจที่ จะสามารถทำสำเนาเอกสารให้กับผู้เรียนได้ บางการเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นการพึ่งพา รูปแบบ หนังสือเรียนที่ได้รับเข้าไปถึงยังเนื้อหาการสอน รูปแบบนี้ต่างจากรูปแบบห้องสมุด คือ รูปแบบนี้ จะเตรียมเนื้อหาการสอนโดยเฉพาะ ขณะที่รูปแบบห้องสมุดให้ผู้เรียนได้ไปตามการเชื่อมโยงที่ได้ เตรียมเอาไว้ ส่วนประกอบของรูปแบบหนังสือเรียน ประกอบด้วย บันทึกของหลักสูตร,บันทึกคำ บรรยาย ข้อแนะนำของห้องเรียน สไลด์ที่นำเสนอ วิดีทัศน์ และภาพที่แสดงในชั้นเรียน เอกสาร อื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับชั้นเรียน เช่น ประมวลรายวิชา ตารางตัวอย่างที่ต้องการ งานที่มอบหมาย เป็นต้น ลักษณะเด่นของรูปแบบนี้คือ มีหลักสูตรทันสมัย บันทึกของหลักสูตรสะท้อนให้เห็น เนื้อหาของหลักสูตรที่เป็นการกระจายกันอยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ มีการเตรียมความคาดหวัง ของนักเรียนกับหลักสูตรเนื้อหา และรูปแบบนี้จะประกอบด้วยหนังสือเรียนออนไลน์ หรือ คู่มือ การฝึกอบรมรูปแบบนี้มีการใช้งานโดยเป็นการใช้เสริมจากห้องเรียนปกติ การเข้าถึงเนื้อหาได้ ทันทีเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเรียน

1.3 รูปแบบการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Instruction Model)

รูปแบบนี้ได้เตรียมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ ในการเรียนเมื่อนักเรียนได้มี ปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ได้รับ ในปัจจุบันเทคโนโลยีที่มีอยู่สามารถจะนำมาร่วมในกิจกรรมการ เรียนการสอนได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเทคโนโลยีผ่านคอมพิวเตอร์ (Computer Based Technology) ได้นำเสนอข้อมูลให้แก่ผู้เรียนในรูปแบบที่ผู้สอนอาจไม่ต้องการ อีกทั้งมีเนื้อหาการ นำเสนอก็มียุคหลายรูปแบบซีดีรอม ก็เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยม ซีดีรอมมีสื่อหลาย ชนิดรวมอยู่ด้วยกัน อีกทั้งมีส่วนประสานกับผู้ใช้ที่คล้ายกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนประกอบที่ สำคัญของรูปแบบมีปฏิสัมพันธ์ คือการสอนแบบออนไลน์ รูปแบบปฏิสัมพันธ์ การปฏิบัติและ ผลย้อนกลับและ สถานการณ์ ลักษณะเด่นของรูปแบบนี้คือ กิจกรรมที่มีการเตรียมพื้นฐาน สำหรับ การเรียนการสอน ผู้เรียนอยู่ภายใต้เงื่อนไขของผลย้อนกลับ มีคำแนะนำผ่านเว็บที่เป็นสิ่งที่อยู่ ภายใต้อาณัติที่กำหนดไว้และมีมัลติมีเดียรวมอยู่ด้วย สำหรับการใ้การเรียนการสอนรูปแบบมี ปฏิสัมพันธ์ การสอนควรเป็นการฝึกหัดและทบทวนการเรียนไปตามสถานการณ์ การออกแบบ เป็นสิ่งสำคัญในกิจกรรม ที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในหลักสูตรแทนที่จะเก็บความสนใจของผู้เรียน

และเตรียมคำแนะนำ แบบฝึกหัด และผลย้อนกลับทั้งหมดเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ รูปแบบนี้ผู้สอนเตรียมโอกาสที่เสนอกิจกรรมสำหรับโปรแกรมที่จะฝึกทักษะและความรู้

2. รูปแบบการสื่อสาร (Communication Model)

รูปแบบการเรียนการสอนผ่านเว็บรูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่อาศัยคอมพิวเตอร์มาเป็นการสื่อสาร (Computer – Mediated Communications Model) ผู้เรียนจะสามารถสื่อสารกับผู้เรียนคนอื่นๆ หรือ กับผู้สอน หรือกับผู้เชี่ยวชาญได้ รูปแบบการใช้วิธีการสื่อสารในอินเทอร์เน็ตคือ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การสนทนาและการประชุมผ่านคอมพิวเตอร์ (Computer Conferencing) ส่วนประกอบการเรียนการสอนรูปแบบนี้คือ อาศัยหลักการของการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์คือ การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การสนทนา และการอภิปราย และการประชุมผ่านคอมพิวเตอร์ ส่วนการใช้การเรียนการสอนรูปแบบนี้ควรเป็นการใช้งานที่ได้ผลเมื่อจุดประสงค์ของผู้ออกแบบคือ ส่งเสริมการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ การใช้ประโยชน์จากผู้สอนเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับรูปแบบนี้มาก

3. รูปแบบผสมผสาน (Hybrid Model)

รูปแบบการเรียนการสอนผ่านเว็บรูปแบบนี้เป็นการนำเอารูปแบบ 2 ชนิดคือ รูปแบบการเผยแพร่กับรูปแบบการสื่อสารมารวมเข้าด้วยกัน เช่นเว็บไซต์ที่รวมเอาแบบห้องสมุดกับรูปแบบหนังสือเรียนไว้ด้วยกัน เว็บไซต์ที่รวบรวมเอาบันทึกของหลักสูตร และบันทึกคำบรรยายไว้กับ Listserv, เว็บไซต์ที่รวมเอารายการเสริมแหล่งชี้ทรัพยากรสากล และความสามารถของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ไว้ด้วยกัน เป็นต้น ส่วนประกอบของรูปแบบ ผสมผสานนี้จะต้องมีลักษณะเด่นทั้ง 2 แบบของรูปแบบห้องสมุด และรูปแบบหนังสือเรียนไว้ด้วยกัน รูปแบบการผสมผสานมีการใช้งานทั่วไป และรูปแบบนี้มีประโยชน์เป็นอย่างมากกับผู้เรียน เพราะผู้เรียนจะได้นำเอาประโยชน์ที่มีของทรัพยากรที่มีในอินเทอร์เน็ตมาใช้ประโยชน์

4. ห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual Classroom Model)

รูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่อุดมไปด้วยลักษณะเด่นหลายๆ อย่างเอาไว้ Hiltz, Starr (1999 : 71) ได้นิยามว่า รูปแบบห้องเรียนเสมือนเป็นสภาพแวดล้อมที่แหล่งทรัพยากรออนไลน์นำมาใช้ในการเรียนการสอนแบบร่วมมือ โดยเป็นความร่วมมือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนกับผู้สอน นักเรียนกับมหาวิทยาลัย ชุมชนซึ่งไม่เป็นเชิงวิชาการ ส่วน Murry Turf (อ้างใน Hiltz, Starr. 1999 : 71) กล่าวถึง ห้องเรียนเสมือนว่าเป็นสภาพแวดล้อมและการเรียนที่ดั่งขึ้นภายใต้ระบบการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ เขาสังเกตว่าการเรียนแบบร่วมมือเป็นกระบวนการที่เน้นความสำคัญของกลุ่มที่จะร่วมมือทำกิจกรรมร่วมกัน นักเรียนและผู้สอนจะได้รับความรู้ใหม่ๆ จากกิจกรรมการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อมูล ส่วนประกอบการเรียนการสอนรูปแบบนี้คือ มีไฮเปอร์ลิงก์ที่เชื่อมโยงไปยังแหล่งทรัพยากรที่มีประโยชน์ มีแหล่งทรัพยากรเพิ่มเติม มีเนื้อหาของ

หลักสูตร และบันทึกคำบรรยาย มีกิจกรรมที่รวมเอาแบบฝึกหัดและผลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียน และมีการนำเอาจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ listserv การสนทนา การอภิปราย และการใช้คอมพิวเตอร์ประชุม ลักษณะเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบนี้ได้รวบรวมเอาลักษณะเด่นและลอกเลียนลักษณะทางกายภาพของห้องเรียนมา คือ ประกอบด้วยรายการของแหล่งซีทรายการสากล หลักสูตรมีความทันสมัย บันทึกของหลักสูตร กิจกรรมระหว่างผู้เรียนผู้สอน มีผลย้อนกลับ มีคำแนะนำผ่านหลักสูตร มีมัลติมีเดีย มีการเรียนแบบร่วมมือ และมีการอภิปรายสื่อสารกัน การใช้การเรียนการสอนรูปแบบนี้ ใช้เมื่อเป็นหลักสูตรแบบออนไลน์เป็นหลักสูตรแบบเดี่ยว (Stand Alone) รูปแบบนี้จะจัดเตรียมให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์ของการเรียนในห้องเรียนในเวลาใด และสถานที่ใดก็ได้

การเรียนการสอนผ่านเว็บจะมีความแตกต่างกับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมในชั้นเรียนปกติที่คุ้นเคยกันอยู่ โดยการจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมในชั้นเรียนส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่เน้นให้ผู้สอน เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้สู่ผู้เรียน ผู้เรียนไม่มีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้อื่นๆ เพิ่มเติม แต่ตามหลักการพื้นฐานการศึกษาของการเรียนรู้ นั้นเชื่อว่าการเรียนที่สามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจะเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งกว่า การจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บนั้นเป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมทำกิจกรรมต่างๆ กับผู้เรียนคนอื่นๆ พร้อมทั้งคุณจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญได้อีกด้วย โดยใช้บริการที่มีอยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นเครื่องมือในการติดต่อสื่อสาร

ซึ่งทั้งนี้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนจะถือเป็นลักษณะที่ 1 และ 2 เป็นการเรียนการสอนผ่านเว็บที่มีแนวคิดที่ช่วยในการเรียน การสอน ในรายวิชา แต่ขณะที่ลักษณะที่ 3 จะเป็นในรูปของการให้บริการ การจัดการในการบริหารและช่วยสนับสนุนในกิจกรรมการเรียนของสถาบัน โดยมองภาพรวมของการจัดการทั้งสถาบัน

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเป็นรูปแบบผสมผสานรูปแบบการเรียนการสอนหลายๆรูปแบบ โดยนำจุดเด่นของรูปแบบการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งมาเสริมเพื่อลดจุดอ่อนของรูปแบบการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอน (ศูนย์การศึกษาต่อเนื่องแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545 : 3-4)

2.2.3 การใช้ Web Based Instruction (WBI) ในการจัดการเรียนการสอน

เทคโนโลยี และลักษณะสำคัญของ เวิลด์ ไวด์ เว็บ ทำให้เว็บเป็นสื่อที่สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนได้หลากหลายลักษณะ ซึ่งพอจะแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ

1. ใช้สำหรับเสริมการเรียนการสอน (Supplementary to Instructional System) คือ การใช้ WBI เพื่อเป็นสื่อเสริม เช่น ใช้ WBI เป็นบทเรียนทบทวน เป็นสื่อในการแสดง ข้อมูลรายวิชา แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน เป็นต้น

2. ใช้เป็นส่วนประกอบของการเรียนการสอน (Complementary to Instructional System) คือ การออกแบบและใช้ WBI เป็นกิจกรรมหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอนปกติ เช่น ใช้เป็นเครื่องมือในการอภิปรายกลุ่มย่อย เป็นต้น

3. ใช้เป็นระบบการเรียน การสอนทั้งระบบ (A Whole Instructional System) คือ การใช้ WBI เป็นทั้งระบบการเรียนการสอนหลัก ให้อาจารย์และนิสิต ดำเนินกิจกรรมการเรียน การสอน ผ่าน WBI เช่น การจัดการเรียนการสอนทางไกลผ่านเว็บ เป็นต้น ปัจจุบันอาจจะเรียกว่า Online Learning หรือ e-Learning

2.2.4 แนวทางการใช้ WBI ในการเสริมการเรียนการสอน

การใช้ WBI ในการเสริมการเรียน การสอน สามารถแบ่งเป็นลักษณะที่แตกต่างกันได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการให้ข้อมูล ข่าวสาร (Information Tools) คือ การใช้ WBI เป็นสื่อในการให้ข้อมูล ข่าวสาร กำหนดการต่าง ๆ เกี่ยวกับรายวิชา เช่น สังเขปรายวิชา เอกสาร ประกอบการสอนสไลด์จากการสอน แหล่งเอกสารอ้างอิง ประกาศคะแนนการทดสอบ เป็นต้น

2. ใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการสื่อสาร (Communication Tools) คือ การใช้ WBI เป็นสื่อ ในการสื่อสารระหว่างอาจารย์กับนิสิต หรือ ระหว่างนิสิต ซึ่งรองรับทั้งการสื่อสารในเวลาเดียวกัน (Synchronous Communication) เช่น ห้องสนทนา และการสื่อสารในเวลาเดียวกัน (Asynchronous Communication) เช่น กระดานถามตอบ (Web board) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) ทั้งรูปแบบ การสื่อสารระหว่างบุคคลต่อบุคคล (One to one) บุคคลต่อกลุ่ม (One to many) และระหว่างกลุ่ม (Many to many)

3. ใช้เพื่อเป็นสื่อในการทบทวนความรู้บทเรียน (Tutoring Tools) คือ การพัฒนา WBI ให้มีลักษณะเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ หรือแบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice)

2.2.5 แนวทางการใช้ WBI เป็นส่วนประกอบของการเรียนการสอน

การใช้ WBI เป็นส่วนประกอบของการเรียนการสอนเป็นการใช้ WBI เพื่อเป็นกิจกรรม การเรียนการสอนบางกิจกรรม เพื่อลดจุดอ่อนของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบอื่นๆ เช่น การใช้กระดานสนทนาพร้อมกับเครื่องมือในการค้นหาเว็บ และแหล่งข้อมูลในอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็น กิจกรรมในการฝึกฝนการค้นคว้าข้อมูลของผู้เรียน หรือการใช้กระดานสนทนา เพื่อเป็นช่องทางใน

การสื่อสารถามตอบ ของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction)

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเป็นรูปแบบการผสมผสานรูปแบบการเรียนสอนหลาย ๆ รูปแบบ โดยนำจุดเด่นของรูปแบบการเรียน การเสนอรูปแบบหนึ่งมาเสริม เพื่อลดจุดอ่อนของรูปแบบการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อสัมฤทธิ์ผลในการเรียนการสอน

การใช้ WBI ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

ในช่วงแรกของการเรียน การสอนใช้ห้องเรียนเพื่อการแนะนำรายวิชา แนะนำตัวผู้สอน ผู้เรียนสร้างแรงจูงใจในการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนติดตามเรียนบทเรียนใน WBI จนจบ ขณะที่การใช้ห้องเรียนในช่วงหลังเป็นการสรุป เปิดให้ผู้เรียนสามารถสอบถาม ปรับความเข้าใจที่อาจจะคลาดเคลื่อน แก้ไขปัญหาข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

การใช้ห้องเรียนเป็นหลักและ WBI สั้น ๆ เสริม

WBI ในช่วงแรกเป็นการแนะนำเอกสารต่าง ๆ ในการเรียนการสอน วิธีการเรียนการสอน การเตรียมผู้เรียนให้พร้อมก่อนการเรียน (อาจจะมีการทบทวนความรู้ก่อนการเรียน) WBI ในช่วงหลังอาจจะเป็นการฝึกปฏิบัติบทเรียนเสริมเพื่อทบทวน สำหรับผู้เรียนที่ต้องการ

ผู้สอนอำนวยความสะดวก หรือสนับสนุนการใช้ WBI ในห้องเรียน

เป็นการจัดให้ผู้เรียนใช้บทเรียน WBI ในห้องเรียน ที่มีผู้สอนอยู่ด้วยเพื่อให้ผู้สอนช่วยในการอำนวยความสะดวกในการเรียน (Facilitator)

บทเรียน WBI สำหรับการสอนในห้องเรียน

ผู้สอนสามารถใช้สื่อการสอน หรือเนื้อหาใน WBI ร่วมเป็นสื่อในการเรียนการสอนในห้องเรียน (หากต้องการใช้เนื้อหา สื่อ WBI ในการเรียนการสอนของห้องเรียน ควรจะต้องออกแบบให้จอภาพแสดงเนื้อหาแต่ละส่วนแยกเป็นอิสระจากกัน เพื่อให้สามารถเรียกใช้ได้ง่าย)

การใช้ WBI ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อการเรียนการสอนที่เรียนด้วยตนเอง คิดตั้งและทำงานอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนใช้อยู่ หรือเรียกบทเรียนมาจากระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network) ซึ่งมีข้อดีคือสามารถบรรจุสื่อการเรียนการสอนที่เป็นสื่อมัลติมีเดียขนาดใหญ่ได้ (ไม่ต้องห่วงเรื่องการใช้เวลาในการเรียกใช้ เพราะสื่ออยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานหรืออยู่ในเครือข่ายท้องถิ่นที่มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลมาก)

การใช้ WBI ร่วมกับการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เพื่อลดจุดอ่อนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป

- WBI ช่วยเสริมเนื้อหา หรือข้อมูลที่ทันสมัย เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เตรียมขึ้น อาจจะมีข้อมูลบางอย่างที่ไม่ทันสมัยแล้วการแก้ไขก็ทำได้ยากกว่าการใช้ WBI นำเสนอข้อมูลในอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติมถือเป็นข้อดีที่เป็นประโยชน์มาก

- WBI เป็นเครื่องมือในการทำกิจกรรม เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียน เช่น “มีข้อมูล e-mail ของเพื่อนร่วมชั้น หรือของอาจารย์ ให้ห้องสนทนา หรือกระดานสนทนา หรือกระดานสนทนาใน WBI สำหรับการทำกิจกรรมเสริม เป็นต้น”

2.2.6 ข้อดีของการจัดการเรียนการสอนแบบ Web Based Instruction

1. WBI รองรับยุทธศาสตร์การสอน (Instructional Strategy) ได้หลากหลายและมีประสิทธิภาพ WBI เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่รองรับยุทธศาสตร์การสอนที่มีหลากหลาย เนื่องจากเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ครอบคลุมทั้งเทคโนโลยี และบุคคล (Technology based and human based) เป็นทั้งสื่อในการนำเสนอที่นำเสนอได้ทั้งข้อความธรรมดา ถึงสื่อประสม มีเครื่องมือช่วยการสื่อสารระหว่างการเรียนการสอน ทั้งแบบระหว่างบุคคล และระหว่างบุคคลกับกลุ่ม ทั้งการสื่อสารในเวลาเดียวกันและต่างเวลา กัน ตัวอย่างยุทธศาสตร์ การสอนที่ใช้ WBI ได้ คือ Resource-Based Learning, Self-paced Learning, Collaborative-Cooperative Learning, Individualized Instruction เป็นต้น

2. WBI ลดเวลาในการบริหารจัดการการเรียนการสอน เนื่องจาก WBI เป็นระบบการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ มีระบบคอมพิวเตอร์ ระบบฐานข้อมูลรองรับการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติม ดังนั้นผู้พัฒนา WBI สามารถพัฒนาให้ WBI ช่วยลดภาระการบริหารจัดการการเรียนการสอน เช่น ช่วยบันทึกเวลา ความถี่ในการเข้าใช้บทเรียน เก็บคะแนน สรุปคะแนน หาค่าสถิติต่างๆ บริหารคลังข้อสอบ เป็นต้น ข้อดีที่เป็นผลจากการใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาสนับสนุนการทดสอบ ผู้สอนสามารถออกแบบให้ WBI ให้ข้อมูลป้อนกลับผู้เรียนได้ทันที หรือสามารถให้ข้อมูลเพื่อตอบสนองผู้เรียนอย่างทันที เช่น ตอบรับการส่งงานที่มอบหมาย เป็นต้น ทำให้ผู้เรียนได้รับแรงจูงใจการเรียน หรือทำกิจกรรมใน WBI

3. WBI รองรับผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ที่หลากหลาย ผู้ออกแบบ WBI สามารถออกแบบให้ WBI ให้รองรับผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ในบทเรียนมีทั้งที่เป็นข้อความ กราฟฟิกให้ผู้เรียนที่เป็น Visual Learning สามารถเลือกอ่านได้ ขณะเดียวกันสามารถบรรจุเสียง หรือภาพยนตร์ของอาจารย์ที่สอนสำหรับผู้เรียนที่เป็น Verbal Learning และออกแบบให้ผู้เรียนจะต้องโต้ตอบกับบทเรียนค่อนข้างบ่อย สำหรับผู้เรียนที่เป็น Kinetic Learning เป็นต้น

4. WBI ในที่อยู่ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะเปิดให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงกับแหล่งข้อมูลที่เป็นปัจจุบันเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้นจริงๆ (ขึ้นอยู่กับกรออกแบบการเรียนการสอน และความพร้อมในการดำเนินงาน)

5. WBI เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้โอกาสผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนได้อย่างเท่าเทียมกัน เนื่องจากกิจกรรมที่จัดใน WBI ไม่ถูกจำกัดด้วยเวลาในการเรียนของห้องเรียน ไม่ถูกจำกัดที่ความเร็วในการคิดในการโต้ตอบของผู้เรียน ผู้เรียนทุกคนสามารถใช้เวลาในการคิดเพื่อตอบคำถาม หรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตามความสามารถ และศักยภาพของตน

6. WBI เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่เปิดให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้าถึง ชักถาม และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน และเพื่อร่วมเรียนได้มากกว่ารูปแบบการเรียนการสอนอย่างอื่น และเป็นระบบที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์หลากหลายรูปแบบ เนื่องจากการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ใน WBI สามารถสื่อสารทั้งในเวลาเดียวกันและคนละเวลา ทั้งแบบระหว่างบุคคลและกลุ่ม

7. WBI เอื้อต่อการสร้างแรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียน ในลักษณะการนำเสนอผลงานการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้เกิดความภูมิใจและจูงใจในการใช้ความพยายามทำงานตามกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนอาจจะออกแบบให้ผู้เรียนสามารถนำเสนอผลงานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

8. ผู้สอนสามารถติดตามกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างใกล้ชิด ได้ข้อมูลสถิติการเรียน ได้ข้อมูลป้อนกลับ และสามารถประเมินผลการเรียนการสอน กิจกรรมได้จากข้อมูลหลายด้าน เช่น คะแนนผู้เรียน คำถามผู้เรียน เป็นต้น และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือผู้สอนสามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ใกล้ชิดในระดับบุคคล

9. ผู้สอนสามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งความรู้หรือข้อมูลที่ทันสมัย ที่มีประโยชน์ในระบบเครือข่ายมาสนับสนุนการเรียนการสอน นอกจากทำให้เนื้อหาการสอนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และอาจจะช่วยลดเวลาในการเตรียมการสอนลงได้

10. ผู้สอนสามารถปรับการเรียนการสอน และกิจกรรมการสอน ได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากระบบการผลิต การแก้ไขสื่อการเรียนการสอนเป็นแบบออนไลน์ รวมทั้งผู้สอนสามารถนำข้อมูล ข่าวสาร และเหตุการณ์ที่ทันสมัย (Updated) เข้าเสริมในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตลอดเวลา ซึ่งไม่สามารถกระทำได้ในสื่อการเรียนการสอนรูปแบบอื่น ๆ

2.2.7 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนแบบ Web Based Instruction

1. ผู้สอน และผู้เรียนจะต้องคุ้นเคยกับเทคโนโลยี โดยเฉพาะการใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์และการใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เนื่องจากการเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียน การสอนใน WBI ต้องกระทำผ่านเครื่องมือ

2. การเรียนการสอนผ่าน WBI ต้องพึ่งพาเทคโนโลยี หากมีปัญหาทางเทคนิคจะทำให้การเรียนการสอนชะงักได้ ต่างจากการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนซึ่งสามารถดำเนินไปได้โดยไม่ขึ้นกับเทคโนโลยี

3. ผู้เรียน และผู้สอนควรจะสามารถเข้าใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์ที่เป็นสื่อกลาง ในการเรียนการสอน WBI ได้ทุกเวลาที่ต้องการ หากมีข้อจำกัดที่จำนวนเครื่องที่ใช้ได้ หรือต้องคอย เวลา ไม่สามารถเข้าใช้ได้สะดวกจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอนได้

4. ผู้สอนต้องใช้เวลามากขึ้น ในกระบวนการเรียนการสอน เนื่องจากผู้เรียนทุกคน สามารถสอบถามได้ตลอดเวลา ไม่จำกัดแค่เวลาในชั้นเรียน (หรือเวลาทำงานของผู้สอน) และผู้สอน จำเป็นต้องติดตามการดำเนินไปของกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างใกล้ชิดหากต้องการทราบ ปัญหาของการเรียนการสอน หรือต้องการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

5. ผู้เรียนต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนจะเปลี่ยนจาก Passive learning เป็น Active Learning มากขึ้น ในขณะที่เดียวกันการสื่อสารด้วยการเขียน (ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์) จำเป็นต้องผ่านกระบวนการคิด และแปลงเป็นข้อความ จำเป็นต้องเรียบเรียงซึ่งใช้เวลา มากกว่าการพูด ขณะเดียวกันแหล่งข้อมูล ความรู้ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีมาก และเชื่อมโยง ค่อนข้าง การติดตามอ่านเพื่อนำมาไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอนต้องใช้เวลา

6. ในรูปแบบการเรียนการสอน WBI แบบเต็มระบบ การจัดการเรียนการสอนผ่าน อินเทอร์เน็ตได้อย่างเดียว ผู้สอนและผู้เรียนจะขาดการปฏิสัมพันธ์แบบเห็นหน้า (Face to Face Interaction) ซึ่งอาจจะเพิ่มความคลาดเคลื่อนในการสื่อสาร ขาดความรู้สึกรักจากปฏิสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลไป (Human Touch)

7. การสื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์อาจจะยังไม่เป็นที่คุ้นเคย ทั้ง ผู้สอนและผู้เรียน อาจจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอน

8. การเรียนการสอน WBI อาจจะมีผลข้างเคียงต่อผู้เรียนรบกวนการทำกิจกรรมการเรียน การสอนได้ เช่น

- เชื่อมโยง WBI สู่วิธีระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจริง เว็บอื่นจะเป็นสิ่งเร้า ดึงให้ ผู้เรียนใช้หลงไปนอกบทเรียน หรือกิจกรรมการเรียน ได้อย่างง่ายดาย
- เมื่อกิจกรรมการเรียนการสอนเปิดให้ผู้เรียนกระทำได้นอกเวลาเรียน อาจจะ ทำให้ผู้เรียนที่ไม่สนใจในการเรียนใช้เวลาที่จะทำกิจกรรมการเรียนการสอนเหล่านั้น
- การออกแบบสื่อในลักษณะการเชื่อมโยงหลายมิติ (Hypermedia) หาก ออกแบบไม่ดี จะทำให้ผู้เรียนที่เรียนกับบทเรียนสับสนและขาดแรงจูงใจในการเรียนได้ (ถึงแม้ เนื้อหาพอเข้าใจ)
- ผู้เรียนที่ไม่ได้ถูกเตรียมให้คิดและประเมินสิ่งที่ได้พบ ได้รู้จากในเว็บอื่น ๆ อาจจะเชื่อมั่นในเนื้อหาที่ได้พบในเว็บมากเกินไป ซึ่งโดยปกติเอกสารและเนื้อหาที่อยู่ใน อินเทอร์เน็ตอาจจะถูกหรือผิด อาจจะไม่ได้การตรวจสอบมาก่อน ผู้เรียนต้องใช้วิจารณญาณ ในการเลือก ที่เลือกใช้อย่างเหมาะสม

2.2.8 เนื้อหาความรู้ด้านใดจะต้องระมัดระวังในการออกแบบ WBI

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ WBI มีความเหมาะสมและเป็นประโยชน์อย่างชัดเจนใน ปรุเขตการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) แต่สำหรับปรุเขตการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) นั้นมีผลการวิจัยหลาย ๆ ชิ้น ยังไม่เห็นความเด่นชัดในประสิทธิผลของการใช้ WBI ในปรุเขตความรู้ทั้งสอง แต่ก็ไม่ได้มีความหมายว่า WBI ไม่สามารถใช้ได้ในปรุเขตความรู้ทั้ง 2 เพียงแต่อาจจะต้องมีการออกแบบการเรียนการสอนที่ดี กำหนดยุทธศาสตร์การสอนและกำหนดกิจกรรมที่เหมาะสม จึงสามารถทำให้การเรียนการสอนมีสัมฤทธิ์ผลได้

การจัดการเรียนการสอนที่เป็นความรู้สึก อารมณ์ จิตใจ เจตคติ ตัวอย่างเช่น สอนให้เกิดเจตคติที่ดีในวิชาชีพ การสร้างแรงบันดาลใจ ฯลฯ เช่นเดียวกับทักษะในการสื่อสาร เช่น การควบคุมอารมณ์ การพูดจูงใจคน การนำการประชุม ฯลฯ ทักษะทางกายภาพ เช่น การฝึกโยคะ การเดินรำ ฯลฯ สามารถทำการเรียนการสอนได้ดีในการเรียน การสอนแบบเผชิญหน้า (Face to Face) แต่หากจะจัดการเรียนการสอนโดยใช้ WBI จำเป็นต้องออกแบบทั้งยุทธศาสตร์ วิธีการ โดยอาศัยสื่อและลักษณะของ WBI เข้าช่วยก็พอจะสามารถทำได้เช่นกัน เช่น การออกแบบการเรียนการสอน WBI ในการสอนโยคะ อาจจะทำได้ดังนี้

1. สร้างบทเรียนในการให้ความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับทักษะนั้น (เช่น สรีระวิทยาของร่างกาย โยคะจะช่วยให้เกิดสุขภาพดีได้อย่างไร การระวังตัว หรือการสังเกตอาการที่ต้องระวังหากเกิดขึ้นระหว่างการทำโยคะ เป็นต้น)
2. สร้างบทเรียนอธิบายทักษะ (เช่น การทำโยคะท่าต่าง ๆ) ต้องเขียนอธิบายอย่างละเอียด มีภาพประกอบชัดเจน มีจุดสังเกตเมื่อฝึกทักษะนั้นถูกต้อง หรือเมื่อผิดพลาด
3. ใช้สื่อวิดีโอทัศน์เป็นตอน ๆ แสดงทักษะนั้นให้เห็นชัดเจน
4. ให้ผู้เรียน เรียนร่วมกับเพื่อน โดยให้พลัดกันสังเกตทักษะของอีกฝ่าย เพื่อเปรียบเทียบกับเนื้อหา และช่วยกันปรับให้ถูกต้องหรือซักถามปัญหาเพื่อแก้ไขได้ถูกต้อง
5. สร้างระบบติดตามความสม่ำเสมอในการฝึกปฏิบัติ เช่น ให้มีระบบที่ผู้เรียนจะต้องรายงาน หรือแจ้งทุกครั้งที่ได้ฝึกปฏิบัติครบถ้วนมีระบบเตือนหากผู้เรียนปฏิบัติไม่ครบถ้วน เป็นต้น
6. ให้การเสริมแรงจูงใจ โดยนำเสนอเนื้อหาของผู้ที่ประสบความสำเร็จในการฝึกทักษะผลที่เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

สิ่งที่จะต้องระลึกลงคือ “การจัดการเรียน การสอน WBI ไม่ใช้การเรียน การสอนผ่านคอมพิวเตอร์เท่านั้น ผู้สอนสามารถเลือกวิธีการสอนใน WBI ที่หลากหลาย ซึ่งหลาย ๆ วิธีเป็นวิธีที่ผู้สอนและกลุ่มผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กันใกล้ชิด ในความรู้สึกแบบมนุษย์ (Human Touch) ได้เช่นกัน”

2.2.9 เทคโนโลยีที่ใช้ใน WBI

Web Based Instruction ใช้เทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตและ เวิลด์ ไวด์ เว็บ ดังนั้นจำเป็นต้องมีส่วนประกอบในด้านระบบ ดังต่อไปนี้

1. Hardware ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Web Server) ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Network Infrastructure) และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการผลิตเว็บ
2. Software ประกอบด้วย โปรแกรมระบบปฏิบัติการ โปรแกรมสร้างเว็บซึ่งมีหลายแบบคือ

2.1 Web Page Editor โปรแกรมช่วยการสร้าง แก้ไข เว็บเพจ ที่มีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการสร้างเว็บเพจ เช่น Homesite , Netscape Editor เป็นต้น

2.2 Web Site Management โปรแกรมช่วยการสร้างและบริหารเว็บไซต์ ซึ่งมีเครื่องมือช่วยในการสร้าง แก้ไข เว็บเพจ เช่น Microsoft FrontPage, Macromedia Dreamwaver, Adobe Golive เป็นต้น

2.3 Web Course Management (Learning Management System) เช่น WebCT, Blackboard , Learning Space เป็นต้น

People ware บุคลากรที่เกี่ยวข้อง ควรมีอย่างน้อย 3 กลุ่ม คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (Content Expert) ซึ่งก็คือ อาจารย์ผู้สอน, ผู้ออกแบบระบบการเรียนการสอน และผู้พัฒนาระบบ

2.2.10 ปัญหาทางเทคนิคและการป้องกัน การแก้ไข

การพัฒนา WBI ที่จะต้องมีการเตรียมการเพื่อการป้องกันปัญหา การวางแผนแก้ไข ปัญหาที่รวดเร็ว และการให้ข้อมูลที่ชัดเจนแก่นักคิด ซึ่งจะช่วยลดความกังวลและความไม่มั่นใจในระบบ WBI ของนักคิดและทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินต่อเนื่องไปได้อย่างราบรื่น

ปัญหาทางเทคนิคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับ WBI ทำให้นักคิดไม่สามารถใช้ระบบ WBI อาจจะทำเป็น 2 กลุ่ม คือ ปัญหาเทคนิคที่เกิดขึ้นจากระบบ WBI และปัญหาเทคนิคที่เกิดขึ้นจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของนักคิด ซึ่งปัญหาทั้ง 2 กลุ่ม อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากความผิดพลาดของระบบฮาร์ดแวร์ (เครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต) ซอฟต์แวร์ (โปรแกรมที่ทำงานไม่ถูกต้อง) หรือเกิดจากการตั้งข้อกำหนดของฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ที่ไม่ตรงกัน ดังนั้นแนวทางการแก้ไขปัญหาคือครอบคลุมทั้งการป้องกันการแก้ไขปัญหา และการให้คำแนะนำในการ แก้ไขปัญหาที่ดี

2.2.11 แนวทางการเตรียมการป้องกันและวิธีการตรวจสอบปัญหา

1. เลือกใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและอุปกรณ์ที่มีคุณภาพหรือเลือกใช้บริการจากศูนย์บริการที่ให้บริการสนับสนุนทางด้านเทคนิคตลอดเวลาแบบ 7x24 (7 วัน 24 ชั่วโมง)

2. ออกและสร้างแบบ WBI โดยใช้เครื่องมือทางเทคนิคที่ต้องเกี่ยวข้องกับผู้ใช้บ่อยที่สุด เครื่องมือทางเทคนิคต่าง ๆ ควรเลือกแบบที่ติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และใช้งานได้จากเครื่องผู้ใช้ไม่ควรเลือกใช้เครื่องมือทางเทคนิคที่ต้องติดตั้งหรือปรับแต่งที่เครื่องผู้ใช้ เช่น การเลือกใช้เครื่องมือห้องสนทนา (Chat) ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น รูปแบบที่เป็นเว็บเพจ นิสิตสามารถใช้ได้ทันทีจากโปรแกรมดูเว็บปกติ (เช่น Internet Explorer) ไม่ควรใช้โปรแกรมพิเศษอื่น ๆ เช่น ICQ หรือ Netmeeting

3. ทดสอบการทำงานของ WBI ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใกล้เคียงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ นิสิตจะใช้งาน การทดสอบระบบ WBI ในเครื่องของผู้สร้างระบบ (โดยปกติจะมีคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องที่ดีกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ทั่วไป) อาจจะไม่พบปัญหาที่จะพบได้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ของนิสิต

4. มีเว็บเพจคำแนะนำการติดตั้งโปรแกรมต่าง ๆ ที่จำเป็นในการใช้งานระบบ WBI ทั้ง การติดตั้งและการปรับแต่งโปรแกรมที่เหมาะสมในการใช้ระบบ WBI หากมีโปรแกรมพิเศษที่ติดตั้งนิตต้องติดตั้งเพิ่ม ควรจะมีจุดเชื่อมโยง (Hyperlink) สำหรับการไป Download โปรแกรมนั้น มาใช้งานให้ด้วยหากคำแนะนำมีจำนวนมาก หรือขณะที่ปฏิบัติตามคำแนะนำในการติดตั้งโปรแกรมจำเป็นต้องเริ่มการทำงานของเครื่องใหม่ (Restart) ควรจัดทำคำแนะนำเป็นแฟ้มเอกสาร (แบบ PDF หรือ Work Document) เพื่อให้ นิสิตสามารถ Download ไปเก็บไว้ในเครื่องสำหรับอ่านได้ในขณะที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย

5. มีเว็บเพจให้คำอธิบายการใช้งาน (Tutorial) ให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหา (Help) และเว็บเพจที่สรุปคำถามคำตอบที่น่าสนใจ (FAQ-Frequently Ask Question) เพื่อให้ การสนับสนุนผู้ใช้ทั้งเพื่อแก้ไขปัญหา หรือเพื่อเรียนรู้การใช้งานระบบ WBI ที่ถูกต้อง การ ออกแบบการเข้าถึงเว็บเพจกลุ่มนี้ ควรจะออกแบบให้เข้าถึงได้ง่าย (ควรจะให้เข้าถึงได้จากทุกหน้าเว็บ) และมีจุดเริ่มต้นการขอความช่วยเหลือจุดเดียวกัน และแตกโครงสร้างไปยังเว็บเพจในการให้ ความช่วยเหลือในลักษณะต่าง ๆ (Tutorial , Help , FAQ) คำอธิบายการใช้งาน คำแนะนำ คำถาม คำตอบที่น่าสนใจ ถ้าหากมีจำนวนมากควรจัดทำเป็นคู่มือใช้งานในลักษณะแฟ้มเอกสาร (แบบ PDF หรือ Word Document)

6. มีเว็บเพจให้ทดลองเครื่องมือทางเทคนิคทั้งหมดที่ใช้งาน ก่อนการเข้าสู่กิจกรรมการ เรียนการสอน เช่น ถ้าออกแบบ WBI ให้มีห้องสนทนา (Chat Room) แบบทดสอบตัวเลือกเพื่อ ทดสอบความรู้กระดานถามตอบ (Webboard) การส่งแฟ้มการบ้าน ควรจะมีเว็บเพจสำหรับให้นิสิต ได้การทดสอบการทำงาน และเรียนรู้วิธีการใช้เครื่องมือเหล่านี้ จะทำให้ระหว่างการทดสอบนิต ไม่กังวลเรื่องการตั้งงานผิดพลาด (เนื่องจากเป็นเพียงการทดสอบ ไม่มีผลต่อการทำงานจริง) และสามารถเรียนรู้ที่จะใช้เครื่องมือเหล่านี้ให้ถูกต้อง ซึ่งจะลดปัญหาในการใช้งานจริง และลดคำถามที่ เกิดจากนิต

7. ควรมีการนัดหมายเวลา สำหรับการทดสอบเครื่องมือเทคนิคในระบบ ที่จะต้องทดสอบพร้อมกัน เช่น การทำสอบการใช้ห้องสนทนา (Chat Room)

2.2.12 การตรวจสอบและการแจ้งแก้ไขปัญหา

1. หมั่นตรวจสอบระบบบ่อย ๆ เนื่องจากปัญหาทางเทคนิคอาจจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เพื่อให้สามารถพบปัญหาที่เกิดขึ้นก่อนนิตินิต จะได้ดำเนินการแก้ไขได้ทัน

2. มีเว็บบเพจให้คำแนะนำช่องทางในการแจ้งปัญหา ควรมีช่องทางที่หลากหลาย เช่น หมายเลขโทรศัพท์สำหรับปัญหาที่ต้องการให้แก้ไขด่วน ที่อยู่จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail Address) ควรมีทั้งของผู้ดูแลระบบ และอาจารย์

2.3 การวางแผนและออกแบบบทเรียน

2.3.1 หลักการออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดของ Gagne' มีเป้าหมายมุ่งให้ผู้เรียนเชื่อมโยงการจัดสภาพการเรียนการสอนอันเป็นสภาวะภายนอกตัวผู้เรียน ให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ภายในตัวผู้เรียน ซึ่งมีนักการศึกษาได้นำไปประยุกต์ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและนำไปออกแบบบทเรียนการสอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยดัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ซึ่งการออกแบบไม่จำเป็นต้องครบทั้ง 9 ขั้นตอน แต่ขึ้นอยู่กับเทคนิคนำเสนอและเนื้อหาๆ Gagne' ได้กล่าวถึงบทบาทของสื่อว่า สื่อมีบทบาทในทุกขั้นตอนของสถานการณ์หรือกระบวนการสอน ซึ่ง Gagne' ได้แบ่งสถานการณ์หรือเหตุการณ์สำหรับการสอนออกเป็น 9 ประการด้วยกัน คือ (รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2544) [Internet].

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention) เพื่อกระตุ้นและจูงใจผู้เรียน
2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives) ในการเรียนบทเรียนผ่านเครือข่าย

อินเทอร์เน็ต ให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้า

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) เพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อม
4. เสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) การเสนอเนื้อหาของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์

5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิมร่วมกันเป็นความรู้ใหม่

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Response) เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมทำกระทำในกิจกรรมต่างๆ

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการได้รับความสนใจแก่ผู้เรียน
8. ทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการประเมินการเรียน

9. **สรุปและนำไปใช้ (Promote Retention Transfer)** เป็นการสรุปประเด็นสำคัญ รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. **เร้าความสนใจ (Gain Attention)**

ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการจูงใจและเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและนำเสนอสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย ตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอบทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่นๆ แต่ถ้าบทนำเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียน โดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น กดแป้น Spacebar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น

2. **บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)**

วัตถุประสงค์ของบทเรียน นับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองหลังจบบทเรียนแล้ว จะยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้จะมีผลดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัยยังพบว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียน จะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะ สามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้างๆ เช่นกัน สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

1.) บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจ ไม่ต้องแปลความอีกครั้ง

2.) หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเป็นที่ยังไม่เข้าใจของผู้เรียนโดยทั่วไป

3.) ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ

4.) ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

5.) ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ

6.) อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพที่ละเอียดๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปที่ละเอียดก็ได้

7.) เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น ติกรอบ ใช้ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมิน ความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-Test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากนี้จะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน

4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้นๆ ง่าย แต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว โดยหลักการที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว

ภาพที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพถ่ายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ และกราฟ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวิดิทัศน์ ภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิทัลต่างๆ เช่น จาก

เครื่องเล่นภาพโฟโต้ซีดี เครื่องเล่นเลเซอร์ดิสก์ กล้องถ่ายภาพวิดีโอ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบเนื้อหาอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพเหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ใ้เวลาเกินไปในการปรากฏบนจอภาพ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา จับซ้อน เข้าใจยาก และไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุล องค์ประกอบภาพไม่ดี เป็นต้น

5. ชี้นำแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningfull Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ ก็คือพยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้น ยังจะต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาคำรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่า การใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจมโนคติของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น เนื้อหาบางหัวเรื่อง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อยๆ ชี้นำจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้นการใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้นำทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่ายกว่าตามลำดับขั้น

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Response)

นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาและร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อได้เปรียบกว่า โสตทัศนูปกรณ์อื่นๆ เช่น วิดีทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-Interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรม และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วม ก็มีส่วนคิดนำหรือติดตามบทเรียน ข้อมมีส่วนผูก

ประสานให้ความจำดีขึ้น สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำท่าย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยเร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตาม การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือกราฟิกอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผล ว่าหากทำผิดแล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนแบบแขวนคอสำหรับการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกดแป้นพิมพ์ไปเรื่อยๆ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดูผลจากการแขวนคอ วิธีหลีกเลี่ยงก็คือ เปลี่ยนจากการนำเสนอภาพในทางบวก เช่น ภาพเล่นเรือเข้าหาฝั่ง ภาพขยับยานคู่ดวงจันทร์ ภาพหนูเดินไปกินเนยแข็ง เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วย การตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟจะเหมาะสมกว่า สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

1. ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน
2. ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบและการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน
3. ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการใช้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้
4. หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
5. อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบถูกต้อง และคำตอบผิด โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยาม หรือดูแคลน ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
6. เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนตอบผิด 2 – 3 ครั้ง ไม่ควรปล่อยให้เสียไป
7. อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้
8. พยายามส่งเสริมการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

8. ทดสอบความรู้ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Post-Test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง

นอกจากนี้จะเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท

นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรถามแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วน ๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

1. ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบ โดยประมาณ
2. แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก
3. ข้อคำถามคำตอบ และการตรวจปรับคำตอบ ควรอยู่บนแฟรมเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว
4. หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตโนมัติให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์
5. ในแต่ละข้อ ควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลาย ๆ คำถาม
6. แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสม และมีความเชื่อมั่นเหมาะสม
7. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรถัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น
8. แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลาย ๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

9. สรุปและนำไปใช้ (Promote Retention Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกัน บทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

ขั้นตอนการสอนทั้ง 9 ประการของ Robert Gagne' เป็น มโนคติกว้างๆ แต่ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้ง บทเรียนสำหรับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน และ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เทคนิคอีกอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่ใช้เป็นหลักพื้นฐาน ก็คือ การทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกใกล้ชิดเคียงกับการเรียนรู้โดยผู้สอนในชั้นเรียน โดยปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการใช้งานของคอมพิวเตอร์ให้มากที่สุด

สรุปการเรียนรู้ด้วยบทเรียนการสอนผ่านเว็บ ทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนการสอนรายบุคคล ซึ่งทำให้เกิดประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูงในการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำกระบวนการเรียนรู้ของ Gagne' มาใช้สำหรับการออกแบบบทเรียนการสอน โดยดัดแปลงให้เหมาะสำหรับบทเรียนการสอนผ่านเว็บ เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการเรียนรู้

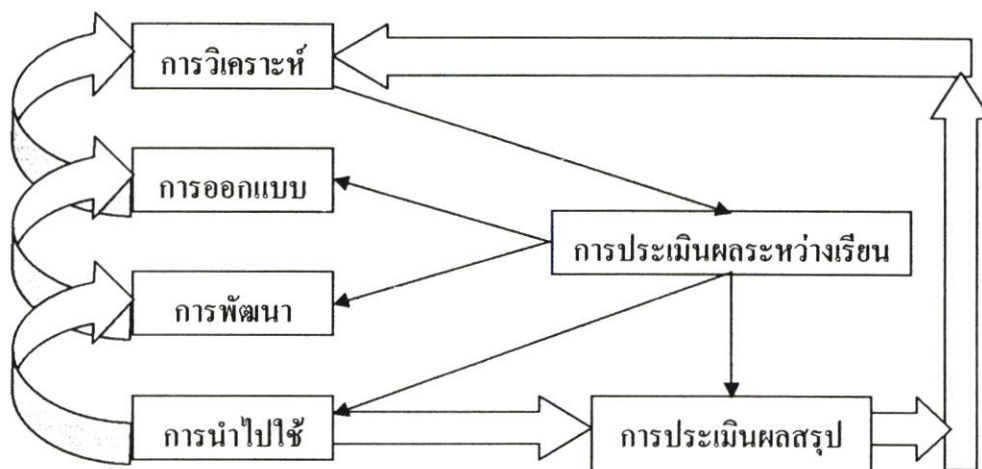
2.3.2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเว็บไซต์เพื่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ไม่ได้เกิดจากความสามารถของโปรแกรมแต่เพียงอย่างเดียว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ตื่นตาตื่นใจ เว็บไซต์สวยงามและเทคนิคแพรวพราวแต่ไม่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ความเป็นสื่อสำหรับการเรียนการสอนก็จะลดคุณค่าลง หลักการอันเป็นที่ยอมรับในการสร้างและพัฒนาสื่อประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอนอย่างมีประสิทธิภาพนั้นก็คือ การออกแบบระบบการเรียนการสอน เป็นหลักการสากลที่ได้รับการยอมรับในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนแทบทุกประเภท

เนื่องจากเป็นการออกแบบระบบการเรียนการสอนมุ่งไปที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้มากกว่าครูเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ แต่หลักการออกแบบการสอนมีค่านิยมอยู่หลายลักษณะ มีแบบจำลองและการออกแบบการเรียนการสอนหลากหลาย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอน อาทิเช่น การออกแบบการเรียน การสอนตามนิยามของสมาคมเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา (AECT : The Association for Educational Communications and Technology) ก็ให้นิยามไว้ว่า เทคโนโลยีการสอนเป็นทฤษฎีและปฏิบัติของการออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ประโยชน์ การจัดการและการประเมินผลของกระบวนการและทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ สำหรับวิธีการออกแบบการสอนที่เหมาะสมในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอนปรับมาจากหลักการของเทคโนโลยีการสอน เป็นแบบจำลองการสอน มีกระบวนการสำคัญ 5 ขั้นตอน คือ

1. การวิเคราะห์ (Analysis)
2. การออกแบบ (Design)
3. การพัฒนา (Development)
4. การนำไปใช้ (Implementation)

5. การประเมินผล (Evaluation)



รูปที่ 2.1 แบบจำลองการออกแบบการสอน ADDIE Model

การออกแบบเพื่อพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บเพื่อการเรียนรู้ให้มีคุณภาพ จึงต้องมีการวางแผนและพัฒนาอย่างเป็นระบบ การวิเคราะห์ การออกแบบและพัฒนาที่เป็นกระบวนการ และชัดเจนเป็นรูปธรรมของไพโรจน์ ศิริชนากุล, ไพบุลย์ เกียรติโกมล และศิริลักษณ์ ศิริชนากุล มีความชัดเจนตามขั้นตอนการออกแบบการสอนได้แก่

1. การวิเคราะห์ (Analysis)

สร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart) โดยเริ่มจากเขียนชื่อวิชาไว้ตรงกลาง กระดานแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้น ๆ จำนวน 4-5 คน ช่วยกันระดมสมองให้หัวข้อที่ควรสอน จะสอนในวิชานั้นเขียนโยงกับชื่อวิชาอย่างอิสระ หรือหากเป็นหัวข้อย่อยก็โยงกับหัวข้อหลักต่อไป โดยไม่ทำการลอกแบบของตำราเล่มใดเล่มหนึ่งเลย เมื่อเสร็จสิ้นการระดมสมองแผนภูมิที่ได้เป็นแผนภูมิระดมสมอง สร้างแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์ (Concept Chart) จากแผนภูมิระดมสมอง นำมาทำการวิเคราะห์ความถูกต้องของทฤษฎี หลักการ และเหตุผลความสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน อย่างละเอียด อาจมีการตัด-เพิ่มหัวข้อตามเหตุผลและความเหมาะสม จนสามารถอธิบายและตอบคำถามได้ ผลที่ได้เป็นแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์ (Concept Chart)

สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) นำหัวข้อต่างๆ จากแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์มาเขียนเป็นโครงข่าย โดยคำนึงถึงความก่อน-หลังต่อเนื่องหรือขนานกันตามหลักการเทคนิคโครงข่าย แล้วทำการวิเคราะห์เหตุผลความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยวิธีการวิเคราะห์ ข่ายงาน (Network Analysis) จนสมบูรณ์ผลที่ได้จะเป็นโครงข่ายเนื้อหาที่ต้องการ

2. การออกแบบ (Design)

การกำหนดกลวิธีการนำเสนอและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Strategic Presentation Plan vs Behavior Objective) โดยเริ่มจากแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา มาพิจารณาในกลุ่มหัวข้อที่สามารถจัดไว้ในหน่วยเดียวกันได้ ภายใต้กรอบเวลาที่กำหนดไว้ดีเป็นกรอบ ๆ ไว้จนครบหัวข้อ บนโครงข่ายเนื้อหาจากนั้นกำหนดเป็นหน่วย ๆ และกำหนดอันดับไว้แล้วเขียนกำกับด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละตอนให้ชัดเจน จากนั้นนำกรอบหน่วย (Module) มาลำดับการนำเสนอตามอันดับและความสัมพันธ์แนวเดียวกับแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาซึ่งจะได้ผลเป็นแผนภูมิบทเรียน (Course Flow Chart)

สร้างแผนภูมิกำหนดนำเสนอในแต่ละหน่วย (Module Presentation Chart) ซึ่งเป็นการออกแบบการสอน (Instructional Design) จะต้องออกแบบลำดับ การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนตามหลักการสอนจริง อันเป็นส่วนที่สำคัญมากในการประกันคุณภาพ การเรียนจากบทเรียน IMMCAI (Interactive Multi-Media Computer Assisted Instruction)

3. การพัฒนา (Development)

เขียนรายละเอียดเนื้อหาตามรูปแบบที่ได้กำหนด (Script Development) โดยเขียนเป็นกรอบ ๆ จะต้องเขียนให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยเฉพาะถ้าเป็น IMM (Interactive Multi-Media) จะต้องกำหนดภาพ เสียง สี ฯลฯ และการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ไว้ให้สมบูรณ์ด้วย จัดทำลำดับเนื้อหา (Storyboard Development) เป็นการนำกรอบเนื้อหาหรือที่เขียนเป็น Script มาเรียบเรียงตามลำดับการนำเสนอตามที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งจะยังเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์อยู่การลำดับกรอบนี้สำคัญมาก

นำเนื้อหาที่ยังเป็นสิ่งพิมพ์มาตรวจสอบความถูกต้อง (Content Correctness) โดยเฉพาะเป็นการสร้าง IMMCI (Interactive Multi-Media Computer Instruction) ที่เป็นการเขียนคำราใหม่ทั้งเรื่อง ควรอาศัยผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้น ๆ (Subject Specialist) เป็นผู้ตรวจสอบให้จากนั้นจะต้องนำเนื้อหาไปทดลองหาค่า Content Validity และ Reader Reliability โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายมาทดสอบด้วย แล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์

การสร้างแบบทดสอบส่วนต่างๆ ต้องนำมาหาความยากง่าย อำนาจจำแนกความเที่ยงและความเชื่อมั่นทุกแบบทดสอบ และต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์ผลที่ได้ทั้งหมดทั้งเนื้อหา (ที่จัดอยู่ในโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้ว) และแบบทดสอบต่างๆ รวมกันจะเป็นตัวบทเรียน (Courseware)

4. การจัดทำ (Implementation)

เลือก Software หรือ โปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนองต่อความต้องการที่กำหนดไว้ เป็นตัวจัดการนำเสนอบทเรียนบนคอมพิวเตอร์

จัดเตรียมรูปภาพ เสียงหรือการถ่ายวิดีโอ หรือภาพนิ่ง หรือ Caption ไว้พร้อมที่จะใช้งาน สร้างไว้เป็นแฟ้มๆ

จัดการนำ Courseware เข้าในโปรแกรม (Coding) ด้วยความประณีต และด้วยทักษะที่ดี ทำการ Edit ภาพ เสียง VDO ให้เรียบร้อยสมบูรณ์ ซึ่งจะได้อบบทเรียน (วิชา) บนคอมพิวเตอร์ตามที่ ต้องการ (Subject) IMMCI Software)

5. การประเมินผล (Evaluation)

การตรวจสอบคุณภาพ (Quality Evaluation) ของ Package จัดการให้คณะผู้เชี่ยวชาญทาง IMMCI ตรวจสอบคุณภาพของ Package ปรับปรุงให้สมบูรณ์

ทำการทดลองการดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพ ด้วยกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย จำนวน ไม่เกิน 10 คน ทำการปรับปรุง และนำผลมากำหนดกลวิธีการหาประสิทธิภาพจริงต่อไป

ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ (Efficiency E_1/E_2) ของ Package และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) จากกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายไม่น้อยกว่า 30 คน หากได้ผลตามเป้าหมายที่ต้องการเป็นอันใช้ได้

จัดทำคู่มือการใช้ (User Manual Package หรือ Package Instruction) ควรประกอบด้วย หัวเรื่องคั้งนี้ บทนำ อุปกรณ์ที่ใช้ งาน การกำหนดหน้าจอโมนิเตอร์ การเริ่มเข้าบทเรียน เป้าหมายของบทเรียน ข้อมูลเสริมที่สำคัญ ข้อควรระวังข้อมูลผู้พัฒนาบทเรียน และวันที่เผยแพร่

เมื่อพิจารณาตามขั้นตอนของการออกแบบระบบการสอนทั้ง 5 ขั้นตอน สอดคล้องกับ ขั้นตอนการออกแบบการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ อเลสซีส และทอลลิป (Alessi and Trollip, 1991) ซึ่งมี 7 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1: ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)

- กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives)
- เก็บข้อมูล (Collect Resources)
- เนื้อหาที่เรียน (Learn Content)
- การนำเสนอความคิดปฏิบัติ (Generate)

ขั้นตอนที่ 2: ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

- การแยกแยะความคิด (Elimination of Ideas)
- วิเคราะห์งานและมโนทัศน์ (Task and Concept Analysis)
- ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Preliminary Lesson Description)
- ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evaluation and revision of the design)

ขั้นตอนที่ 3: ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)

ขั้นตอนที่ 4: ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)

ขั้นตอนที่ 5: ขั้นตอนการสร้าง/เขียน โปรแกรม (Program Lesson)

ขั้นตอนที่ 6: ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบการเรียน (Produce Supporting Materials)

ขั้นตอนที่ 7: ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

2.3.3 การวางแผนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอน

เมื่อเราได้ศึกษาขั้นตอนกระบวนการในการออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอนมาตามลำดับ การวางแผนบทเรียนจะเป็นขั้นตอนที่จะต้องกำหนดลำดับขั้นและเงื่อนไขที่จำเป็นจะต้องกำหนดหรือควรจะมีในบทเรียนที่เราสร้างขึ้น สำหรับผู้ออกแบบที่เป็นนักคอมพิวเตอร์จะมีปัญหาในเรื่องขององค์ประกอบสำหรับบทเรียนและเนื้อหาที่จะนำมาใช้สำหรับผู้ออกแบบที่เป็นผู้สอนหรือครูอาจารย์ก็จะมีปัญหาว่าองค์ประกอบหรือบทเรียนจะสร้างหรือทำได้หรือไม่ ภายในสื่อที่เป็นคอมพิวเตอร์ การวางแผนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอนจะได้กำหนดองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็น โดยเฉพาะสำหรับการออกแบบบทเรียนซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี

คำแนะนำสำหรับผู้สร้างและออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอน จะมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน คำนึงเสมอได้เสนอแนะหลักการในการวางแผนบทเรียนที่จะใช้สำหรับสื่อคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วย

1. บทนำ เป็นการบอกชื่อเรื่องที่ต้องการทำ ใครคือผู้จัดทำและเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเว็บช่วยสอนที่จะทำโดยสรุปประมาณ 5-10 บรรทัด
2. ความมุ่งหมาย เป็นการอธิบายให้กับผู้ใช้ได้รู้ถึงความมุ่งหมายของผู้จัดทำ เช่น การเป็นสื่อเสริมสำหรับวิชา หรือการเป็นสื่อหลักสำหรับการเรียนรู้แทนครูผู้สอน ช่วงชั้นการเรียนรู้
3. หลักการ เป็นการบอกวิธีการของการจัดทำเพื่อให้ผู้ใช้ได้ทราบว่า บทเรียนจัดทำขึ้นโดยอาศัยหลักการพื้นฐานใด เช่น หลักการพื้นฐานทางการศึกษา ปรัชญาการศึกษาของผู้จัดทำ จิตวิทยาที่ใช้ในการออกแบบ การเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
4. กลุ่มเป้าหมาย เป็นการบอกถึงกลุ่มผู้ที่จะใช้สื่อว่าเป็นใคร เช่น ผลิตขึ้นสำหรับนักเรียน นักศึกษาระดับชั้นใด ช่วงอายุ หรือสำหรับครูอาจารย์นำไปประกอบการสอน
5. ความรู้ที่ควรจะมีมาก่อน เป็นเรื่องจำเป็นสำหรับบทเรียนบางรายวิชาที่จะต้องอาศัยพื้นฐานของผู้เรียนที่จะมีมาก่อน เป็นเรื่องจำเป็นสำหรับบทเรียนบางรายวิชาที่จะต้องอาศัยพื้นฐานของผู้เรียนที่จะเข้ามาใช้ เช่น บทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับ ป. 5 ภาคเรียนที่ 2 ก็ควรจะเรียนผ่านพื้นฐานคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 มาแล้ว การวัดความรู้ที่ควรมีมาก่อนนิยมใช้แบบทดสอบก่อนการเรียน

6. วัตถุประสงค์ เป็นการบอกถึงวัตถุประสงค์เฉพาะเจาะจงของบทเรียน เช่น วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นต้องการให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องใดโดยเฉพาะและเมื่อจบบทเรียนจะต้องมีความรู้ความสามารถระดับใด

7. แผนการสอน เป็นการกำหนดรายละเอียดเนื้อหา และช่วงเวลาภายในบทเรียนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนหรือผู้สอนได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมีเนื้อหา รายละเอียดอย่างไร ใช้เวลาในการเรียนรู้เท่าใดในแต่ละเรื่อง

8. เนื้อหาสาระเป็นส่วนที่บรรจุเนื้อหาของบทเรียนวิธีการสอนกิจกรรม และสาระสำคัญต่างๆ ที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้หรือผู้สอนจะต้องจัดให้ภายในบทเรียน เนื้อหาถูกต้อง ความยากง่ายเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และระดับชั้นของผู้เรียน

9. เครื่องมือและอุปกรณ์เป็นส่วนที่บอกความต้องการจำเป็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนหรือเว็บช่วยสอนว่า จำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ระดับใดเพื่อให้สามารถทำงานได้ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระดับใด หรือเว็บช่วยสอนเหมาะสมที่จะแสดงผลด้วยเบราว์เซอร์ของบริษัทรุ่นไหน

10. การวัดและประเมินผล เป็นส่วนสำคัญของการออกแบบบทเรียนที่จะต้องมีการวัดและประเมินผลการเรียนของผู้เรียนในรูปแบบต่างๆ เช่น แบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดระหว่างเรียน แบบประเมินผล ข้อสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น ซึ่งสามารถออกแบบไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเว็บช่วยสอนได้

2.3.4 องค์ประกอบของการออกแบบเว็บไซต์อย่างมีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบต่อไปนี้ถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญของเว็บไซต์ที่ได้รับการออกแบบมาอย่างมีประสิทธิภาพ

1. ความเรียบง่ายไม่ซับซ้อน ทำให้ใช้งานง่าย สะดวก เป็นการสื่อสารเนื้อหากับการนำเสนอให้เหลือเฉพาะสิ่งที่จำเป็นเท่านั้น

2. ความสม่ำเสมอ การใช้รูปแบบของหน้า สไตล์ของกราฟิก ระบบเนวิเกชัน และโทนสี ที่ควรจะมีคล้ายคลึงกันตลอดทั้งเว็บไซต์

3. ความเป็นเอกลักษณ์การออกแบบต้องคำนึงถึงลักษณะขององค์กร เนื้อหา เช่น การออกแบบเว็บไซต์ของธนาคารไม่ควรจะดูเหมือนกันสวนสนุก การใช้ชุดสี ชนิดตัวอักษรรูปภาพกราฟิก จะมีผลต่อรูปแบบของเว็บไซต์อย่างมาก ผู้ออกแบบจึงต้องเลือกใช้องค์ประกอบเหล่านี้ อย่างเหมาะสม

4. เนื้อหาที่มีประโยชน์ ถือเป็นสิ่งสำคัญที่สุดคั้งนั้น ในเว็บไซต์ควรจัดเตรียมเนื้อหา และข้อมูลที่ต้องการอย่างสมบูรณ์ถูกต้องโดยต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมให้ทันต่อเหตุการณ์อยู่เสมอ

5. ระบบเนวิเกชันที่ใช้งานง่าย ระบบเนวิเกชันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากของเว็บไซต์ คุณจึงต้องออกแบบให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่ายและใช้งานสะดวก โดยใช้กราฟิกที่สื่อความหมายร่วมกับคำอธิบายที่ชัดเจน รวมทั้งมีรูปแบบและลำดับรายการที่สม่ำเสมอ เช่น วางในตำแหน่งเดียวกันของทุก ๆ หน้า นอกจากนี้ถ้าเนวิเกชันแบบกราฟิกในส่วนของหน้าแล้ว อาจเพิ่มเนวิเกชันที่เป็นตัวอักษรไว้ตอนท้ายของหน้าเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้

2.3.5 การออกแบบเว็บไซต์ เวิลด์ไวด์เว็บประกอบด้วยหน้าเอกสารจำนวนมาก และหน้าเอกสารเหล่านี้จะมีการเชื่อมโยงกันเพื่อให้ผู้อ่านสามารถอ่านได้ในเวลาอันรวดเร็ว เอกสารที่มีความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกันเหล่านี้จะรวมกัน เรียกว่า "เว็บไซต์"

การสร้างเว็บไซต์สิ่งหนึ่งที่สำคัญก่อนที่จะลงมือสร้างเว็บไซต์จริง ก็คือ การออกแบบเว็บไซต์ ซึ่งหลักการออกแบบเว็บไซต์มีดังนี้ (กิดานันท์ กิทอง. 2542 :8)

1. การวางแผนล่วงหน้า
2. รวบรวมจัดระเบียบ
3. การนำทาง
4. เกณฑ์มาตรฐาน
5. ผู้อ่าน

1. การวางแผนล่วงหน้า เพื่อจัดขั้นตอนในการทำงานและเป็นแนวทางในการดำเนินงาน ดังนั้นก่อนทำเว็บไซต์ก็ควรมีการวางแผนในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. สร้างเค้าโครง การเขียนเค้าโครงจะช่วยให้ผู้ออกแบบเห็นส่วนต่าง ๆ ได้ อย่างชัดเจน และช่วยให้สามารถรวบรวมจัดระเบียบโครงสร้างต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว และเพื่อช่วยให้มุมมองภาพรวมได้อย่างรวดเร็วและช่วยให้ระลึกถึงเนื้อหาและโครงสร้างของเว็บไซต์ได้เป็นอย่างดี

2. เก็บรวบรวมวัสดุ นักออกแบบจะต้องจัดเตรียมเก็บรวบรวมเนื้อหาต่าง ๆ ให้เรียบร้อยก่อนเริ่มทำงานจริง ซึ่งขึ้นอยู่กับเค้าโครงที่วางไว้

3. เก็บแฟ้มต้นฉบับ เพิ่มข้อมูลต่าง ๆ ควรเก็บไว้เป็นไฟล์เคอร์รี่ออฟแฟ้มต้นฉบับโดยอยู่ภายในไฟล์เคอร์รี่ใหญ่ การแยกเก็บแฟ้มต้นฉบับเป็นสิ่งสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพิ่มภาพ เพราะภายหลังต้องการเปลี่ยนข้อมูลบางอย่างก็สามารถเปลี่ยนจากต้นฉบับได้

2. รวบรวมจัดระเบียบ เมื่อวางแผนล่วงหน้าเสร็จแล้ว สิ่งแรกก่อนที่จะสร้างเว็บไซต์ จำเป็นต้องทำการจัดระเบียบเพื่อความสะดวกในการทำงาน

1. รวบรวมแฟ้ม การรวบรวมแฟ้มข้อมูลควรจัดเก็บรวมไว้ในไฟล์เคอร์รี่ใหญ่
2. แบ่งเว็บไซต์ โดยทั่วไปแบ่งเว็บไซต์ออกเป็น 3-7 ส่วน โดยแต่ละส่วนจะเกี่ยวกับกิจกรรมแต่ละอย่าง

3. ตัวเลือก ไม่ควรให้ผู้อ่านมีตัวเลือกมากเกินไปในแต่ละครั้ง โดยอย่าใส่ส่วนเชื่อมโยงของทั้งเว็บไซต์ลงไปในหน้าเดียวกัน ทั้งนี้เพราะถ้าผู้อ่านเปิดเข้ามาแล้วพบปุ่มมากมายอาจไม่ทราบถึงแก่นแท้ของเรื่องที่ต้องการดูและเกิดความสับสนจนอาจจะผ่านหน้านั้นไปเลยก็ได้ ทางที่ดีควรจะสร้างลำดับชั้นของเรื่องราวและเสนอแต่เพียงลำดับแรกในหน้าโฮมเพจ

4. จัดลำดับชั้นของเนื้อหา ในการสร้างเว็บไซต์ไม่ควรให้ผู้อ่านไปไกลเกินกว่าที่จะพบสิ่งที่ต้องการ โดยอย่าให้ผู้อ่านคลิกผ่านมากมายหลายหน้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง เพราะการไปไกลเท่าใดก็ยิ่งทำให้ผู้อ่านหลงทางได้

3. การนำทาง การออกแบบเครื่องมือนำทางให้การใช้เว็บไซต์เป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็วและไม่เกิดการหลงทางเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะเป็นประโยชน์ในการให้ผู้อ่านเข้าถึงข้อมูลได้รวดเร็วและเป็นสิ่งดึงดูดใจไม่ให้ผู้อ่านเกิดความเบื่อหน่าย

1. เครื่องมือนำทาง ถ้าเว็บไซต์ไม่มีเนื้อหาส่วนต่างๆมากนัก ก็ควรทำเครื่องมือนำทางให้เป็นกราฟิก ถ้าเว็บไซต์นั้นมีส่วนต่างๆ แยกกันอยู่ จะเป็นการดีถ้าใช้เครื่องมือนำทางที่มีข้อความในการเชื่อมโยง

2. ข้อความเชื่อมโยง การใช้เครื่องมือนำทางแบบนี้ช่วยให้ผู้อ่านทั้งหมดสามารถเข้าถึงได้ง่ายกว่า และสะดวกรวดเร็วกว่าด้วย

3. แถบเครื่องมือนำทางขนาดเล็ก เนื่องจากแถบเครื่องมือนั้นอาจจะต้องปรากฏอยู่ในเกือบทุกหน้าของเว็บไซต์ จึงควรจะทำแถบที่สวยงาม ใช้งานได้ดี และมีความสมบูรณ์ในตัว

4. เกณฑ์มาตรฐาน การออกแบบที่ดีควรมีเกณฑ์มาตรฐานของสิ่งต่างๆ อยู่ในโครงสร้าง เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนแก่ผู้ออกแบบและผู้อ่านด้วย ดังนั้นจึงคำนึงถึงเกณฑ์ต่างๆ ดังนี้

1. ความคงตัว ควรสร้างกฎความคงตัว ทั้งเว็บไซต์เนื่องจากความคงตัวนับเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบ และสำคัญมากที่สุดในการออกแบบเว็บไซต์ ทั้งนี้ เพราะการคลิกเมาส์ครั้งหนึ่งสามารถส่งผู้อ่านไปยังเว็บไซต์ใหม่ได้ทุกขณะ ดังนั้นรูปแบบที่ตรงกันทั้งเว็บไซต์จะเป็นตัวชี้แนะที่มองเห็นได้อย่างสำคัญที่สุดที่ทำให้ผู้อ่านทราบว่ากำลังอยู่ในเว็บไซต์เดียวกัน

2. แบบเส้นแนว แม้ความคงตัวจะเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบเว็บไซต์ก็ตาม แต่บางครั้งอาจต้องการสร้างความเปรียบต่างในระหว่างส่วนอื่นๆ เพื่อให้ผู้อ่านสังเกตเห็นได้ว่าเป็นส่วนเนื้อหาที่แตกต่างกันและตนเองกำลังอยู่ในเนื้อหาใด

3. กำหนดความกว้างมาตรฐาน ผู้ออกแบบควรตัดสินใจให้ได้ว่าจะใช้ความกว้างรูปภาพเท่าใดในเว็บไซต์นั้นก่อนที่จะเริ่มการออกแบบ

5. ผู้อ่าน เนื่องจากเว็บไซต์เป็นสิ่งทุกคนเข้าถึงได้โดยไม่มีขีดจำกัดจากส่วนต่างๆ ของโลก ผู้อ่านที่เข้ามาในเว็บไซต์จึงมีความแตกต่างทำให้เป็นการยากที่จะให้ถูกใจทุกคน แต่

ถ้านักออกแบบคำนึงถึงแนวทางบางประการเกี่ยวกับผู้อ่านแล้ว ย่อมจะออกแบบเว็บไซต์นั้นให้เป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านได้ โดยคำนึงถึงสิ่งต่างๆ เหล่านี้

1. ลักษณะผู้อ่าน ถ้าเว็บไซต์นั้นสร้างขึ้นเพื่อความสนุกสนานเพลิดเพลินแล้ว ย่อมเปิดโอกาสให้ผู้อ่านโดยทั่วไปเข้ามาสำรวจได้โดยไม่มีขีดจำกัด แต่ถ้าเป็นเว็บไซต์ที่มีจุดมุ่งหมายเฉพาะแล้วย่อมต้องมุ่งสนองต่อกลุ่มผู้อ่านเฉพาะกลุ่ม ถ้านักออกแบบสามารถกำหนดให้เว็บไซต์เป็นไปตามจุดมุ่งหมายและสามารถระบุกลุ่มผู้อ่านได้มากเท่าใดเว็บไซต์นั้น จะเสนอสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามประสิทธิผลที่ต้องการ ได้มากขึ้น

2. ข้อมูลป้อนกลับ การให้ผู้อ่านส่งข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับเว็บไซต์มาในทันที ทำให้ทราบว่าผู้อ่านมีความคิดเห็นเกี่ยวกับเว็บไซต์อย่างไร โดยอาจจะส่งความคิดเห็นกลับมาทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Mail)

2.3.6 เทคนิควิธีเกี่ยวกับการออกแบบเว็บไซต์และเว็บช่วยสอน

การออกแบบเว็บไซต์ มีเทคนิคดังนี้

1. ตัวอักษร และสีพื้นหลัง

กิดานันท์ มลิทอง (2542 : 65-66) ได้กล่าวถึงกฎเกณฑ์ต่างๆ ในการเลือกใช้ตัวอักษรบนเว็บไซต์ไว้ 2 ประการ

1.1) ความอ่านได้ หมายถึง การที่สามารถอ่านข้อความที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในเว็บไซต์ได้อย่างสบายตา ถ้าเป็นตัวอักษรภาษาไทย ควรใช้ตัวอักษรแบบมีหัว หรือในภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวอักษรแบบเซอริฟ (Serif) คือ ตัวอักษรที่มีขีดบนเส้นหางจะทำให้สามารถอ่านได้มากที่สุด นอกจากนี้ ไม่ควรใช้ตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่เกินไป (ไม่ควรใหญ่กว่า 14 พอยต์) และไม่ควรเล็กเกินไป (ไม่ควรเล็กกว่า 10 พอยต์) และไม่ควรถัดข้อความมากๆ ในลักษณะตัวหนา ตัวเอน หรือถ้าเป็นภาษาอังกฤษก็ไม่ควรใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด และถ้าเป็นข้อความสั้นก็ใช้สิ่งเหล่านี้ได้ และหากต้องพิมพ์ข้อความเป็นบรรทัดยาวๆ ควรหลีกเลี่ยงการพิมพ์ข้อความตั้งแต่ส่วนซ้ายไปจรดส่วนขวาของจอภาพ ข้อความที่เป็นบรรทัดยาวๆ จะเป็นการยากสำหรับผู้อ่านในการหาจุดเริ่มต้นของบรรทัดต่อไปลักษณะการใช้สีตัวอักษรกับพื้นหลังที่จะทำให้อ่านได้ สิ่งที่ดีที่สุดก็คือตัวพิมพ์สีดำบนพื้นหลังสีขาว แต่สีที่มีความเปรียบต่างอื่นๆ ก็สามารถใช้ได้ดีในลักษณะของการใช้สีตัวอักษรสีอ่อนบนพื้นหลังสีเข้ม หรือการใช้ตัวอักษรสีเข้มบนพื้นหลังสีอ่อน เป็นต้น

1.2) ความอ่านง่าย หมายถึง ข้อความสั้นๆ ที่แปลกแตกต่างจากข้อความที่เป็นเนื้อเรื่อง เช่น หัวเรื่อง ชื่อปุ่มนำทางต่างๆ ข้อความเหล่านั้นจะสังเกตเห็นและอ่านได้ง่ายเพียงใดบนเว็บไซต์ ถ้าเป็นตัวพิมพ์ภาษาไทยควรใช้ตัวพิมพ์แบบไม่มีหัว หรือในภาษาอังกฤษใช้ตัวพิมพ์แบบแซนเซอริฟ (Sans Serif) คือตัวพิมพ์แบบไม่มีขีดบนเส้นหาง และควรหลีกเลี่ยงการใช้ตัวอักษรแบบเล่นหาง ตัวอักษรที่มีลักษณะเป็นตัวอักษรโบราณ

2.4 การประเมินผลบทเรียน

ขั้นตอนการประเมินผลเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาบทเรียน จะต้องทำต่อจากขั้นตอนการพัฒนาเนื้อหาสู่โปรแกรม นับเป็นพื้นฐานที่สำคัญและเป็นขั้นตอนที่ขาดไม่ได้ ในกระบวนการวิจัยเชิงพัฒนาสื่อการศึกษาที่ถูกต้อง ซึ่งจะกล่าวถึงกระบวนการในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ซึ่งภายในกระบวนการนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การหาคุณภาพมัลติมีเดีย การหาประสิทธิภาพบทเรียน และประสิทธิผลการเรียนรู้ (ไพโรจน์ ศิริธรรณา กุล. 2546 : 197-214)

2.4.1 การตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน

การตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียนที่สร้างเสร็จแล้วมี 2 ด้าน คือ

1. ตรวจสอบคุณภาพด้านสื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย และนักเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือเทียบเท่า

2. ตรวจสอบคุณภาพทางด้านเนื้อหาบทเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียนนี้ มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อตรวจสอบคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างเสร็จ ซึ่งจะเน้นการตรวจสอบตัวบทเรียนที่แสดงบนคอมพิวเตอร์ หรือ Computer Instruction Package ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบคุณภาพของสื่อ การนำเสนอหน้าจอ ความสมบูรณ์ในด้านการเชื่อมโยงเนื้อหาและเทคนิคต่าง ๆ เช่น ลักษณะปฏิสัมพันธ์ของบทเรียน เป็นต้น

2.4.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย เป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญในการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียทางการศึกษา มีหน้าที่ในการให้คำปรึกษาทางการผลิตกับเจ้าหน้าที่เทคนิค รวมทั้งมีหน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพของสื่อ และเทคนิคในการทำ

นอกจากการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียนด้านดังกล่าวแล้ว จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาอีกครั้ง เนื่องจากในการจัดลงโปรแกรมอาจมีความคลาดเคลื่อนจากสิ่งที่เข้าใจไม่ตรงกัน ดังนั้น เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น จึงต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของการนำเสนอเนื้อหา ความถูกต้องของสื่อประกอบเนื้อหาต่างๆ ที่นำมาใช้ในหน่วยการเรียน รวมทั้งการตรวจสอบความถูกต้องอื่นๆ ซึ่งอาจจะเกิดจากความผิดพลาดในขณะเขียนโปรแกรม

จะเห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา มีบทบาทสำคัญมากในการผลิตบทเรียน เพราะจะต้องดูแลการผลิตในด้านเนื้อหาอย่างใกล้ชิด ตั้งแต่ขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหาจนกระทั่งผลิตออกมาเป็นบทเรียน ซึ่งสิ่งนี้จะทำให้มั่นใจได้ว่าบทเรียนที่พัฒนามีความถูกต้อง

2.4.1.2 เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน

โดยปกติแล้วในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน จะต้องมีเกณฑ์ที่เชื่อถือได้ ทั้งนี้เพื่อให้มีเกณฑ์ในการพิจารณาที่เป็นเกณฑ์เดียวกัน ในเนื้อหานี้จึงขอเสนอเกณฑ์หัวข้อหลัก ๆ ที่ควรคำนึงถึงในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน

เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน โดยการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 2 ด้าน คือ

1. การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
2. การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย

(1) การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ในการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ได้แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. เกณฑ์ตรวจสอบเนื้อหา
 - 1.1 ความถูกต้องของการนำเสนอเนื้อหาบนหน้าจอ
 - ตรวจสอบเนื้อหาบนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอนที่ออกแบบไว้
 - มีวิธีการลำดับการนำเสนอเนื้อหาบนหน้าจอเหมาะสมกับการเรียนรู้
 - 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอโดยสื่อที่เหมาะสม
 - ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อกราฟิก
 - ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อภาพนิ่ง
 - ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อเสียง
 - ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อภาพเคลื่อนไหว
 - ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อวีดิทัศน์
 - 1.3 ความถูกต้องของวิธีการปรากฏสื่อ
 - วิธีการปรากฏสื่อกราฟิกบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
 - วิธีการปรากฏสื่อภาพนิ่งบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
 - วิธีการปรากฏสื่อเสียงบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
 - วิธีการปรากฏสื่อภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
 - วิธีการปรากฏสื่อวีดิทัศน์บนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
2. เกณฑ์ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์
 - 2.1 การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน

- การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
- วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ
- มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด

2.2 การปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด

- การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
- มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
- วิธีการนำเสนอการย้อนกลับสร้างการเรียนรู้เพิ่มขึ้น หรือสร้างความ

เข้าใจให้มากขึ้น

- วิธีการให้ผลย้อนกลับสื่อความหมายได้ชัดเจน

2.3 การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ

- การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
- มีวิธีการแจ้งผลการทดสอบที่เหมาะสมและสื่อความหมายชัดเจน

3. เกณฑ์ตรวจสอบ โครงสร้างของบทเรียน

- โครงสร้างของบทเรียนเป็นไปตามที่ออกแบบไว้
- วิธีการเข้าถึงเนื้อหาง่ายและสะดวก
- การเชื่อมโยงเนื้อหาเหมาะสม เข้าใจง่าย
- ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยง และเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสมกับการเรียน
- การออกจากโปรแกรม

(2) การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย

การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดียได้แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. เกณฑ์พิจารณาการนำเสนอมัลติมีเดีย

1.1 องค์ประกอบของหน้าจอ

- องค์ประกอบในการจัดแบ่งหน้าจอ ได้แก่ ส่วนหัว ส่วนเนื้อหา และส่วนควบคุมหน้าจอ
- องค์ประกอบในการจัดตำแหน่งต่างๆ บนหน้าจอ เช่น ตัวอักษร ภาพ

ควบคุมหน้าจอ

เป็นต้น

1.2 พื้นหลัง (Background)

- สีของพื้นหลังเหมาะสมไม่รบกวนการมอง หรือการอ่านเนื้อหา
- สีของพื้นหลังเหมาะสมไม่ทำลายสายตา
- พื้นหลังเหมาะสมกับกราฟิก ภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว

(แอนิเมชัน) และวีดิทัศน์

- สีของพื้นหลังเหมาะสมกับเนื้อหาที่นำเสนอ

1.3 ตัวอักษร

- ขนาดของหัวข้อแต่ละระดับเหมาะสม
- รูปแบบและขนาดของตัวอักษรที่นำเสนอเนื้อหาสาระ
- สีสีนเหมาะสม
- การอ่านง่าย เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย
- การพิมพ์อักษรถูกต้อง

1.4 ปุ่มต่างๆ

- ขนาดของปุ่มมีความหมาย
- ตำแหน่งที่วางปุ่มมีความเหมาะสม
- ความคงที่ของปุ่ม (ไม่เปลี่ยนตำแหน่งจนสับสน)
- การสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจ ใช้งานง่าย

1.5 การเปลี่ยนหน้าจอ

- การปรับเปลี่ยนหน้าจอต่อเนื่องเหมาะสม
- การปรับเปลี่ยนหน้าจอคงที่ไม่กระโดด หรือไม่เปลี่ยนรูปแบบมากไป
- การปรับเปลี่ยนหน้าจอไม่ทำให้สับสน
- เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสม

1.6 เสียง

- เสียงบรรยายชัดเจนหลักการอ่านถูกต้อง และสื่อความหมายหรือได้

อารมณ์ตามเนื้อหา

- จำนวนเสียงบรรยายเหมาะสม/เพียงพอ
- เสียงดนตรีเหมาะสม
- เสียงประกอบเหมาะสม

1.7 ภาพประกอบ

- ขนาดของภาพมีความเหมาะสม (ขนาดใหญ่-เล็ก)
- การสื่อความหมายของภาพเหมาะสม
- ความชัดเจนของภาพ

1.8 ภาคเคลื่อนไหว

- ความยาว เวลาที่ใช้เหมาะสม
- ขนาดของภาพเหมาะสม (ขนาดใหญ่-เล็ก)
- การให้สีเหมาะสมต่อการมองและมีความชัดเจน
- การสื่อความหมายเหมาะสม

- ความสวยงาม

1.9 วิกิทัศน์

- ความยาว เวลาที่ใช้เหมาะสม
- ขนาดของภาพเหมาะสม (ขนาดใหญ่-เล็ก)
- ความชัดเจน
- การสื่อความหมายเหมาะสม

2. เกณฑ์ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์

2.1 การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน

- มีการแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงปฏิสัมพันธ์ที่ชัดเจนและมีรูปแบบที่แน่นอน
- วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
- สื่อที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
- เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
- มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด

2.2 การปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด

- มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
- วิธีการให้ผลย้อนกลับสื่อความหมายได้ชัดเจน
- สื่อที่ใช้ในการให้ผลย้อนกลับเหมาะสม
- เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม

2.3 การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ

- มีวิธีการแจ้งผลการทดสอบที่เหมาะสม และสื่อความหมายชัดเจน
- สื่อที่ใช้ในการให้ผลย้อนกลับเหมาะสม
- เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสมโครงสร้างบทเรียน
- การเข้าถึงเนื้อหาง่าย
- ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยง และการเปลี่ยนหน้าจอ
- การออกจากโปรแกรมสะดวก
- การให้โอกาสเลือกเรียนต่อจากครั้งก่อนได้

3. โครงสร้างบทเรียน

- การเข้าถึงเนื้อหาง่าย
- ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและการเปลี่ยนหน้าจอ
- การออกจากโปรแกรมสะดวก
- การให้โอกาสเลือกเรียนต่อจากครั้งก่อนได้

สำหรับการประเมินคุณภาพบทเรียน มีขั้นตอนในการดำเนินการโดยการนำบทเรียนที่พัฒนาเสร็จแล้ว พร้อมแบบสอบถามประเมินคุณภาพของบทเรียนที่เป็นปลายเปิดไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 2 ด้านทำการตรวจสอบ และหากเป็นไปได้ให้ควรรออยู่ใกล้ชิด ขณะที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อรับฟังคำแนะนำต่าง ๆ และเมื่อได้รับการตรวจสอบแล้วมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไข ก็ทำการปรับปรุงแก้ไข และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญท่านนั้นตรวจสอบอีกครั้ง เมื่อผ่านการพิจารณาแล้วก็ให้ผู้เชี่ยวชาญท่านนั้น ลงลายเซ็นกำกับไว้ เพื่อแสดงว่าผู้เชี่ยวชาญท่านนั้นรับรองคุณภาพของบทเรียนแล้ว ก็จะได้ บทเรียนที่สมบูรณ์พร้อมจะนำไปทดลองหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อไป

2.4.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

2.4.2.1 การทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน

หลังจากการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นแล้ว จึงนำไปทดลองให้ผู้เรียน ศึกษารายบุคคลเพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียน และนำข้อมูลนั้นมาปรับปรุงแก้ไขให้ สมบูรณ์ก่อนไปทดลองจริง ซึ่งเป็นการทดลองหาประสิทธิภาพเพื่อหาอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้น โดย การทำการจดบันทึกข้อมูลนั้น และนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปทดลองจริง

ขั้นตอนการทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ มีวิธีการดำเนินการดังนี้

1. คัดเลือกนักศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมายประมาณ 10 คน เพื่อทำการทดสอบหา ประสิทธิภาพ โดยเลือกกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน คละกัน
2. ให้แต่ละคนศึกษาคู่มือนักเรียน และทำการเรียนจากบทเรียนที่พัฒนาขึ้นเป็น รายบุคคล
3. ในระหว่างเรียนหากผู้เรียนเกิดความสงสัย อนุญาตให้ยกมือถามได้ และผู้ผลิต ทำการจดบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้น
4. ผู้ผลิตทำการสังเกตปัญหา ที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างทดลอง และจดบันทึก เป็นข้อมูล
5. นำข้อมูลที่จดบันทึกไปปรับปรุงแก้ไข ขั้นตอนการทดลอง และกระบวนการ ต่างๆ ให้ถูกต้อง

2.4.2.2 การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน เป็นการทดสอบบทเรียนที่พัฒนาขึ้นกับนักศึกษาที่เป็น ตัวแทนของประชากร โดยนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลอง โดยเกณฑ์ของประสิทธิภาพของ บทเรียนที่สร้างขึ้น สามารถกำหนดค่าออกมาเป็นตัวเลขที่จะใช้เป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมในระดับที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นประสิทธิภาพจากผลการทดสอบ ของผู้เรียนระหว่างกระบวนการเรียน ซึ่งเป็นผลเฉลี่ยเมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนต่อ

ประสิทธิภาพของผลการทดสอบของผู้เรียน เมื่อเรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้ โดยเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพใช้สัญลักษณ์ E_1/E_2

E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการเรียนโดยเฉลี่ย จากคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพจากการทดสอบหลังเรียน (Post-test) เมื่อเรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้

สูตรการหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2542 : 491) มีดังนี้

$$\text{เมื่อ } E_1 = \frac{\sum X/n}{A} \times 100 \quad (2.1)$$

$$E_2 = \frac{\sum F/n}{B} \times 100 \quad (2.2)$$

เมื่อ	E_1	คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	E_2	คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X$	คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบก่อนเรียน
	$\sum F$	คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน
	A	คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน
	B	คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	คือ จำนวนผู้เรียน

เมื่อได้ค่าประสิทธิภาพออกมาเป็นตัวเลขแล้ว บางครั้งค่าที่คำนวณออกมาก็มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ก็มีหลายครั้งที่คำนวณได้เกณฑ์น้อยกว่าที่ตั้งไว้ การยอมรับประสิทธิภาพ จะกำหนดค่าความแปรปรวนไว้ $\pm 2.5\%$ เป็นระดับที่เหมาะสม นั่นคือประสิทธิภาพ ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 2.5% จึงยอมรับว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2.5%	ถือว่าสูงกว่าเกณฑ์
มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5%	ถือว่าเท่าเกณฑ์ที่กำหนด
น้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2.5%	ถือว่าต่ำกว่าเกณฑ์ แต่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้
น้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ $> 2.5\%$	ถือว่าต่ำกว่าเกณฑ์ ใช้ไม่ได้

2.4.3 การดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลการเรียน การดำเนินการหาประสิทธิภาพและประสิทธิผล มีขั้นตอนการดำเนินการที่ละขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการก่อนการทดสอบ เป็นการจัดเตรียมความพร้อมก่อนที่จะทำการทดลอง โดยการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองให้พร้อม การจัดเตรียมสถานที่ในการทดลอง การนัดวัน เวลา สถานที่ ให้ผู้เรียนทราบ รวมถึงการคัดเลือกกลุ่มผู้เรียน ซึ่งปกติจะใช้จำนวนไม่ต่ำกว่า 30 คน จนกระทั่งถึง 100 คน

2. แนะนำการใช้บทเรียนให้กับผู้เรียน ก่อนที่จะทดลองจะต้องแจ้งรายละเอียดที่สำคัญเกี่ยวกับขั้นตอน และวิธีการเรียนให้นักเรียนทุกคนทราบ รวมทั้งแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองให้ผู้เรียนทราบ เพื่อผู้เรียนจะได้ไม่เกิดความสงสัยหรือเกิดคิดกับการเรียนบทเรียน

3. ให้ผู้เรียนทำการทดสอบก่อนเรียน หลังจากให้ผู้เรียนทราบรายละเอียดดีแล้ว จึงให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยแบบทดสอบนี้ได้ผ่านเกณฑ์พิจารณาความยากง่าย อำนาจจำแนก ตามกระบวนการวัดผลทางการศึกษาแล้ว และจะต้องคู่ขนานกับแบบทดสอบหลังเรียนด้วย

การทดสอบนั้น อาจทำได้ 2 ลักษณะ คือ

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบลงในกระดาษคำตอบ เหมือนกับการสอนโดยปกติ

2. นำแบบทดสอบเขียนลงโปรแกรมแล้วให้ผู้เรียนทำในคอมพิวเตอร์ โดยเขียนโปรแกรมข้อสอบไว้เป็นฐานข้อมูลหรือคลังข้อสอบ โดยจำนวนของข้อสอบจะเป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแต่ละจุดประสงค์ และให้ผู้เรียนทำบนจอคอมพิวเตอร์ เมื่อทำเสร็จจะแสดงผลการทดสอบเลย

นำคะแนนสอบของผู้เรียนมาพิจารณา เพื่อคัดผู้ที่มีความรู้มากออกไป ทั้งนี้เพราะผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหาแล้ว คือ ได้คะแนนตั้งแต่ 20% ขึ้นไป จะทำให้การทดลองไม่ได้ผล ส่วนที่เหลือถือเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ ต้องไม่น้อยกว่า 30 คน นำไปทดลองในขั้นตอนต่อไป

4. ให้ผู้เรียนเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยและทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน ในขั้นนี้ต้องอธิบายการใช้บทเรียนให้ผู้เรียนทราบพอสังเขป พร้อมแนะนำคู่มือการใช้บทเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาหน่วยการเรียนที่กำหนด และเมื่อเรียนจบแล้วก็ทำแบบทดสอบท้ายบทของหน่วยการเรียนนั้น ในการทดลองแต่ละครั้ง ผู้ผลิตควรแจ้งกำหนดเวลาในการศึกษา และเวลาในการทำแบบทดสอบให้ชัดเจน สำหรับระยะห่างของการเรียนในแต่ละหน่วยนั้น ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตที่จะเป็นผู้กำหนด แต่ไม่ควรทำติดกันเกินไป จะต้องมียุ่ระยะห่างของเวลาที่เหมาะสม

เมื่อได้ผลการทดสอบแล้วก็หาประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยไว้ ทำการทดลองจนครบทั้งหมด นำประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยมาหาค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย ซึ่งจะเป็นค่าประสิทธิภาพ E1

5. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เมื่อเรียนจนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน Post-test วิธีการสอบเหมือนกับการทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณประสิทธิภาพ จะได้ค่า E_2 ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพหลังเรียน

6. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์สรุปผล นำผลการทดสอบท้ายหน่วยของแต่ละหน่วย และแบบทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน E_1/E_2 และนำผลการทดสอบก่อนเรียน และผลการทดสอบหลังเรียนมาคำนวณหาประสิทธิภาพทางการเรียน

หากผลที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือสูงกว่า ถือว่าบทเรียนนี้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางการเรียน สามารถนำไปใช้ได้ แต่หากไม่ผ่านเกณฑ์ จะต้องทำการปรับปรุงบทเรียนนั้น โดยพิจารณาองค์ประกอบหลายๆ องค์ประกอบ เช่น คะแนนท้ายหน่วยการเรียนรู้ใดที่มีค่าน้อยมาก ก็นำหน่วยการเรียนรู้นั้นไปปรับปรุงแล้วทดลองใหม่ จนกว่าจะได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อทำได้แล้วก็ถือว่าการผลิตบทเรียนมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ เป็นบทเรียนที่ผู้เรียนใช้ศึกษาด้วยตนเองได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

กนกวรรณ จิตรธร (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย การสร้างเว็บเพจ เรื่อง คอมพิวเตอร์ทางการศึกษา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการศึกษา ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2544 สถาบันราชภัฏนครราชสีมา จำนวน 54 คน พบว่า เว็บเพจ เรื่อง คอมพิวเตอร์ทางการศึกษา มีประสิทธิภาพ 82.09/82.34 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยเว็บเพจหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมลรัตน์ สมใจ (2546 : 93) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การทำงานในระบบคอมพิวเตอร์ สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ บุรีรัมย์ 2543 ระดับปริญญาตรี 2 ปี (หลังอนุปริญญา) ภาควิชาศึกษาศาสตร์ จำนวน 30 คน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.40/83.67 ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป

นฤมล รอดเนียม (2546 : 93) ได้ทำการวิจัยบทเรียน การสอนผ่านเว็บ เรื่องอินเทอร์เน็ต ได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง สาขาวิชาพลศึกษา ชั้นปี

ที่ 1 ปีการศึกษา 2545 วิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดชุมพร จำนวน 30 คน พบว่าบทเรียนการสอนผ่านเว็บมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.40/85.11 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ และบทเรียนการสอนผ่านเว็บมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป

บุญเรือง เนียมหอม (2540 : 201-202) ได้ศึกษาถึงการพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา พบว่า

1. ในสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน พบว่าการจัดการเรียนการสอนเน้นกิจกรรมและบริการอินเทอร์เน็ต ผู้สอนเป็นผู้ควบคุม ตรวจสอบ ติดตามการเรียนของผู้เรียน และเตรียมความพร้อมด้านทรัพยากรสนับสนุนการเรียนทางอินเทอร์เน็ต มีการใช้ประโยชน์อิเล็กทรอนิกส์ และเว็ลด์ไวค์เว็บในการเรียนการสอนมากที่สุด ใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามทัศนะนักจิตวิทยาพฤติกรรมนิยม การเรียนแบบร่วมมือ การเรียนรู้ด้วยตนเอง ในเว็บไซต์ ประกอบด้วยหน้าโฮมเพจ เว็บประกาศข่าว ประมวลรายวิชา กิจกรรมการเรียนการสอนและเว็บเพจ

2. ระบบการเรียนการสอนประกอบด้วย 12 ขั้นตอนได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรายวิชา การวิเคราะห์ผู้เรียน การออกแบบเนื้อหาวิชา การกำหนดวิธีเรียน และกิจกรรมการเรียนการสอน การเตรียมความพร้อมสิ่งแวดล้อมการเรียนทางอินเทอร์เน็ต การกำหนดคุณสมบัติผู้สอน เตรียมความพร้อมผู้สอน การดำเนินการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมบริการของอินเทอร์เน็ต การสร้างเสริมทักษะ และกิจกรรมการสนับสนุน การควบคุม ตรวจสอบ และติดตามการเรียน การประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน การประเมินผลการสอน ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการปรับปรุงแก้ไข

3. จากการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนพบว่า อาจารย์ส่วนใหญ่เห็นว่าระบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสม ทุกองค์ประกอบมีความจำเป็น อาจารย์ส่วนใหญ่สามารถนำระบบไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตได้ ปัญหาในการนำไปใช้จริงคือ ความล่าช้าในการรับข้อมูลจากแหล่งทรัพยากรภายนอก และระบบการสื่อสารทางอินเทอร์เน็ต

นงคันุช เพ็ชรรัตน์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ต เรื่องความปลอดภัยของโปรแกรม ได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 39 คน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.88/82.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

ปริศนา ปั่นน้อย (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาระบบปฏิบัติการ เรื่องการจัดการหน่วยความจำ ได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาโปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 ซึ่งกำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 30 คน พบว่า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.33/84.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป

พิเศษ คันติมาลา (2547 : 73) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการออกแบบเว็บไซต์ ได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคาราสุมุทสรวิราช จำนวน 30 คน พบว่าบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพ 86.33/83.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

สมพร สุชะ (2545 : 116) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบของเว็บเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้ผลสรุปว่า

1. รูปแบบเว็บเพจที่พัฒนาขึ้นใน 6 ด้าน ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหา สื่อมัลติมีเดีย การโต้ตอบกับผู้ใช้ ระบบการนำทาง ภาพประกอบ และส่วนสนับสนุนการใช้งานมีความเหมาะสมมาก
2. ความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาจากเว็บเพจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนิสิตระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในระดับต้องการมาก มี 7 เรื่อง ได้แก่ แนะนำเว็บไซต์สำหรับวัยรุ่น โครงการถอดรหัสพันธุกรรมมนุษย์ ผลกระทบต่อสุขภาพจากการใช้คอมพิวเตอร์ แนะนำวิถีคลายเครียด โทรศัพท์ฟรีผ่านเน็ต วิธีเรียนให้ประสบผลสำเร็จ และเส้นทางรถเมย์ไปมหาวิทยาลัยใน กรุงเทพมหานคร
3. ผลการทดสอบความรู้ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอี่ยมพร รอดอ้อม(2546 : 64-65) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคนิคการจัดอาร์ตเวิร์ก ได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสยามบริหารธุรกิจ (SBAC) จำนวน 43 คน พบว่าบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.48/82.52 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

ณัฐพล คชสำโรง (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน วิชาทอผ้า 1 เรื่องกระบวนการผลิตผ้าทอด้วยเครื่องทอผ้าอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิชาอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตร 4 ปี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ที่เคยผ่านการเรียนวิชาทอผ้า 1 จำนวน 15 คน พบว่า บทผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.88/83.11 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

ฉัฐพล จันทสร (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องสถิติเพื่อการวิจัย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) ชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน พบว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.43$) และคุณภาพด้านการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.43$) ส่วนประสิทธิภาพเท่ากับ 80.33/78 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Johnson (1997 : 668-669) ได้ศึกษาความสามารถในการใช้ เวิลด์ ไวด์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในรูปแบบบทเรียน พบว่า เวิลด์ ไวด์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นแหล่งทรัพยากรทางความรู้ที่สามารถใช้เพื่อการศึกษา สามารถนำมาออกแบบบทเรียนเพื่อใช้ทบทวนความรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรียกว่า Wtutor ซึ่งผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดและรับผลย้อนกลับได้ทันที ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะพบว่า การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอน จัดได้ว่าเป็นสื่อการสอนที่ดีมีประสิทธิภาพ และช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดีขึ้น อีกทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหว ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และไม่เกิดความเบื่อหน่ายในบทเรียนนั้นๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คิดทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องเทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับพืช เพื่อให้นักเรียนได้มีสื่อการเรียนการสอนไว้สำหรับทบทวนเนื้อหาบทเรียน และยังเป็นแนวทางที่ผู้สอนจะได้นำไปพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเพื่อการพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks รหัสวิชา 03511306 ผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 2 (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 2 ห้องเรียนรวม 94 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 2 (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi Stage Sampling) ซึ่งประกอบไปด้วย การคัดเลือกนักศึกษาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน และวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับสลาก จำนวน 30 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในที่นี้ หมายถึง การพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 โดยผู้วิจัยแบ่งการสร้างเครื่องมือออกเป็น 3 ส่วนดังนี้ คือ

3.2.1 บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.2.1 บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และฝึกหัดการใช้โปรแกรมสำหรับการสร้างบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2. ศึกษาหลักสูตร และเนื้อหาเรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks เป็นส่วนหนึ่งของวิชา คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 รหัสวิชา 03511306

3. วิเคราะห์เนื้อหาเป็นหน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยศึกษาเนื้อหา ตลอดทั้งเรื่อง ซึ่งได้แบ่งเนื้อหาเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยที่ 1 แนะนำโปรแกรม SolidWorks

- โปรแกรม SolidWorks
- ข้อพิจารณาในการออกแบบ
- การวางแผนสร้างชิ้นงาน 3 มิติ
- การใช้งาน SolidWorks

หน่วยที่ 2 การเขียนเส้นร่าง

- เส้นร่าง 2 มิติ
- สภาวะต่างๆ ขณะเขียนเส้นร่าง
- ความสัมพันธ์ของเส้นร่าง
- การกำหนดขนาดชิ้นงาน
- การลบมุมเส้นร่าง
- การจับยึดชิ้นงาน

หน่วยที่ 3 การสร้างชิ้นงาน 3 มิติ

- พื้นฐานชิ้นงาน 3 มิติ
- การต่อเติมชิ้นส่วน
- การเจาะรูอัด โนมัติ
- การเลือกชิ้นงานครั้งละหลายชิ้น
- ตัวเลือกกำหนดการแสดงชิ้นงาน
- การเปลี่ยนแปลงขนาดและค่าตัวแปร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายคุณสมบัติโปรแกรม SolidWorks ได้
2. บอกลักษณะการวางแผนการสร้างชิ้นงานได้

3. สามารถเขียนเส้นร่างโดยโปรแกรม SolidWorks ได้
 4. อธิบายสภาวะต่างๆ และความสัมพันธ์ขณะเขียนเส้นร่างได้
 5. สามารถกำหนดขนาดและลบมุมเส้นร่างชิ้นงานได้
 6. อธิบายความหมายของ 3 มิติได้
 7. อธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงานได้
 8. อธิบายวิธีการต่อเติมชิ้นส่วนได้
 9. สามารถเลือกและกำหนดชิ้นงานได้
 10. อธิบายขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงขนาด และค่าตัวแปรได้
4. ออกแบบหน้าจอและร่างบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
 5. สร้างบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver , Adobe Photoshop , Macromedia Flash , PHP และ MySQL

6. นำบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างเสร็จเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบร่างบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อหาข้อบกพร่อง ซึ่งผู้วิจัยจะนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

7. นำบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างเสร็จเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการประเมินหาคุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และขอแนะนำ เพื่อมาปรับปรุงแก้ไข ดังรายนามต่อไปนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. ผศ. ธเนศ ภิรมย์การ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. อาจารย์สุภาภรณ์ บุรีคำ อาจารย์ประจำสาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ดร.จตุรงค์ เถาหะเพ็ญแสน อาจารย์ประจำสาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิได้ทำการประเมินแล้ว ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.63$) และผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรเปลี่ยนชื่อเมฆบทเรียนที่ 1 จากคำว่าแนะนำโปรแกรมให้

เป็นคำแนะนำโปรแกรม SolidWorks และเนื้อหาแต่ละหน้ายาวเกินไปให้แก้ไข โดยเนื้อหาแต่ละหน้าให้มีความยาวพอเหมาะไม่ควรยาวเกินไป

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. คุณจินตนา ทิพย์จักรรัตน์ นักวิจัย สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. คุณภัชริกา คชสำโรง ผู้ช่วยนักวิจัย ศูนย์เทคโนโลยีและอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์แห่งชาติ

3. คุณสรายุทธ์ มีมั่ง Senior Design Officer บริษัท XCON จำกัด

หลังจากผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินแล้ว ผลการวิเคราะห์คุณภาพของการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.77$) และ

ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงส่วนของการเน้นข้อความที่มีความสำคัญของเนื้อหา และการจัดรูปแบบของรูปภาพประกอบเนื้อหา

8. นำบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 2 ที่เคยเรียนเนื้อหาในวิชานี้มาก่อน จำนวน 3 คน ซึ่งมีระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 1 คน โดยได้มาจากการคัดเลือกของอาจารย์ประจำวิชา ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมและสัมภาษณ์นักศึกษา และบันทึกข้อบกพร่องที่ต้องปรับปรุงแก้ไขซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) ตัวอักษรบางตัวสะกดผิด

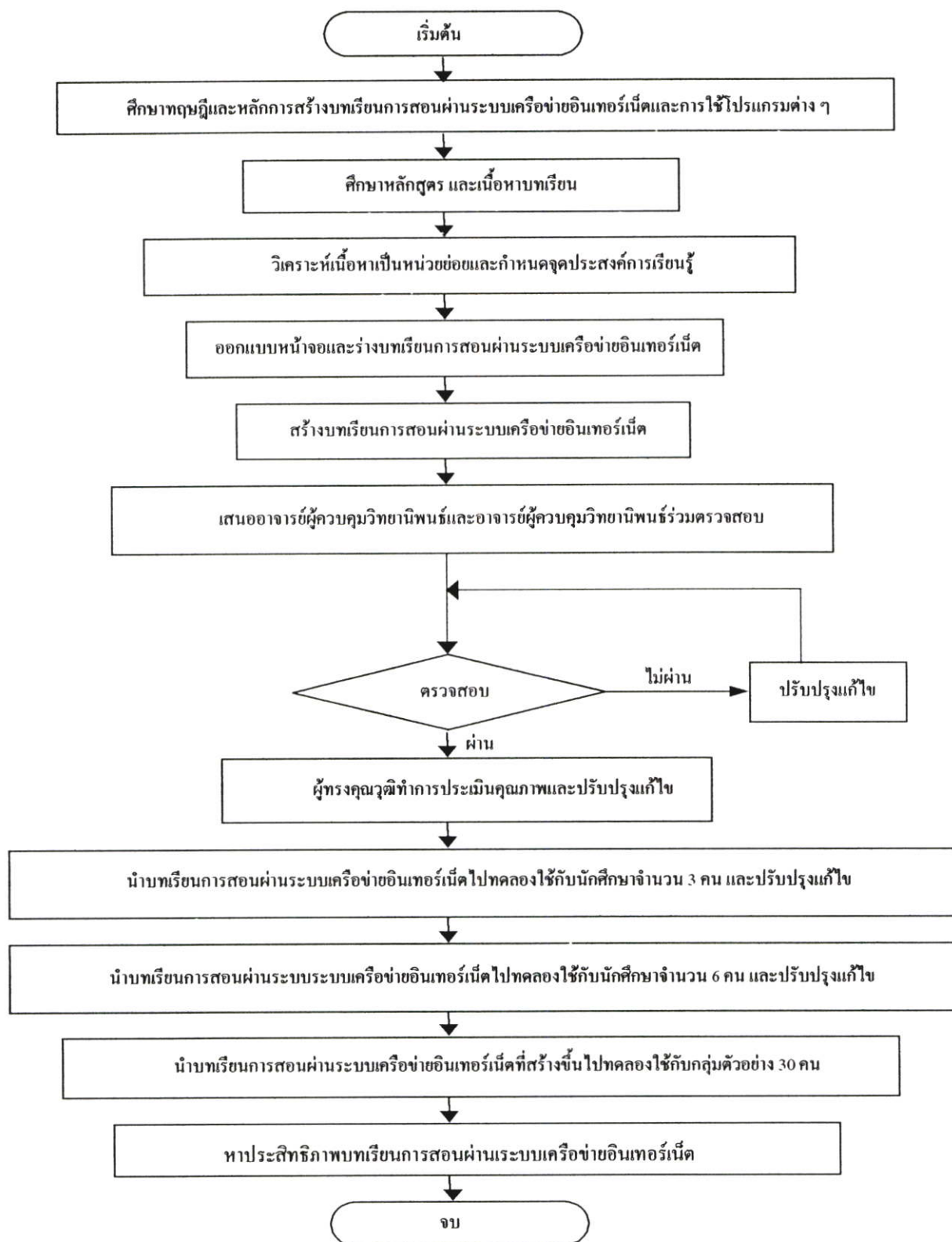
2) การย้อนกลับ สามารถย้อนกลับได้ที่ละหน้า ไม่สามารถข้ามหน้าได้ จึงแก้ไขให้สามารถเลือกได้ว่าต้องการกลับไปสู่หน้าที่ต้องการได้

9. นำบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ได้ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 2 ที่เคยเรียนเนื้อหาในวิชานี้มาก่อน จำนวน 6 คน ซึ่งมีระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 2 คน โดยได้มาจากการคัดเลือกของอาจารย์ประจำวิชา ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมและสัมภาษณ์นักศึกษา และบันทึกข้อบกพร่องที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) รูปภาพกราฟิกประกอบหน้าบทเรียนบางรูปไม่เข้ากับเนื้อหาของบทเรียนให้เอาออก

2) การจัดองค์ประกอบของภาพบางหน้าดูแน่นเกินไป จึงได้แก้ไขโดยการจัดวางองค์ประกอบของภาพใหม่

10. บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้สูตร E_1/E_2 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ไม่ต่ำกว่า 80/80



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างและเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks

จำนวน 42 ข้อ เพื่อสามารถใช้งานได้จริง 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งวัดพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ กำหนดข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน ให้ตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

4. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบ กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน 1 สำหรับแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 สำหรับแบบทดสอบที่แน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะที่ระบุไว้ โดยใช้สูตร (พร้อมพรรณ อุคมสิน. 2528 : 144)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ	IOC	คือ	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	คือ	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด
	N	คือ	จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 42 ข้อ ได้ข้อคำถามซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเกิน 0.5 ทั้งหมด 34 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1 จำนวน 18 ข้อ และมีค่าเท่ากับ 0.67 จำนวน 16 ข้อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอแนะ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำ

นำคะแนนที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินให้ในแต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ยแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบนั้นมีความเที่ยงตรง

5. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ

6. นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้ว จำนวน 34 ข้อ ใ้กับนักศึกษา ที่ผ่านการเรียน เรื่อง พื้นฐานโปรแกรม SolidWorks วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 จำนวน 30 คน

7. นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) มีสูตรดังนี้ สูตรหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2535 : 237)

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L} \quad (3.2)$$

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H} \quad (3.3)$$

เมื่อ p	คือ	ดัชนีความยากง่ายของแบบทดสอบ
r	คือ	ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบ
f_H	คือ	จำนวนจำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
f_L	คือ	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
N_H	คือ	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง
N_L	คือ	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนกที่มีค่า ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จากการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบได้ คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 30 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.2 - 0.7 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 - 0.6

8. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคทฤษฎีทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2535 : 142) มีสูตรดังนี้

$$r_{tt} = \frac{K}{(K-1)} \left\{ \frac{1 - \sum pq}{S^2} \right\} \quad (3.4)$$

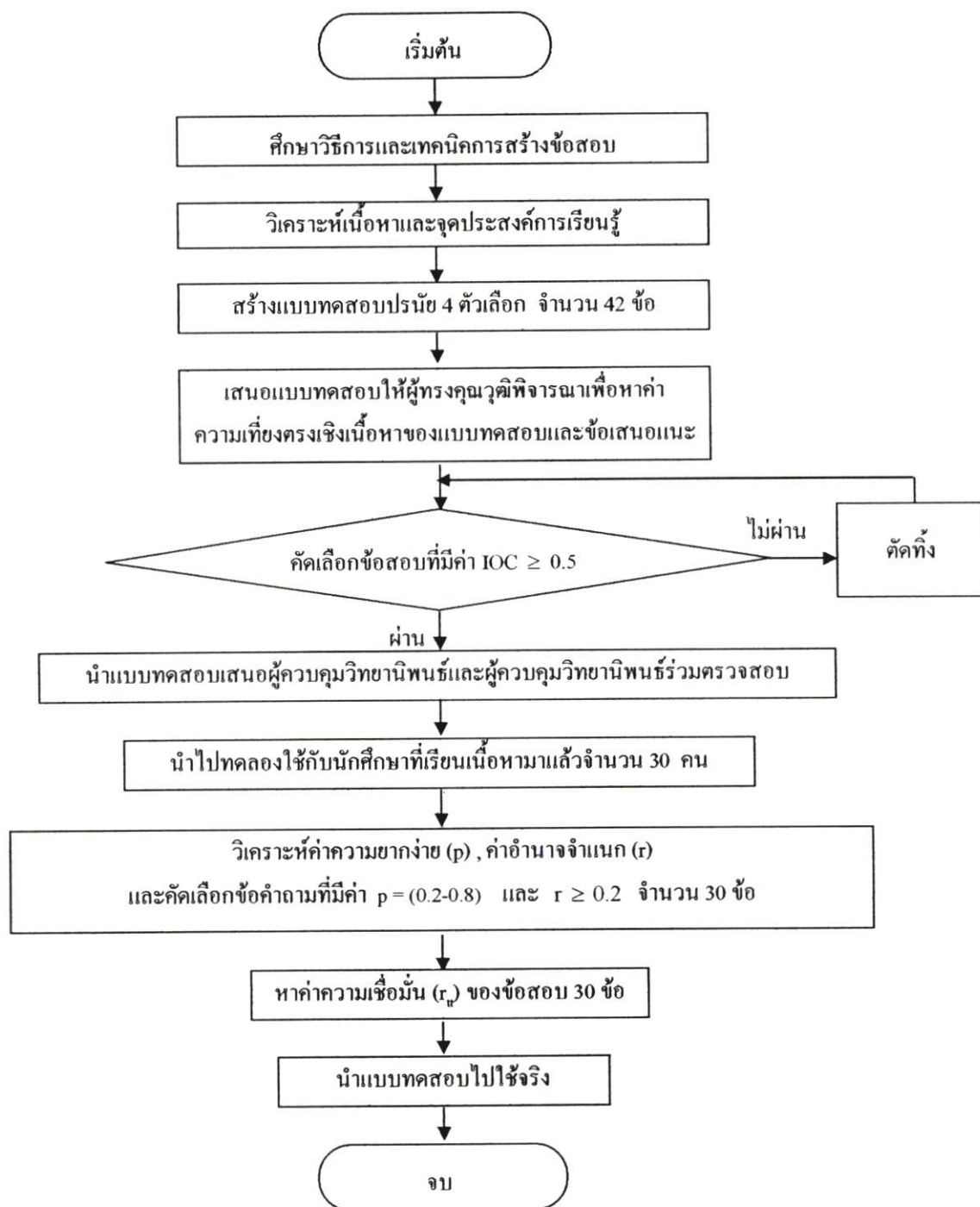
เมื่อ	r_{tt}	คือ	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	คือ	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	p	คือ	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	คือ	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ($1 - p$)
	S^2	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

โดยได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75

ตารางที่ 3.1 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนการสอนผ่านระบบ
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

รายการ	ค่าที่ได้
ดัชนีความสอดคล้อง	0.67 – 1.00
ค่าความยากง่าย (p)	0.2 – 0.77
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.2 – 0.6
ค่าความเชื่อมั่น	0.75

9. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ได้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks โดยได้ทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ในการให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คุณภาพดีมาก	ให้คะแนน 5
คุณภาพดี	ให้คะแนน 4
คุณภาพปานกลาง	ให้คะแนน 3
คุณภาพพอใช้	ให้คะแนน 2
คุณภาพควรปรับปรุง	ให้คะแนน 1

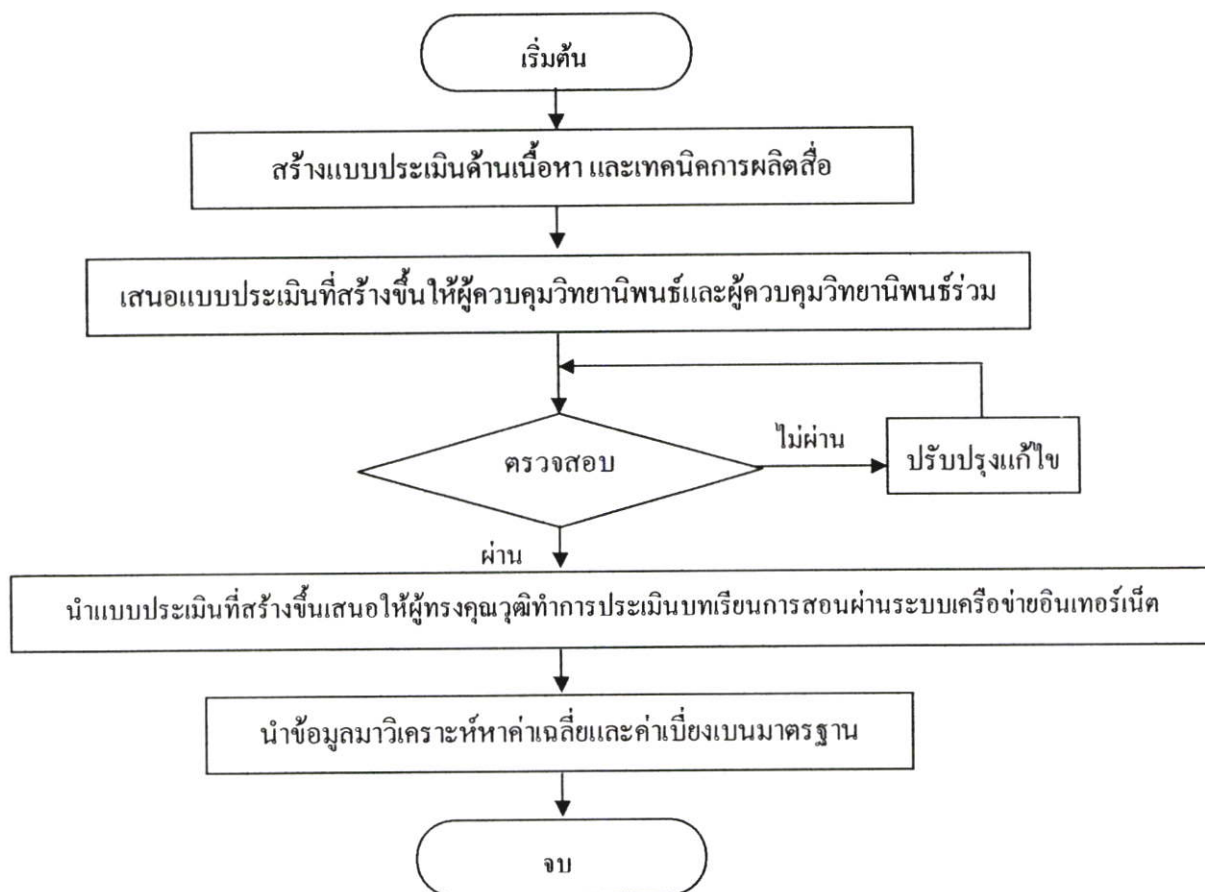
และมีเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยคุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแต่ละข้อดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายถึง	คุณภาพดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายถึง	คุณภาพดี
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายถึง	คุณภาพปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายถึง	คุณภาพพอใช้
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49	หมายถึง	คุณภาพควรปรับปรุง

2. นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ เพื่อไปปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำ

3. ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อทำการประเมินบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4. นำแบบประเมินบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ทำการประเมินเป็นที่เรียบร้อยแล้วมาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผลการประเมินแต่ละส่วนจะต้องมีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่าบทเรียนการสอนมีคุณภาพและถ้าผลการประเมินต่ำกว่า 3.50 ต้องทำการแก้ไขปรับปรุงในส่วนที่บกพร่องเพื่อให้มีคุณภาพที่เหมาะสม



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1. ติดต่อขอรับหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. นำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลการวิจัย ไปติดต่ออาจารย์ประจำสาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

3. แจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง
4. ตรวจสอบความพร้อมของห้องเรียนที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และติดตั้งโปรแกรมใช้งานที่เกี่ยวข้อง
5. ดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ในวันที่ 17 มิถุนายน 2549 ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้แนะนำขั้นตอนการเรียน และให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน เสร็จแล้วจึงศึกษาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ โดยให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วย หลังจากเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปหาประสิทธิภาพของกระบวนการ
6. หลังจากนักศึกษาทำการศึกษบทเรียนจนครบและทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยจนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ เพื่อทดสอบวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียน หลังจากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนที่กลุ่มตัวอย่างทำในแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

3.4.1. หาคุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้สถิติดังนี้

1) สูตรหาค่าเฉลี่ย (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 164) คือ

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (3.5)$$

เมื่อ	\bar{X}	คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	\sum	คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	X	คือ คะแนนแต่ละจำนวน
	n	คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2) สูตรหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 179) คือ

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (3.6)$$

เมื่อ	S.D.	คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	คือ ค่าคะแนนแต่ละคน
	n	คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด
	\bar{X}	คือ ค่าเฉลี่ยคะแนนทั้งหมด

3.4.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2534 : 491)

$$\text{เมื่อ } E_1 = \frac{\sum X/n}{A} \times 100 \quad (3.7)$$

$$E_2 = \frac{\sum F/n}{B} \times 100 \quad (3.8)$$

เมื่อ	E_1	คือ ค่าระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของขบวนการ)
	E_2	คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)
	$\sum X$	คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบก่อนเรียน
	$\sum F$	คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน
	A	คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน
	B	คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	n	คือ จำนวนผู้เรียน

3.4.3 การทดสอบหาัยสำคัญ ความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนด้วย บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ใช้สูตรการหาค่า t-test แบบ Dependent (พรณี ลิกิจวัฒน์. 2541 : 138) ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad (3.9)$$

เมื่อ	D	คือ เป็นความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum D^2$	คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ยกกำลังสอง

N คือ จำนวนผู้ทำข้อสอบ
กำหนดให้ $Df = n - 1$ และ $\alpha = .05$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 ซึ่งจะต้องมีคุณภาพในระดับดีขึ้นไปแล้วนำไปทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 2 (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ภาควิชาครุศาสตร์ สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนดมีค่าไม่ต่ำกว่า 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

- 4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 4.2 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผลการพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Dreamweaver MX ซึ่งบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนได้บรรจุไว้ที่ <http://localhost/solid> ประกอบด้วย หน้าหลัก วัตถุประสงค์รายวิชา แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียน แบบทดสอบหลังเรียน กระดานสนทนา ติดต่อผู้สอน และผู้จัดทำ ในการเรียนผู้เรียนจะต้องเข้าไปศึกษาวัตถุประสงค์การเรียน ซึ่งก่อนที่จะเข้าไปศึกษาในส่วนของบทเรียน ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เสร็จแล้วจึงเข้าไปศึกษาในส่วนของบทเรียน ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks ทั้งหมด 3 หน่วยการเรียน โดยในการศึกษาแต่ละหน่วย จะมีภาพประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น ในการเรียนผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปยังเนื้อหาเดิมได้ เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียน จะมีแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนเพื่อวัดความรู้ที่ได้เรียนผ่านมา ทั้งหมดจำนวน 20 ข้อ และผู้เรียนสามารถทราบผลคะแนน

ได้ทันทีที่ผู้เรียนส่งคำตอบไปตรวจ โดยหลังจากผู้เรียนได้เรียนครบทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้แล้ว จะมีแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งผู้เรียนจะทราบ ผลคะแนนได้ทันทีเช่นกันเมื่อส่งคำตอบ นอกจากนั้นผู้เรียนยังสามารถร่วมกันแสดงความคิดเห็นผ่านทางกระดานสนทนา และส่งการบ้านถึงผู้สอนผ่านทางเมนูติดต่อผู้สอนได้ ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ในส่วนของ ลิงค์ที่เกี่ยวข้อง

4.2 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถแบ่งได้เป็น 2 ด้าน คือ คุณภาพด้านเนื้อหา และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
2. การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
3. ความเหมาะสมในการเรียงลำดับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
5. รูปภาพ มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	1.15	ดี
6. ความถูกต้องของเนื้อหาและรูปภาพ	4.33	0.58	ดี
7. การใช้ภาษาที่เหมาะสมและถูกต้อง	5.00	0.00	ดีมาก
8. แบบทดสอบ มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
9. บทเรียนสามารถนำไปใช้เพื่อการทบทวนได้	4.67	0.58	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.63	0.45	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 พบว่าคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.63 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.45 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาแต่ละรายการ พบว่ารายการที่มีคุณภาพดีมาก มี 7 รายการ โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 มี 1 รายการ ดังนี้ 1) การใช้ภาษาที่เหมาะสมและถูกต้อง และรายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 มี 6 รายการ ดังนี้ 1) เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 2) การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม 3) ความเหมาะสมในการเรียงลำดับเนื้อหา 4) ความชัดเจนในการอธิบาย

เนื้อหา 5) แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา และ 6) บทเรียนสามารถนำไปใช้เพื่อการทบทวนได้ ส่วนรายการที่มีคุณภาพดี มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.33 มี 2 รายการ ดังนี้ 1) รูปภาพมีความสอดคล้องกับเนื้อหา และ 2) ความถูกต้องของเนื้อหาและรูปภาพ

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ	4.33	0.58	ดี
2. ความเหมาะสมของการจัดวางรูปแบบในบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
3. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษร	5.00	0.00	ดีมาก
6. การจัดวางรูปภาพประกอบเนื้อหาที่มีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
7. การสื่อความหมายของรูปภาพเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
8. ความถูกต้องในการเชื่อมโยง	5.00	0.00	ดีมาก
9. ภาพที่นำเสนอตรงตามเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
10. ความสะดวกและง่ายในการใช้โปรแกรม	5.00	0.00	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.77	0.30	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.77 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.30 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพดีมาก มี 8 รายการ ซึ่งแบ่งเป็นรายการที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.00 มี 5 รายการ ดังนี้ 1) ความเหมาะสมของรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ 2) ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษร 3) การจัดวางรูปภาพประกอบเนื้อหาที่มีความเหมาะสม 4) ความถูกต้องในการเชื่อมโยง และ 5) ความสะดวกและง่ายในการใช้โปรแกรม และรายการที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.67 มี 3 รายการ ดังนี้ 1) ความเหมาะสมของการจัดวางรูปแบบในบทเรียน 2) ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน และ 3) ภาพที่นำเสนอตรงตามเนื้อหา ส่วนรายการที่มีคุณภาพดี มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.33 มี 2 รายการ ดังนี้ 1) การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ และ 2) การสื่อความหมายของรูปภาพเหมาะสม

4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าไม่ต่ำกว่า 80/80 ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ที่กำหนด
คะแนนทดสอบระหว่างบทเรียน	30	20	16.03	80.17	80 (E ₁)
คะแนนทดสอบหลังบทเรียน	30	30	25.13	83.78	80 (E ₂)

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลการทดสอบระหว่างบทเรียน มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 16.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.17 (E₁) และผลการทดสอบหลังบทเรียน มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 25.13 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.78 (E₂) แสดงว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.17/83.78 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผลการทดสอบ	คะแนนสอบ		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	$\sum D$	$\sum D^2$	t
	เต็ม	ค่าเฉลี่ย				
คะแนนก่อนเรียน	20	16.03	2.80	382	5188	9.39*
คะแนนหลังเรียน	30	25.13	3.44			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\alpha = .05$, $df = 29$, $t = 1.699$)

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 16.03 คะแนน และผลการทดสอบหลังเรียน มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 25.13 นำมาหาค่าสถิติ โดยใช้ t-test ได้เท่ากับ 9.39 เมื่อนำค่ามาเปรียบเทียบกับค่า t-test จากตาราง (1.699) ผลการเปรียบเทียบแสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 รหัสวิชา 03511306 ผู้วิจัยสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป
2. บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ไม่ต่ำกว่า 80/80
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐาน โปรแกรม SolidWorks

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 2 (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 2 ห้องเรียนรวม 94 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 2 (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Sampling) ซึ่งประกอบด้วย การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 1 ห้อง และวิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยการจับสลาก ได้นักเรียนจำนวน 30 คน

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks ประกอบด้วย วัตถุประสงค์การเรียนรู้, แบบทดสอบก่อนเรียน, บทเรียน, แบบทดสอบหลังเรียน และลิงค์ที่เกี่ยวข้อง โดยในส่วนของบทเรียน จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา และแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67 – 1.00 ค่าความยากง่าย 0.2 – 0.77 ค่าอำนาจจำแนก 0.2 – 0.6 และค่าความเชื่อมั่น 0.75

3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ แบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 2 (ต่อเนื่อง 2 ปี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน โดยดำเนินการทดลองในวันที่ 17 มิถุนายน 2549 มีขั้นตอนดังนี้

1. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks

2. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ เสร็จแล้วศึกษาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks ด้วยตนเอง 1 คน ต่อ 1 เครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ให้ทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยระหว่างเรียน โดยหน่วยที่ 1 มีจำนวน 2 ข้อ หน่วยที่ 2 จำนวน 6 ข้อ และหน่วยที่ 3 จำนวน 12 ข้อ รวม 3 หน่วยการเรียนรู้ เป็นจำนวน 20 ข้อ เมื่อเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากนั้นนำผลการ

ทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติด้วยสูตร E_1/E_2 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks ดังนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้สูตร E_1/E_2
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ สูตร t-test แบบ Dependent Sample

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คุณภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.63$) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.77$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
2. ประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตคอนเทนต์เพื่อทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.17/83.78 ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาและหาคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks พบว่า บทเรียนมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี

มาก ($\bar{X} = 4.63$) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.77$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยดำเนินการตามขั้นตอนที่วางไว้ และพัฒนาบทเรียนโดยใช้กรอบแนวคิดที่ดัดแปลงมาจากหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแนวคิดของ Gagne' 9 เหตุการณ์ โดยผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ 7 เหตุการณ์ ทำให้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นฤมล รอดเนียม (2546 : 97-98) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านเว็บ เรื่องอินเทอร์เน็ต วิชาคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ พบว่า คุณภาพของบทเรียนผ่านเว็บด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.71$) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.58$) และวิเชียร พุ่มพวง (2546 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องแม่เหล็กไฟฟ้า พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีคุณภาพทั้งสองด้านอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเท่ากับ 4.51

2. ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.17 / 83.78 ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วว่าเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพดีมาก และได้ผ่านการทดลองใช้มาแล้วถึง 2 ครั้ง ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้น เมื่อนำบทเรียนมาใช้จึงทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธงชัย กนกโชติเลิศ (2546 : 29) ที่ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บเพื่อการทบทวน วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนต์เชิงเส้นและการชน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า มีประสิทธิภาพ 80.25 / 81.88 เป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80 ที่กำหนดไว้ และณัฐพล คชดำโรง (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน วิชาทอผ้า 1 เรื่องกระบวนการผลิตผ้าทอด้วยเครื่องทอผ้าอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิชาอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ พบว่า มีประสิทธิภาพ 82.88 / 83.11 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

จากการพิจารณาค่า $E_1/E_2 = 80.17/83.78$ พบว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ในระหว่างเรียน ทั้งนี้เนื่องจากแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่เก็บคะแนนในระหว่างบทเรียนไม่ได้มีการวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายของแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ อีกทั้งเมื่อผู้เรียนได้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้และผ่านการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้เพื่อเก็บคะแนนของแต่ละหน่วย จึงช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดดีขึ้น นอกจากนี้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเรียนซ้ำเนื้อหาบทเรียนที่ผ่านมาได้นานเท่าที่ต้องการ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน เท่ากับ 16.03 และค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน เท่ากับ 25.13 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากบทเรียนที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นมีความน่าสนใจ สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา และทบทวนเนื้อหาที่ไม่เข้าใจได้ตามต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัจฉรงค์ค์ มโนสุทธิฤทธิ์ (2546 : 67-69) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และฉัฐพล จันทสร (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องสถิติเพื่อการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้น บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้และทบทวน สำหรับผู้เรียนที่เรียนเนื้อหาวิชานี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ผู้เรียนควรศึกษาวิธีการใช้บทเรียนให้เข้าใจและปฏิบัติตาม เพื่อผู้เรียนจะได้ประสิทธิภาพทางการเรียนสูงสุด
2. บทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่วนครูผู้สอนต้องเป็นผู้ให้คำปรึกษา แนะนำ และอธิบายเพิ่มเติมเมื่อผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียนนั้น
3. การเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ไม่ควรจำกัดด้านเวลา เพื่อตอบสนองความแตกต่างของแต่ละบุคคล
4. การเรียนด้วยบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน นอกจากความพร้อมของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์แล้ว ระบบเครือข่ายต้องมีประสิทธิภาพ หากอุปกรณ์และระบบเครือข่ายไม่มีประสิทธิภาพ อาจส่งผลให้เกิดความล่าช้า

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. การพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน อาจมีการนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอ และภาพเคลื่อนไหวประกอบบทเรียน เพื่อให้บทเรียนมีความน่าสนใจ และทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียน ได้มากขึ้น
2. ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ในเนื้อหาวิชาอื่น หรือระดับชั้นอื่นๆ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพให้มีจำนวนมาก ขึ้นต่อไป
3. ควรศึกษาความพึงพอใจและเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยบทเรียน การสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนปกติ

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. 2544. ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ครุสภาลาดพร้าว.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2540. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2542. สร้างสรรค์หน้าและกราฟิกบนเว็บ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติ ถักด้วงนกุล. 2541. สร้างเว็บเพจแบบมืออาชีพด้วย HTML. กรุงเทพฯ : ดวงกมลสมัย.
- บิสิเนสไทย. 2545. การออกแบบและพัฒนา ‘พลาสติก’ ยิงฟังก์คอมพิวเตอร์น้อย – แนะนำให้
SMEs เห็นประโยชน์. [Online]. Available : [http://www.businesssthai.co.th/content.php?
data=401546_Trading/Manufacturing](http://www.businesssthai.co.th/content.php?data=401546_Trading/Manufacturing).
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 2574 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
พ.ศ. 2547. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- จันทร์ฉาย เคมียาคาร. 2529. “การสอนรายบุคคล.” เชียงใหม่. เอกสารอัดสำเนา.
- จิตเกษม พัฒนาศิริ. 2539. เริ่มสร้างโฮมเพจด้วย HTML. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- เจนวิทย์ เหลืองอร่าม. 2542. อินเทอร์เน็ตและเวิลด์ไวด์เว็บ. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. “การสอนผ่านเครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บ.” วารสารคณะครุศาสตร์. 27(2) : 18-28.
- ช่วงโชติ พันธุ์เวช. 2542. ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2542. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอเคียนสโตร์.
- ณัฐกร สงคราม. 2547. อิทธิพลของแบบการคิด และโครงสร้างของโปรแกรมการเรียนการสอน
ผ่านเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพื้นฐานคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาของนิสิต
ระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. [Online]. Available :
<http://www.cybered.co.th/warnuts/wbi/index1.htm>.
- ณัฐพล คชดำโรง. 2548. “การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน วิชาการ
ทอผ้า 1 เรื่องกระบวนการผลิตผ้าทอด้วยเครื่องทอผ้าอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรม
สิ่งทอ คณะวิชาอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.”
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ณัฐพล จันทสร. 2548. “บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องสถิติเพื่อการวิจัย.” วิทยานิพนธ์

- วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2544. “การสอนบนเว็บ (Web-base Instruction) นวัตกรรมเพื่อคุณภาพ การเรียนการสอน.” วารสารศึกษาศาสตร์. 28(1) : 87-94.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. 2545. เทคโนโลยีสารสนเทศกับอินเทอร์เน็ต. [Online]. Available : http://www.uni.net.th~08_2543/chap10/1001.html.
- ทิพวรรณ รัตนวงศ์. 2533. “แนวโน้มหลักสูตรสถาบันอุดมศึกษาเอกชนในปีพุทธศักราช 2545.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาอุดมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย กนกโชติเลิศ. 2546. “การพัฒนาโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ เพื่อการ ทบทวน วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมเชิงเส้นและการชน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ธวัชชัย อติเทพสถิต. 2545. การเรียนการสอนในยุคไร้พรมแดน. [Online]. Available : <http://etc.nara-it.net/WBI06.html>.
- ธวัชชัย อติเทพสถิต. 2545. WBI กับการสื่อสาร. [Online]. Available : http://www.thaiwbi.com/topic/com_ed.html.
- นงนุช เพ็ชรรัตน์. 2543. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความปลอดภัยของโปรแกรม.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นฤมล รอดเนียม. 2546. “บทเรียนการสอนผ่านเว็บ เรื่องอินเทอร์เน็ต วิชาคอมพิวเตอร์และ เทคโนโลยีสารสนเทศ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- น้ามนต์ เรืองฤทธิ์. 2545. WBI : Web-Base Instruction (การเรียนการสอนผ่านเว็บ) [Online]. Available : <http://etc.nara-it.net/WB107.html>.
- บุญเรือง เนียมหอม. 2540. “การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับ อุดมศึกษา.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2540. “เครือข่ายไซแมงมุมในโลกของการศึกษา.” รายงานการพัฒนาการ จัดการการศึกษาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไปในสถาบันอุดมศึกษาเอกชน. เอกสารการ

- ประชุมสัมมนาวิชาการ. กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
บุปผชาติ ทัททิกรณ์. 2544. “e-learning : การเรียนรู้ในสังคมแห่งการเรียนรู้.” วารสาร
ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 16 (1) : 7-15.
- ปทีป เมธาคณวุฒิ. 2540. ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนทางไกล โดยใช้การเรียนการ
สอนแบบเว็บเบส : เอกสารประกอบการสอนวิชา 2710643 หลักสูตรและการเรียนการ
สอนทางการอุดมศึกษา. ภาควิชาอุดมศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรัชญนันท์ นิลสุข. 2543. “นิยามเว็บสอน.” วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา. 12 (34) : 48-52.
- ปริศนา ปั่นน้อย. 2545. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา ระบบ
ปฏิบัติการ เรื่องการจัดการหน่วยความจำ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง.
- ปิยนุช พรหมศิลา. 2545. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา
เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ เรื่องระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับ
ปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏราชชนครินทร์.” วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย
, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เป็รื่อง กุมุท. 2541. “เทคโนโลยีการเรียนการสอนในยุคสารสนเทศ.” ศึกษาศาสตร์ มอ. วิทยา
เขตปัตตานี. 12 (1) : 18-20.
- พจนารถ ทองคำเจริญ. 2539. “สภาพความต้องการ ปัญหา การใช้อินเทอร์เน็ตในการเรียนการ
สอนในสถาบันอุดมศึกษา สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาอุดมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรณี เกษกมล. 2545. การเรียนรู้บนเว็บ. [Online] Available : <http://etc5.narait.net/WBI01.html>.
- พรณี ลีกิจวัฒน์. 2541. เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติสำหรับการวิจัย. สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2538. การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ
: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พันธุ์ทิพย์ สมมติ. 2541. “อิสระในการชมเว็บเพจ.” ออฟฟิตเทคโนโลยี. 15 (169) : 54.
- ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. 2544. “การพัฒนาระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียน
ไทย.” วิทยานิพนธ์การศึกษาศุภบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ไพรัช รัชพงษ์ และ พิเชษฐ์ คุรงค์เวโรจน์. 2544. เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา.

- กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.
- มนต์ชัย เทียนทอง. 2544. “ก้าวไกล : WBI (Web-based Instruction) WBT (Web-based Trianing).” วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา. 13(37) : 72 – 78.
- มนตรี ดวงจิโน. 2544. “การสร้างเว็บเพจห้องเรียนเสมือนทางอินเทอร์เน็ต.” วารสารวิทยบริการ. 12(2) : 35-45.
- ชิน ภู่วรรณ. 2544. “การเขียนเว็บเพจ ตอนที่ 1 : มาดูตัวอย่างเว็บเพจ. วารสาร Internet Magazine. 1(12) : 66-70.
- รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2535. วิธีวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542. การทำวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ที พี พีริ้น.
- รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2544. หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของกาเย่. [Online]. Available : <http://www.thaicai.com/cai.html>.
- เรวดี คงสุภาพกุล. 2538. “การใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์นิเทศศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาการประชาสัมพันธ์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วชิราพร พุ่มบานเย็น. 2545. เทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : ซอฟท์เพรส.
- วิชุดา รัตนเพชร. 2542. “การเรียนการสอนผ่านเว็บ : ทางเลือกใหม่ของเทคโนโลยีทางการศึกษาไทย.” : วารสารคณะครุศาสตร์. 27(2) : 29-35.
- วิระ ไทยพานิช. 2536. “บทบาทและปัญหาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” รวมบทความทางเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน.
- ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล. 2541. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ศูนย์การศึกษาต่อเนื่องแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545. “เอกสารประกอบการสอนการออกแบบการเรียนการสอนใน WBI.” กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. 2545. หลักการออกแบบเว็บเพจ. [Online]. Available : <http://www.nectec.or.th/courseware/internet/internet-tech/0006.html>.
- สมพร สุขะ. 2545. “การพัฒนา รูปแบบของเว็บเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษาคุฎิบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สรรรัชต์ ห่อไพศาล. 2545. นวัตกรรมและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในสหัสวรรษใหม่ กรณี การจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ (Web-Base Tnstruction : WBI).

- [Online]. Available : http://ftp.spu.ac.th/hum111/main1_files/body_files/wbi.htm.
- สัมฤทธิ์ กางเพ็ง. 2545. “การวิจัยกับการพัฒนาการเรียนรู้.” วารสารวิชาการ. 2(45) : 75.
- สำนักงานเลขาธิการคณะกรรมการการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ. 2544. รายงานผลการสำรวจกลุ่มผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2543. กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์.
- สุรสิทธิ์ วรรณไกรโรจน์. 2544. **E-learning การศึกษาออนไลน์.** [Online]. Available : <http://www.thai2learn.com/elearning/index.php>.
- เสกสรร สายสีเสด. 2545. “การพัฒนารูปแบบระบบการเรียนการสอนโดยใช้อินเทอร์เน็ต สำหรับสถาบันราชภัฏ.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษาคุยภูมิจิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- เสาวคนธ์ คงสุข. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต. กรุงเทพฯ : เอ็มพันธ์.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2536. “การเรียนการสอนรายบุคคลแก้ปัญหาการศึกษาได้อย่างไร.” รวมบทความเทคโนโลยีการศึกษา. ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน. 23(1) : 26-27.
- อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์. 2546. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์.” คุศาสตรร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อารีย์ มีมุงกิจ. 2541. “การพัฒนาบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมที่ 6.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Clark, G. 1996. **Glossary of CBT/WBT Terms.** [Online]. Available : <http://www.clark.net/pub/nractive/alt5.html>.
- Khan, B.H. 1997. **Web-base instruction.** Englewood Cliffs, NJ:Perentice-Hall.
- Parson, R. 1997. **Definition of Web-Based Instruction.** [Online]. Available : <http://www.oise.on.ca/~rperson/difinitn.htm>.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก ค ตัวอย่างบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ภาคผนวก ง เนื้อหาเรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks

ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks (ด้านเนื้อหา)

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องให้ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม					
3. ความเหมาะสมในการเรียงลำดับเนื้อหา					
4. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
5. รูปภาพ มีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
6. ความถูกต้องของเนื้อหาและรูปภาพ					
7. การใช้ภาษาที่เหมาะสมและถูกต้อง					
8. แบบทดสอบ มีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
9. บทเรียนสามารถนำไปใช้เพื่อการทบทวนได้					

ข้อเสนอแนะ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ					
2. ความเหมาะสมของการจัดวางรูปแบบในบทเรียน					
3. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน					
4. ความเหมาะสมของรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ					
5. ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษร					
6. การจัดวางรูปภาพประกอบเนื้อหาที่มีความเหมาะสม					
7. การสื่อความหมายของรูปภาพเหมาะสม					
8. ความถูกต้องในการเชื่อมโยง					
9. ภาพที่นำเสนอตรงตามเนื้อหา					
10. ความสะดวกและง่ายในการใช้โปรแกรม					

ข้อเสนอแนะ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....





.....



.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

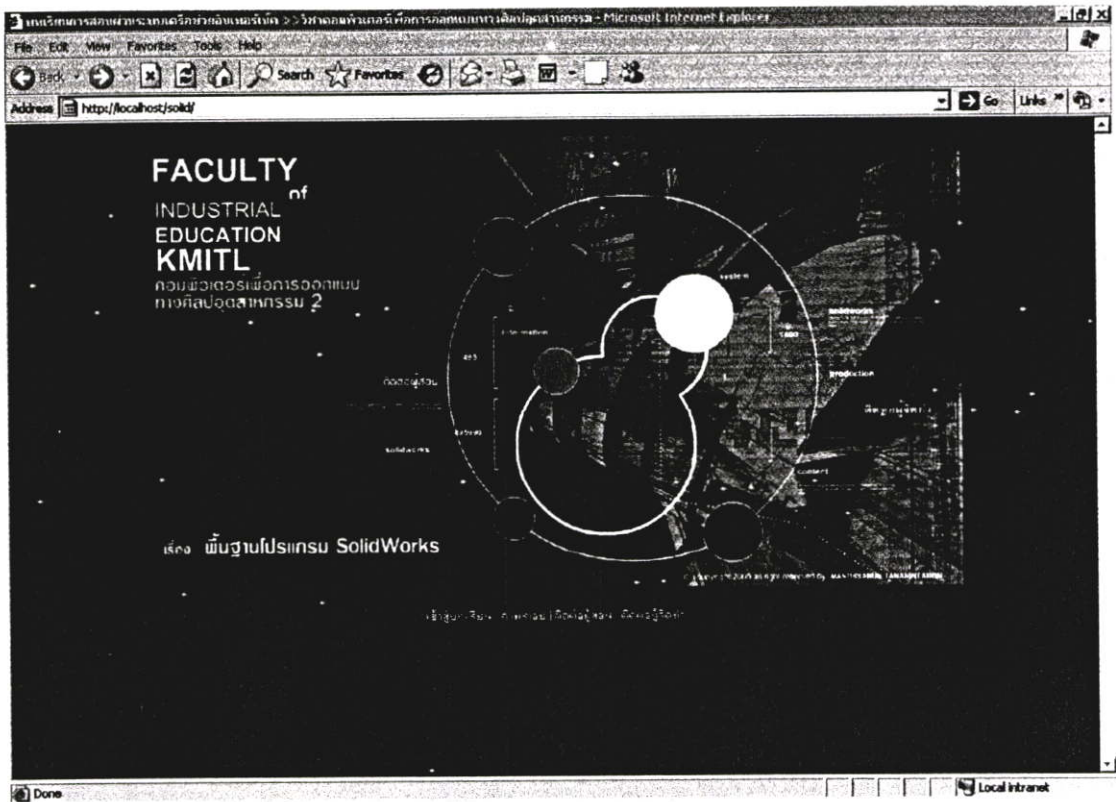
แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	IOC	p	r
<p>14. สถานะของการร่างเส้น Under Defined หมายถึงอะไร</p> <p>ก. การร่างเส้นที่มีข้อกำหนดเกินความจำเป็น</p> <p>ข. การร่างเส้นมีข้อกำหนดครบทั้งในส่วนพิทัก</p> <p>ค. ชิ้นงานที่อยู่ในสถานะกำหนดจุด</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p>	1	0.43	0.20
<p>15. คำว่า Feature หมายถึงอะไร</p> <p>ก. การตัดชิ้นส่วนงาน</p> <p>ข. การต่อเติมชิ้นส่วน</p> <p>ค. การเขียนเส้นร่าง</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p>	0.67	0.57	0.33
<p>16. ขั้นตอนใดเป็นการปรับปรุงชิ้นงานเดิมให้มีส่วนสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น</p> <p>ก. การต่อเติม</p> <p>ข. การเจาะรูชิ้นงาน</p> <p>ค. ถูกทั้งข้อก. และ ข้อข.</p> <p>ง. ผิดทุกข้อ</p>	0.33	0.67	0.27
<p>17. คำว่า Extrusion หมายถึงอะไร</p> <p>ก. แผ่นแบนราบที่เกิดจากจุดกำเนิด</p> <p>ข. การต่อเติมชิ้นส่วนที่เพิ่มจากงานส่วนฐาน</p> <p>ค. การนำหน้าที่ตัดจากเส้นร่างมาจับยึดให้เป็นชิ้นงาน3มิติ</p> <p>ง. การตัดชิ้นส่วนงาน โดยอาศัยเส้นร่าง</p>	1	0.50	0.33
<p>18. ระนาบอ้างอิงคืออะไร</p> <p>ก. ระนาบด้านข้าง</p> <p>ข. ระนาบด้านบน</p> <p>ค. ระนาบด้านขวา</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p>	0.67	0.77	0.33
<p>19. รูปที่มุมมอง Isometric</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>	0.33	0.93	0.13
<p>20. การสร้างชิ้นงานที่ตีควมเลือกระนาบอะไร</p> <p>ก. ระนาบด้านบน</p> <p>ข. ระนาบด้านข้าง</p> <p>ค. ระนาบด้านหน้า</p> <p>ง. ผิดทุกข้อ</p>	1	0.20	0.40

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	IOC	p	r
21. จากรูป  หมายถึงอะไร ก. การวาดรูป ข. การเปลี่ยนสีเส้น ค. การเลือกระนาบ ง. การเข้าถึงจุดกำเนิด	0.67	0.40	0.27
22. ค่าตัวแปร Depth หมายความว่าอย่างไร ก. การยึดสามารถกระทำได้ทั้งทิศทางเดียวหรือสองทิศทาง ข. การกำหนดความหนาชิ้นงาน ค. ระยะยึดตัวของชิ้นงาน ง. การขยายหน้าตัด	0.33	0.47	0.13
23. ค่าตัวแปร End condition Type หมายความว่าอย่างไร ก. การยึดสามารถกระทำได้ทั้งทิศทางเดียวหรือสองทิศทาง ข. การกำหนดความหนาชิ้นงาน ค. ระยะยึดตัวของชิ้นงาน ง. การขยายหน้าตัด	1	0.73	0.27
24. ค่าตัวแปร Draft หมายความว่าอย่างไร ก. การยึดสามารถกระทำได้ทั้งทิศทางเดียวหรือสองทิศทาง ข. การกำหนดความหนาชิ้นงาน ค. ระยะยึดตัวของชิ้นงาน ง. การขยายหน้าตัด	1	0.47	0.27
25. การร่างเส้นโค้ง ผู้ออกแบบจะต้องเริ่มเขียนเส้นร่างจากตำแหน่งใด ก. เส้นแนวนอน ข. เส้นแนวตั้ง ค. จุดกึ่งกลาง ง. จุดปลาย	0.67	0.73	0.27
26. ถ้าผู้ออกแบบต้องการทำงานกลับไปมาระหว่างเส้นตรงกับเส้นโค้ง ก. กด A ข. กด C ค. กด H ง. กด T	0.33	0.67	0.13
27. จากรูป  หมายถึงอะไร ก. เพื่อกำหนดขนาดเส้น ข. เพื่อกำหนดมุมมอง ค. เพื่อกำหนดเส้นแนวโค้ง ง. เพื่อกำหนดทิศทางการยึด	0.33	0.97	-0.07

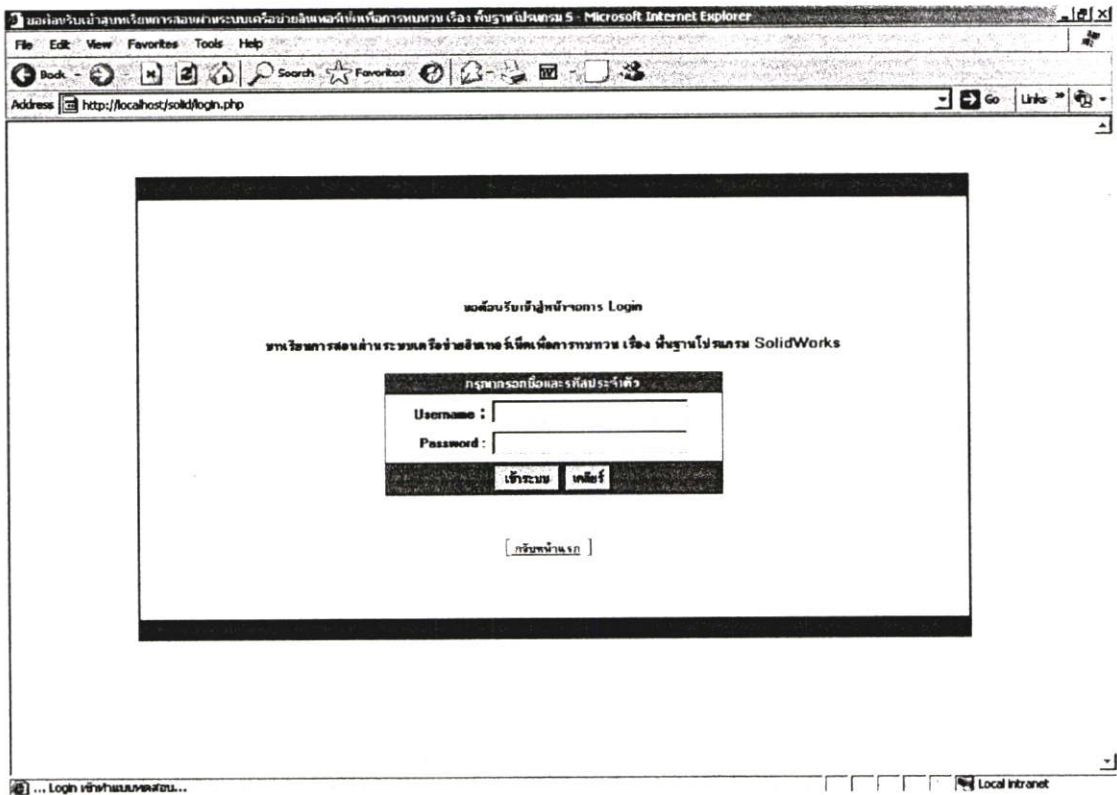
แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	IOC	p	r
<p>33. การแสดงภาพล่วงหน้าแบบ Partial preview คือแบบใด</p> <p>ก. แสดงแบบมองไม่เห็นเส้นบัง</p> <p>ข. แสดงแบบมองเห็นเส้นบัง</p> <p>ค. แสดงแบบมองเหมือนจริง</p> <p>ง. แสดงเฉพาะขอบที่เลือกครั้งแรก</p>	1	0.23	0.33
<p>34. ถ้าต้องการความเร็วในการแสดงรูปควรเลือกแบบใด</p> <p>ก. Hidded Line Visible ข. No Preview</p> <p>ค. Full Preview ง. ถูกทั้งข้อก. และข้อข.</p>	1	0.57	0.47
<p>35. เมื่อตัดสีในใจเลือกขอบชิ้นงาน ขอบที่เลือกจะเปลี่ยนเป็นสีอะไร</p> <p>ก. สีแดง ข. สีเขียว</p> <p>ค. สีเหลือง ง. สีดำ</p>	1	0.63	0.20
<p>36. คำสั่งใดที่ผู้ออกแบบสามารถปรับตั้งสีได้เองตามที่ต้องการ</p> <p>ก. Tool ⇨ Option ⇨ System ⇨ Option ⇨ Color</p> <p>ข. Tool ⇨ Option ⇨ General ⇨ Color</p> <p>ค. Tool ⇨ Option ⇨ General ⇨ Option ⇨ Color</p> <p>ง. Tool ⇨ Option ⇨ Properties ⇨ System ⇨ Color</p>	0.67	0.20	0.27
<p>37. ถ้าต้องการลบมุมทั้ง 4 ด้าน ควรใช้คำสั่งใด</p> <p>ก. Cut Feature ข. Remove</p> <p>ค. Fillet ง. Delete</p>	0.67	0.40	-0.27
<p>38. ข้อใดคือคุณสมบัติการมองแบบ Emissivity</p> <p>ก. สีธรรมชาติ ข. กระจายแสง</p> <p>ค. ผิวมันเงาสะท้อน ง. ความสว่างจากแสงส่อง</p>	1	0.30	0.20

ภาคผนวก ก

**ตัวอย่างบทเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks**



หน้าแรก



หน้า Login

แบบทดสอบก่อนเรียน Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://localhost/solid/pretest.php

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำชี้แจง

- แบบทดสอบก่อนเรียน มีเวลา 45 นาที จำนวน 30 ข้อ 1 คะแนน
- เมื่อทำข้อสอบเสร็จแล้วคลิกปุ่ม Save เพื่อบันทึกคำตอบ
- กรุณาตอบข้อสอบก่อนปิดจอ

1. การร่างชิ้นงานโปรแกรม SolidWorks แบ่งได้กี่ส่วน

ก. 2 ส่วน

ข. 3 ส่วน

ค. 4 ส่วน

ง. 5 ส่วน

2. ข้อใดคือคุณสมบัติของโปรแกรม SolidWorks

ก. แสดงรายละเอียดการขึ้นงาน

ข. แสดงชิ้นประกอบประกอบในรูปของกราฟ

ค. แสดงรายละเอียดความแปรปรวนค่าได้

ง. ถูกทุกข้อ

3. ผลการร่างชิ้น Under Defined ความสัมพันธ์รูปจะแสดงเป็นสีอะไร

ก. สีนํ้าเงิน

ข. สีฟ้า

ค. สีแดง

ง. สีน้ำตาล

4. ถ้า Solved ที่ไรโซลาทำจนครบแล้วการทำงาน คือ สีอะไร

ก. สีนํ้าเงิน

ข. สีแดง

ค. สีเหลือง

ง. สีชมพู

5. สีเหลืองหมายถึงสภาวะอะไร

ก. แสดงถึง ระยะที่ขึ้นกับรูป

Done [1:14:44:44:44 - Microsoft Word] Local Intranet

หน้าแบบทดสอบก่อนเรียน

หน้าเว็บไซต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี >> 5 วิชาเอกที่เน้นด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://www.kmitl.ac.th/5เอก/5เอก_1.html

FACTORY of INDUSTRIAL EDUCATION KMITL

คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปะอุตสาหกรรม 2

เรื่อง พื้นฐานโปรแกรม SolidWorks

MAIN BOOK

Home

เอกสาร

ติดต่อสอบถาม

ติดต่อผู้จัดทำ

บทเรียน

แนะนำโปรแกรม Solid Work

การขึ้นงานเบื้องต้น

การสร้างชิ้นงาน 3 มิติ

อื่นๆ

link ที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตร วิชาอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม ได้กำหนดรายวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางศิลปอุตสาหกรรม 2 รหัสวิชา 03511306 จำนวน 3 หน่วยกิต 3(2-3) เป็นวิชาพื้นฐานบังคับในหลักสูตร สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม โดยในขณะนี้ได้ดำเนินการเรียนการสอน 2 คน ปฏิบัติ 3 คน เป็นเวลา 16 สัปดาห์ใน 1 ภาคการศึกษา

พื้นฐานโปรแกรม Solid Works ซึ่งเนื้อหาจะประกอบไปด้วย หัวข้อการเรียนมีดังนี้

1. แนะนำโปรแกรม Solid Works
2. การขึ้นงานเบื้องต้น
3. การร่างชิ้นงาน 3 มิติเบื้องต้น

วัตถุประสงค์รายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบอุตสาหกรรมชั้นสูง ตลอดจนงานด้านออกแบบกราฟิก เพื่อภาคอุตสาหกรรม

คำอธิบายรายวิชา

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบงานศิลปอุตสาหกรรม
2. เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติการใช้งานคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบงานศิลปอุตสาหกรรม
3. เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้งานคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบงานศิลปอุตสาหกรรม

Done Local Intranet

หน้าจุดประสงค์การเรียนรู้

หน้าบทเรียนที่ 1

1.3 การใช้งาน SolidWorks

การควบคุมและใช้งาน SolidWorks จะบังคับคำสั่งต่างๆ, ฟีเจอร์, แอนิเมชันเป็นต้น ดังแสดงส่วนประกอบ ดังรูป

Done Local intranet

หน้าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

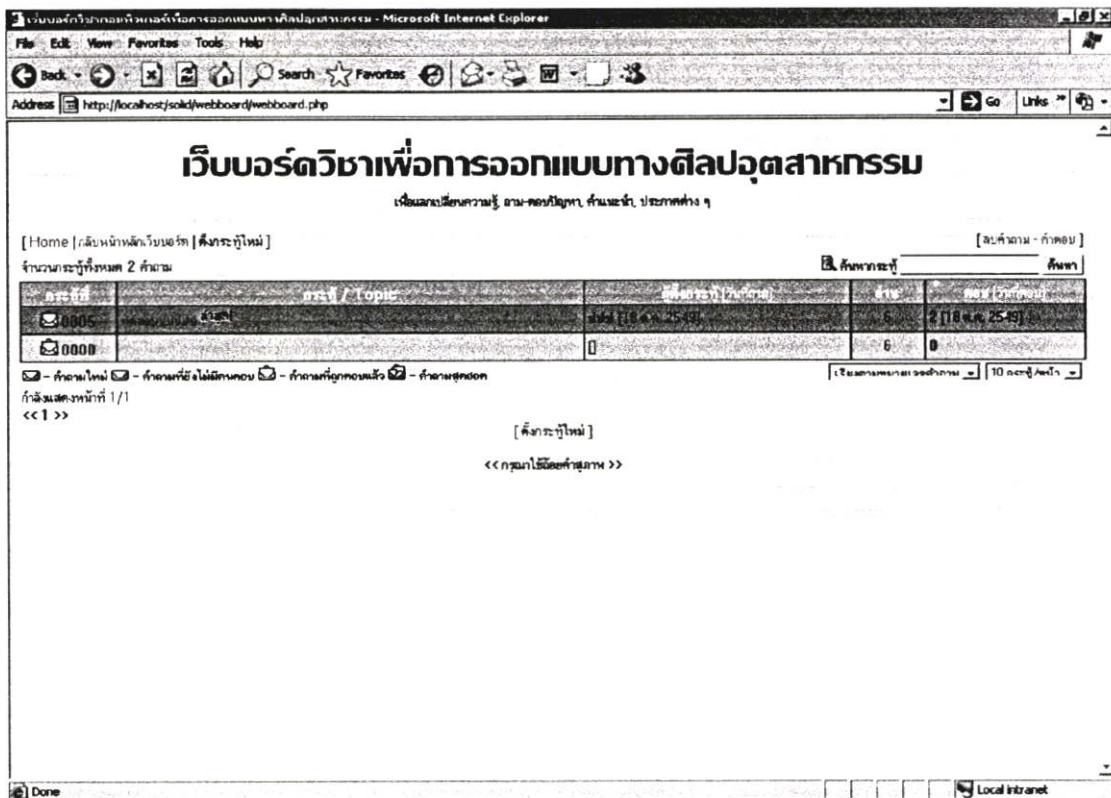
แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนที่ 2

คำชี้แจง

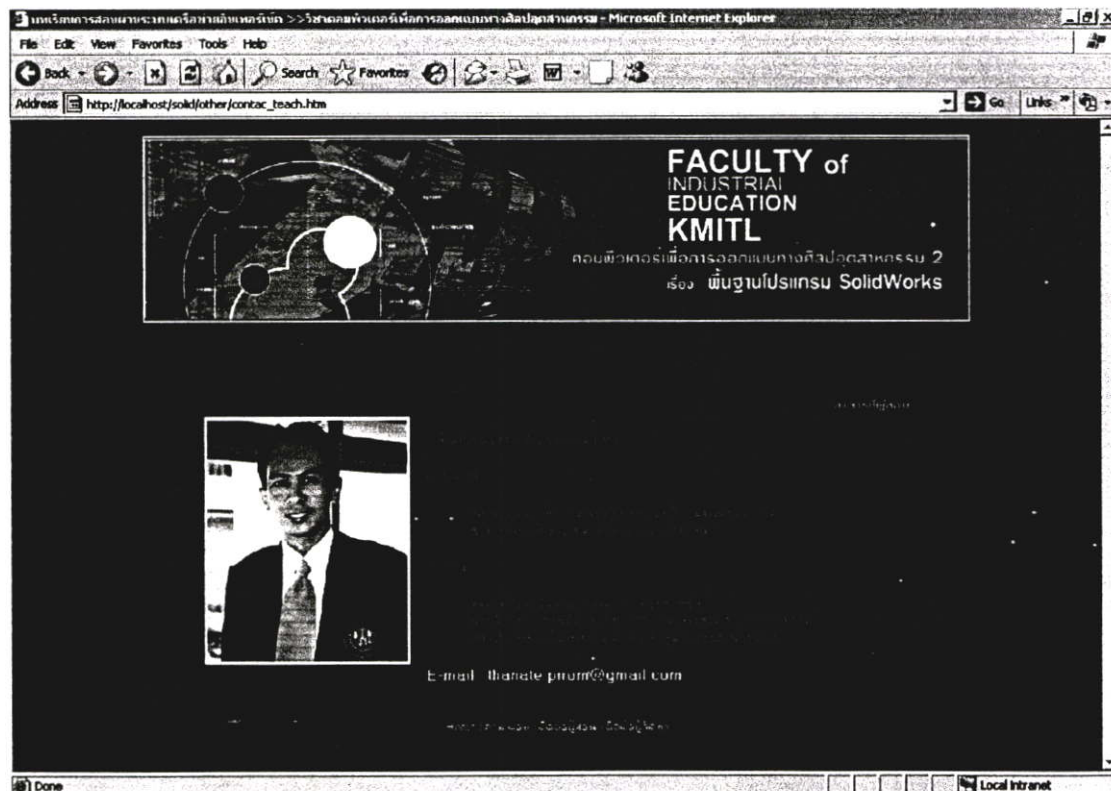
1. Revolves คือการวิ่งไปตามระนาบที่กำหนด
 - 1. ใช่
 - 2. ไม่ใช่
2. ใช้งาน SolidWorks บนระบบที่ใช้ชื่อ "solidpr"
 - 1. ใช่
 - 2. ไม่ใช่
3. สามารถกำหนดเส้นโค้งได้สี่ทิศทางสัมพันธ์ระหว่างกัน
 - 1. ใช่
 - 2. ไม่ใช่
4. สกิลในการกำหนดสถานะของการทำงาน 8 Dangling คือมีลักษณะ
 - 1. ใช่
 - 2. ไม่ใช่
5. Under Defined คือการกำหนดขนาดที่ไม่ชัดเจน
 - 1. ใช่
 - 2. ไม่ใช่

Done Local intranet

หน้าแบบฝึกหัดท้ายหน่วย



หน้ากระดานสนทนา



หน้าติดต่อผู้สอน

ภาคผนวก ง

เนื้อหาเรื่องพื้นฐานโปรแกรม SolidWorks

1. แนะนำโปรแกรม Solid Works

โปรแกรม Solid Works

โปรแกรม Solid Work เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลด้วยการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ โดยอาศัยเครื่องมือช่วยในการสร้างผ่านหน้าต่างระบบ Windows™ สามารถกำหนดเงื่อนไขความสัมพันธ์ของชิ้นงาน โดยข้อควรพิจารณาในการออกแบบดังนี้

การสร้างชิ้นงานส่วนฐาน (feature-based)

การสร้างชิ้นงานแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. การสร้างชิ้นงานจากการเขียนเส้นร่าง (Sketch) โดยเขียนเส้นจากระบบ 2 มิติ แล้วจึงทำเป็นชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยการจับยึด, นำพื้นที่หมุนรอบแกน, นำพื้นที่วิ่งตามเส้นนำหรือสร้างชิ้นงาน 3 มิติ จากหน้าตัดขวาง

2. การสร้างชิ้นงานจากระบบ 3 มิติ โดยตรง เช่น คำสั่งลบมุม และคำสั่งในการบากมุม เป็นต้น

โปรแกรม Solid Works ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ ที่แสดงขั้นตอนและโครงสร้างลำดับการใช้คำสั่งหรือเรียกว่า FeatureManager (ใบรายการคุณสมบัติ) ไม่เพียงแต่การแสดงลำดับคำสั่งเท่านั้น ใบรายการคุณสมบัติยังช่วยเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรทั้งหมดด้วยเช่นกัน

หลักการในการสร้างชิ้นงานจะอาศัยการสร้างชิ้นงานต่อเติมทีละชั้น ชิ้นงานจะประกอบด้วยทรงกระบอก, ชิ้นงานที่ฐาน และส่วนต่อเติมด้านล่าง การเขียนชิ้นงานจะแสดงขั้นตอนการสร้างไว้เป็นลำดับในใบรายการคุณสมบัติ FeatureManager

ตัวแปรกำหนดค่า

ในการกำหนดขนาดและการกำหนดความสัมพันธ์ที่จะใช้ในการสร้างชิ้นงานจะช่วยให้การเขียนชิ้นงานนั้นสะดวกและง่ายขึ้น

1. การตั้งค่าตัวแปรตัวเลขบอกขนาด : จะช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถปรับเปลี่ยนค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นวงกลม ส่วนความสูงหรือความหนาจะบังคับจากคำสั่ง Extruded (ระยะการจับยึดชิ้นงาน)

2. การกำหนดความสัมพันธ์ ในการสร้างชิ้นงานจำเป็นต้องใช้ความสัมพันธ์ของเส้นร่างเพื่อช่วยให้สะดวกในการเขียน เช่น เส้นขนาน, เส้นสัมผัส และเส้นที่อยู่ในระนาบหรือมีจุดร่วมกัน

ชิ้นงานทรงตัน (Solid modeling)

ชิ้นงานทรงตันที่เขียนขึ้นจากโปรแกรม สามารถนำไปใช้กับระบบ CAD ได้อย่างสมบูรณ์สามารถแสดงในรูปของโครงกลวง (wire frame) และพื้นผิว (surface) โดยมีเส้นแบ่งขอบจึงทำให้สามารถเลือกชิ้นงานเพื่อบังคับคำสั่งได้ง่าย

การเชื่อมต่อที่สมบูรณ์แบบ

ระหว่างการทำงานแบบแปลน 2 มิติ และการทำไฟล์ประกอบชิ้นงาน เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงขนาดชิ้นงานหรือเปลี่ยนแปลงตำแหน่งชิ้นงานจะทำให้ไฟล์แบบแปลนประกอบเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ส่งผลให้ลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการแก้ไขข้อมูลไม่ครบถ้วน เพราะโปรแกรมถูกออกแบบให้มีการเชื่อมโยงข้อมูลกับงานทุกประเภท

ความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต

ความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตเช่น เส้นขนาน (parallel) , เส้นตั้งฉาก (perpendicular), ระนาบแนวนอน (horizontal), ระนาบแนวตั้ง (vertical), ร่วมศูนย์ (concentric) และระนาบหรือจุดร่วม (coincident) เหล่านี้เรียกว่า “constraints” การสร้างความสัมพันธ์ทรงเรขาคณิตอาจจะใช้ด้วยวิธีกำหนดด้วยสมการ (equations) ผู้ออกแบบสามารถกำหนดขนาดของรูเจาะที่แปรไปตามความหนาของชิ้นงานได้ด้วยการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรกำหนดขนาด

1.1 ข้อควรพิจารณาในการออกแบบ

ข้อควรพิจารณาใน Solid Work จะประกอบด้วย

การกำหนดความสัมพันธ์ของเส้นร่าง

ในการสร้างชิ้นงานส่วนฐานที่เริ่มจากระนาบเส้นร่าง คดขยการกำหนดความสัมพันธ์ขนานตั้งฉาก, ระนาบแนวนอน และระนาบแนวตั้ง

การกำหนดความเท่ากัน

เป็นการกำหนดให้ขนาดของชิ้นงานมีความเท่ากัน เมื่อเส้นปรับเปลี่ยนขนาด อีกเส้นก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

การกำหนดความสัมพันธ์

การกำหนดความสัมพันธ์ของชิ้นงานที่สร้างไปแล้ว เช่น ให้ขนานกัน, ให้ร่วมศูนย์กัน, ให้ร่วมจุด, ให้ร่วมระนาบกัน และให้อยู่บนระนาบเดียวกัน

การกำหนดขนาด

การกำหนดขนาดสามารถจะปรับเปลี่ยนได้หรือไม่ได้ สามารถตั้งค่าตัวแปรควบคุมได้
ตามความต้องการ

1.2 การวางแผนสร้างชิ้นงาน 3 มิติ

แผนกำหนดในการเขียนรูปจะกระทำได้หลายวิธีโดยแต่ละวิธีจะมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันไป เช่นในการเปรียบเทียบเป็นเพลตคานาน สามารถเขียนรูป 3 มิติ ได้หลายวิธี เช่น

1. ทำแบบชั้นซ้อน

การเขียนจะอาศัยการสร้างเส้นร่างบนหน้าตัดเป็นช่วงๆ ต่อเนื่องกันไป ถ้าเปลี่ยนแปลงความหนาในชั้นใดจะทำให้ได้ชิ้นงานต่อเป็นช่วงๆ

2. ทำแบบหมุนรอบแกน

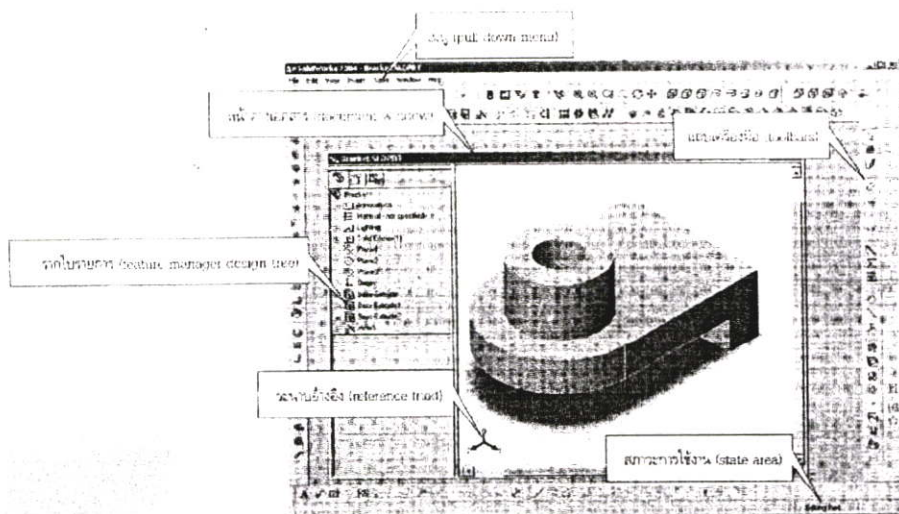
การเขียนแบบหมุนรอบแกนจะใช้วิธีเขียนหน้าตัดเส้นร่าง แล้วเขียนแกนเพื่อกำหนดให้เป็นแกนหมุน ก็จะทำให้เวลาในการเขียนน้อยลง

3. ทำแบบงานผลิต

ขั้นตอนการทำจะใกล้เคียงกับกระบวนการผลิต โดยเขียนทรงกระบอกรวมทั้งหมด จากนั้นจึงมาตัดชิ้นงานออกตามส่วนต่างๆ

1.3 การใช้งาน SolidWorks

การควบคุมและใช้งาน SolidWorks จะบังคับคำสั่งผ่านเมนู, คีย์บอร์ด, แถบเครื่องมือ เป็นต้น ดังแสดงส่วนประกอบ ดังรูป



เมนู (menus)

คำสั่งที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานได้จัดเตรียมไว้อย่างเป็นสัดส่วนเมื่อเห็นเมนูที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นรูป (view) จะสังเกตว่ากรณีที่มีเมนูย่อยจะมีลูกศรชี้ไปด้านขวา Display หรือเมื่อเห็นเมนูที่มีจุดท้ายข้อความ Orientation.. หมายถึงการเปิดหน้าต่างเพื่ออธิบายรายละเอียดตัวแปรต่างๆ เมื่อใช้ Customize Menu จะเป็นการเลือกเมนูที่จะให้ปรากฏบนหน้าจอ กระทำได้โดยการกดเครื่องหมายลงในช่อง

การใช้ปุ่มลัด (hot key)

กรณีของการใช้ปุ่มที่คีย์บอร์ดแทนการเลือกใช้คำสั่งผ่านเมนู Redraw Ctrl+R โปรแกรมได้มีการกำหนดมาตรฐานเอาไว้แล้ว เช่น Ctrl + O เพื่อเปิดไฟล์ ; Ctrl + S เพื่อจัดเก็บไฟล์ ; Ctrl + Z ใช้ในการยกเลิกการบังคับคำสั่งย้อนหลัง แต่ผู้ออกแบบก็สามารถที่จะกำหนดการบังคับคำสั่งได้เองด้วยเช่นกัน

แถบเครื่องมือ (toolbars)

แถบเครื่องมือได้จัดเตรียมไว้เพื่อให้การใช้งานมีความสะดวกมากขึ้นนั้น จะถูกจัดกลุ่มรวมกัน โดยเฉพาะคำสั่งประเภทเดียวกัน เช่นคำสั่งในการเขียนเส้นร่าง วงกลม เส้นโค้ง สีเหลี่ยมผืนผ้า เป็นต้น มักจะถูกจัดรวมในแถบเครื่องมือเส้นร่าง (sketch toolbar)

ตัวอย่างของแถบเครื่องมือ

ตัวอย่างของแถบเครื่องมือ เช่น เครื่องมือมาตรฐานดังแสดงในรูปด้านล่างจะประกอบไปด้วยคำสั่งที่ใช้ในการจัดการเกี่ยวกับไฟล์ เช่น การจัดเก็บไฟล์, การพิมพ์, การทำสำเนาไฟล์, การยกเลิกคำสั่ง และการช่วยเหลือกรณีเกิดความผิดพลาดในการใช้งาน

การกำหนดให้แถบเครื่องมือแสดงบนจอ

ผู้ออกแบบสามารถเลือกแถบเครื่องมือให้เปิดหรือปิดได้อย่างใดอย่างหนึ่ง :

- เลือก Tools , Customize จากหน้าต่างเลือกแถบเครื่องมือ จากนั้นเลือกภายในช่องที่ต้องการให้แถบเครื่องมือปรากฏ และยกเลิกการกาในกรณีที่ไม่ต้องการให้แถบเครื่องมือปรากฏบนจอ

หมายเหตุ

ในการเลือกเมนู Tools , Customize ผู้ออกแบบอาจจะเลือกวิธีนี้ เพื่อแสดงแถบเครื่องมืออีกแบบได้ด้วย

1.คลิกเมาส์ขวาขณะที่วางเมาส์ที่พื้นที่ขอบแถบเครื่องมือจากนั้นจึงทำการเลือกแถบเครื่องมือที่ต้องการแสดงด้วยการกาที่ช่องหน้าชื่อของแถบเครื่องมือ

2..คลิกไปที่ View , Toolbar ก็จะได้รายการของชื่อแถบเครื่องมือเหมือนกัน

การจัดวางแถบเครื่องมือ

ในการจัดวางแถบเครื่องมือสามารถกระทำได้หลายตำแหน่งรอบพื้นที่เขียนรูป ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบ เพราะสามารถจัดวางตามความต้องการได้ แต่ถ้าต้องการให้เกิดมาตรฐานเหมือนกันหมดก็ควรที่จะเลือกหน้าต่างให้เหมือนกับตอนที่เปิดโปรแกรมเป็นครั้งแรก

ข้อความแนะนำ

ข้อความแนะนำคร่าวๆ จะเป็นตัวช่วยให้ผู้ออกแบบได้ทำงานโดยมีที่ปรึกษาประจำตัวคอยบอกรายละเอียดตลอดการใช้งาน ผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้หรือไม่เลือกใช้ก็ได้เพราะต้องคอยตอบคำถามหรืออ่านคำอธิบายตลอดที่มีการใช้คำสั่งนั้นๆ

ใบรายการคุณสมบัติ (Feature Manager)

สำหรับใบรายการคุณสมบัติที่แสดงรายละเอียดการเขียนชิ้นงานจะแสดงถึงขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน หรือขั้นตอนการประกอบในรูปของราคาค่าสั่งที่มีรายละเอียดของขั้นตอนคำสั่งที่ใช้และตัวแปรที่ปรับค่าได้

ใบรายการคุณสมบัติ

SolidWorks จะมีใบรายการที่แสดงคุณสมบัติของคำสั่งที่เกิดขึ้นบนตำแหน่งที่ทับซ้อนกับใบรายการคุณสมบัติ (FeatureManager) ผู้ออกแบบสามารถปรับสีของใบรายการคุณสมบัติด้วยการปรับค่าที่เมนู Tools, Option, Colors ได้ในแถวด้านบนของใบรายการคุณสมบัติจะมีตัวเลือก OK, Cancel และ Help ในด้านล่างของปุ่มจะมีกรอบที่แสดงถึงค่าตัวแปรต่างๆ ที่สามารถเปิด - ปิดได้จากปุ่มลูกศร โดยแต่ละกรอบคำสั่งจะมีตัวแปรควบคุมหลายตัว

ปุ่มเมาส์

ปุ่มที่ใช้บังคับเมาส์จะมีทั้งปุ่มซ้าย, ปุ่มขวา และปุ่มกลางที่พัฒนาเป็นลูกกลิ้งบังคับ

1. ปุ่มซ้าย จะมีหน้าที่หลักคือการเลือกชิ้นงาน กดเลือกปุ่มเมนู และเลือกชื่อชิ้นงานจากใบรายการคุณสมบัติ
2. ปุ่มขวา ใช้ในการเปิดข้อมูลถัด โดยการวางเมาส์ไปยังชิ้นงานแล้วคลิกขวาเพื่อเปิดเมนูถัด
3. ปุ่มกลาง ปุ่มกลางจะเป็นลูกกลิ้งใช้สำหรับเลือกรูปหรือปรับขนาดการมองเห็นชิ้นงานหรือชิ้นงานประกอบ

ระบบตอบสนอง

การตอบสนองของโปรแกรมจะแสดงด้วยการเปลี่ยนรูปของ cursor (ตัวชี้) เมื่อผู้ออกแบบนำเมาส์ไปชี้ที่ส่วนมุม (vertex) ตัวชี้จะแสดงเป็นรูปสี่เหลี่ยม ดังแสดงในรูป เช่นแสดงของ (edge), แสดงถึงพื้นผิว (face) และแสดงถึงเส้นกำหนดขนาด (dimension)

ตัวเลือก

เมนู Tools จะมีตัวเลือก Options จากนั้นจะแสดงกรอบที่ใช้ในการปรับค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการกำหนดแบบตามที่ผู้ออกแบบต้องการ

การปรับตั้งค่าตัวแปรควบคุมการทำงาน

ผู้ออกแบบสามารถที่จะกำหนดการปรับค่าตัวแปรให้เป็นไปตามความต้องการ

ตัวแปรระบบ

ตัวเลือกที่ควบคุมระบบจะถูกจับรวมที่ System Option ผลจากการปรับค่าตัวแปรจะบังคับการทำงานโปรแกรม ตัวอย่างเช่น ผู้ออกแบบไม่ชอบสีพื้นจอก็สามารถปรับค่าตัวแปรระบบไม่ให้แสดงก็สามารถทำได้

ข้อมูลอ้างอิง

การปรับค่าที่เกี่ยวข้องกับค่าอ้างอิง เช่นหน่วย, มาตรฐานการทำแบบแปลน และคุณสมบัติวัสดุ (ความหนาแน่น) เป็นต้น โดยผู้ออกแบบสามารถปรับตั้งค่าแล้วทำการจัดเก็บไว้ใช้งานในคราวต่อไป

กำหนดข้อมูลอ้างอิงในแผ่นงานเริ่มต้น

การอ้างอิงข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างชิ้นงานเริ่มต้น ตัวอย่างเช่น จัดชิ้นงานเริ่มต้นด้วยการใช้มาตรฐาน ANSI ที่มีหน่วยเป็นนิ้ว แต่ถ้าต้องการหน่วยมิลลิเมตรก็ให้ปรับเป็นมาตรฐาน ISO โดยสามารถปรับตั้งไว้ใช้ได้ทั้งงานชิ้นส่วน , งานประกอบ และงานแบบแปลน 2 มิติ

กำหนดคุณสมบัติชิ้นงาน

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของชิ้นส่วนสามารถกระทำได้ด้วยการเลือกแก้ไขตัวแปร ตัวอย่างเช่น ผู้ออกแบบสามารถปรับเปลี่ยนเส้นบอกขนาดให้หลบซ่อนได้ หรือสามารถเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นงาน

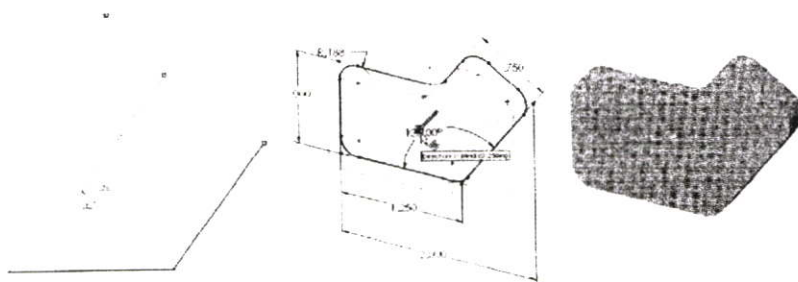
กลุ่มคำสั่งใช้งาน

ในส่วนของ Command Manager จะเป็นตัวกำหนดการใช้คำสั่งทำให้การจัดกลุ่มสะดวกมากยิ่งขึ้น เช่น แบ่งแถบเครื่องมือเป็นสองกลุ่มใหญ่ด้วยกัน คือกลุ่ม Features และ Sketches จะมีปุ่มบังคับที่แถบบน

2. การเขียนเส้นร่าง

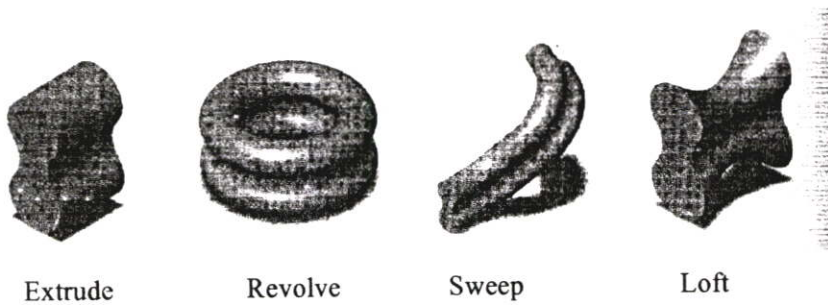
2.1 เส้นร่าง 2 มิติ

การสร้างเส้นร่าง 2 มิติ , พื้นฐานการสร้างชิ้นงาน การร่างเส้นจะนำไปใช้ในการสร้างรูปด้วยการทำดังต่อไปนี้



- การจับหน้าตัดยัด (extrusions)
- การหมุนรอบแกน (revolves)
- การวิ่งไปตามเส้นทางกำหนด (sweeps)
- การทำผิวกลมกลื่น (lofts)

รูปด้านล่างแสดงให้เห็นถึงการนำหน้าตัดที่เหมือนกันแต่นำมาสร้างรูปที่มีลักษณะแตกต่างกันได้เช่น



2.2 สถานะต่างๆขณะเขียนเส้นร่าง

New Part (สร้างชิ้นงานใหม่) เริ่มจากการสร้างชิ้นงานใหม่ด้วยการเลือกหน่วยวัดเป็นนิ้ว, มิลลิเมตร หรือหน่วยอื่นๆ

Sketches (เส้นร่าง) การเขียนเส้นร่าง 2 มิติตามรูปที่ต้องการ เพื่อนำไปสร้างเป็นชิ้นงาน 3 มิติ ตรงกันต่อไป

Sketch Geometry (เส้นร่างจากรูปสำเร็จมาตรฐาน) การเขียนเส้นร่าง 2 มิติที่อาศัยการเขียนจากคำสั่งรูปมาตรฐาน เช่น เส้นตรง, เส้นโค้ง, วงกลม เป็นต้น

Sketch Relation (ความสัมพันธ์เส้นร่าง) การกำหนดความสัมพันธ์เส้นร่าง เช่น อยู่ในระนาบแนวนอน, ระนาบแนวตั้ง เพื่อใช้กำหนดจุดอ้างอิง

State of the Sketch (สภาพของการร่างเส้น) ในแต่ละเส้นร่างจะพิจารณาความพร้อมตามสถานะ เช่น เส้นร่างแบบกำหนดสมบูรณ์ (full defined) หรือแบบกำหนดเกินความต้องการ (over defined)

Sketch Tools (เครื่องมือร่างเส้น) เครื่องมือร่างเส้นจะใช้ในการเขียนและสามารถเขียนและสามารถจะปรับเปลี่ยนได้ หรือการตัดเส้นเกิน (trimming)

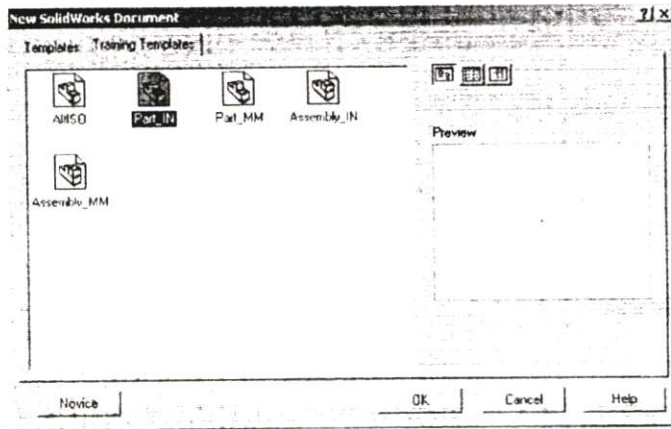
Extruding the Sketch (การยืดเส้นร่าง) การยืดเส้นร่าง 2 มิติ จะช่วยให้ได้ชิ้นงาน 3 มิติ ที่มีหน้าตัดและมีความหนาของชิ้นงาน

ขั้นตอนการทำ

ขั้นตอนการสร้างชิ้นงานด้วยการทำเส้นร่างแล้วจับยึดจะเริ่มจากการเลือกสร้างชิ้นงานใหม่ (new part file)


1. สร้างชิ้นงานใหม่ (new part)

เลือก File, New เลือก Part_IN จากแถบ Training Templates จากหน้าต่าง New SolidWorks Document และคลิก OK



ชิ้นงานที่สร้างขึ้นจะมีตัวแปรตามที่ได้กำหนดไว้ในแผ่นงานชั่วคราว (template) หน่วยที่ใช้จะเป็นหน่วยนี้ เพราะได้มีการตั้งค่าตัวแปรไว้ก่อนหน้าแล้ว ผู้ออกแบบสามารถกำหนดตัวแปร กำหนดหน่วย แล้วทำการจัดเก็บไว้ใช้งานได้เช่นกัน

2. การลบมุม

ทำการจัดเก็บไฟล์รูปชิ้นงาน (save) จากเมนู File หรือคลิก  จากแถบเครื่องมือ Standard (standare toolbar), ตั้งชื่อ Plate ส่วนนามสกุลจะมีรูปแบบ *.sldprt เมื่อแน่ใจ คลิก Save

การเขียนเส้นร่าง

ชิ้นงานแรกที่จะสร้างเริ่มจากชิ้นงานที่หนาเท่ากัน จากนั้นจะได้เพิ่มรายละเอียดจนกว่าชิ้นงานจะสมบูรณ์


เขียนเส้นร่าง

เส้นร่างจะเริ่มจากระนาบ 2 มิติ โดยจะเขียนจากเส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม และวงรี การเขียนเส้นร่างจะปรับเปลี่ยนได้ตลอด

กำหนดระนาบ

การเขียนเส้นร่างจะต้องเลือกระนาบ เพื่อใช้ในการกำหนดระนาบที่จะสร้างเส้นร่างซึ่งมีอยู่สามระนาบ คือ ระนาบด้านหน้า (front), ระนาบบน (top) และระนาบด้านขวา (right)

กล่าวนำ : แทรกเส้นร่าง

ถ้าผู้ออกแบบจะใช้ Insert Sketch ช่วยในการเปิดระนาบ ผู้ออกแบบควรที่จะเลือกระนาบอ้างอิงจากเลือก Insert, Sketch โดยโปรแกรมจะแสดงตัวชี้เป็น  เพื่อบอกให้ผู้ใช้เลือกระนาบหรือผิวที่ต้องการสร้างเส้นร่าง


การใช้คำสั่ง :

ผู้ออกแบบใช้คำสั่งแทรกเส้นร่างได้จาก


- เลือกแถบเครื่องมือ Sketch (Sketch Tools) คลิก 

- หรือเลือกเมนู Insert , เลือก Sketch
- หรือเลือกที่ผิวหรือระนาบที่ต้องการบนชิ้นงาน จากนั้นคลิกเมาส์ขวา และเลือก Insert Sketch จากเมนูลัด (shortcut menu)

3. เปิดระนาบเส้นร่าง

การเปิด Sketch จะเริ่มจากการคลิก  หรือเลือก Sketch จากเมนู Insert จากนั้นหน้าจอจะแสดงระนาบทั้งสามให้เลือก กรณีที่ระบบที่ใช้งานเป็นแบบ Trimetric โดยทั้งสามระนาบจะตั้งฉากกัน จากหน้าจอ เมื่อทำการเลือกระนาบด้านหน้า (front plane) ระนาบที่เลือกจะเน้นสี (highlight) ให้ผู้ออกแบบสังเกตได้ชัดเจน

4. ระนาบเส้นร่างพร้อมใช้งาน

หลังจากเลือกระนาบด้านหน้าหรือ Front Plane ระนาบจะหมุนตัวให้ตั้งฉากกับหน้าจอ เครื่องหมายที่แสดงระนาบ  จะแสดงระนาบใช้งานที่สี่ของหัวลูกศร








ปุ่มยืนยันที่มุมจอ

เมื่อคำสั่งทำงานจะเกิดสัญลักษณ์ที่มุมขวาบนพื้นที่เขียน (graphics area) เราเรียกว่า “ปุ่มยืนยัน” (confirmation corner)














ตัวแสดงภาพการร่างเส้นร่าง

เมื่อทำงานร่างเส้นหรือเปิด Sketch จะสังเกตเห็นเครื่องหมายที่มุมจอ แสดงว่ากำลังใช้งานส่วนการสร้างเส้นร่าง เมื่อคลิกเครื่องหมายถูก แสดงว่าต้องการเก็บงานเส้นร่างและปิด แต่ถ้าคลิกกากบาท แสดงว่าต้องการยกเลิกเส้นร่างนั้น เมื่อมุมจอใช้คำสั่งอื่นๆ นอกจากร่างเส้น จะปรากฏเครื่องหมายที่มุม ค้างรูป คลิกเครื่องหมายถูกเพื่อยืนยันการทำงานและเลือกเครื่องหมายกากบาทเมื่อต้องการยกเลิกคำสั่ง Solid Works จะมีคำสั่งในการสร้างเส้นร่างหลายคำสั่ง ที่นิยมใช้งานมากที่สุดคือ Lines, Circles และ Rectangles

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของคำสั่งที่จะแปรไปตามแถบเครื่องมือร่างเส้น

เส้นร่าง	ปุ่มเครื่องมือ	ตัวอย่างเส้นร่าง
เส้นตรง (line)		
วงกลม (circle)		
สร้างเส้นโค้งจากจุดศูนย์กลาง (centerpoint arc)		
สร้างเส้นโค้งจากเส้นสัมผัส (tangent arc)		

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของคำสั่งที่จะแปรไปตามแถบเครื่องมือร่างเส้น

เส้นร่าง	ปุ่มเครื่องมือ	ตัวอย่างเส้นร่าง
สร้างเส้นโค้งจาก 3 จุด (3 point arc)		
วงรี (ellipse)		
เส้นโค้งวน (spline)		
รูปหลายเหลี่ยม (polygon)		
รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (rectangle)		
ตำแหน่ง (point)		
เส้นศูนย์กลาง (centerline)		

การควบคุมการเขียนเส้นร่าง

พื้นฐานเขียนเส้นร่างมักจะใช้คำสั่ง Line การร่างเส้นจะมี 2 เทคนิคที่ใช้คือ

1. คลิก - คลิก (click - click) หรือ ดับเบิลคลิก

วางตำแหน่งของตัวชี้ (Cursor) ยังตำแหน่งที่เริ่มลากเส้น จากนั้นกดปุ่มเมาส์แล้วขยับนิ้วออกเมื่อถึงปลายเส้นให้ดับเบิลคลิก

2. คลิก - ลาก (click - drag)

วางตำแหน่งของตัวชี้ยังตำแหน่งเริ่ม กดปุ่มค้างแล้วลาก เมื่อถึงปลายเส้นขยับนิ้วออกจากปุ่ม การเขียนเส้นด้วยคำสั่ง Line จะลากเส้นเพียงช่วงเดียว (เส้นเดียว) โดยผู้ออกแบบสั่งกดอักษร "H" แสดงการลากเส้นตามนวน และ "V" แสดงถึงการลากเส้นมีทิศทางตามแนวตั้ง

การใช้คำสั่ง

1. เลือกคำสั่งจากเมนู Tools, เลือก Sketch Entity, Line
2. หรือวางตัวชี้บนหน้าจอพร้อมคลิกเมาส์ขวา และเลือก Line จากเมนูลัด

3. หรือเลือกคำสั่ง Sketch จากแถบเครื่องมือ Tools คลิก 

การสิ้นสุดการลากเส้นร่าง

การสิ้นสุดการลากเส้นร่าง

1. กดปุ่ม Esc บนคีย์บอร์ด

2. เลือก  เป็นครั้งที่สอง

3. เลือก  จากแถบเครื่องมือ

4. คลิกเมาส์ขวามบนหน้าจอ และเลือก Select จากเมนูถัด

สถานะของการร่างเส้น

การร่างเส้นจะมีการกำหนดสถานะในเวลาต่างกัน สถานะของการร่างจะขึ้นกับความสัมพันธ์ระหว่างเส้น และการกำหนดขนาดให้กับเส้นหรือกำหนดขนาดให้กับรูป

Under Defined หมายถึง ชิ้นงานอยู่ในสถานะที่การกำหนดจุด , การกำหนดขนาดที่ไม่ชัดเจน เช่น เป็นจุดลอยๆ ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้โดยผู้ออกแบบไม่ได้ป้อนเงื่อนไขไว้ รูปจะแสดงเป็นสีน้ำเงิน

Fully Defined การร่างเส้นมีข้อกำหนดครบทั้งในส่วนพิกัด ขนาดของเส้น และความสัมพันธ์ของรูป รูปจะแสดงเป็นสีดำ

Over Define การร่างเส้นที่มีข้อกำหนดเกินความจำเป็น เช่นการบอกระยะที่ซ้ำซ้อนกับของเดิม รูปจะแสดงเป็นสีแดง

ตัวเลือกแสดง

สีที่เพิ่มเติมมาอีกใช้ในการกำหนดสถานะของการทำงาน เช่น Dangling (สีน้ำตาล) , Not Solved (สีชมพู) และ Invalid (สีเหลือง) เหล่านี้จะแสดงถึงความผิดพลาดที่ควรจะมีการแก้ไข

2.3 ความสัมพันธ์ของเส้นร่าง

ความสัมพันธ์เส้นร่างจะใช้ในการกำหนดลักษณะของเส้นสำคัญ บางครั้งก็เกิดความสัมพันธ์แบบอัตโนมัติ เช่น เส้นในแนวตั้ง หรือเส้นในแนวนอน เส้นร่างเมื่อเขียนไปแล้วสามารถกำหนดความสัมพันธ์ได้ในภายหลัง

การใช้คำสั่ง


ดับเบิลคลิกบนส่วนของรูป

กรอบบรรยาย (callouts) จะบอกความสัมพันธ์สองส่วน คือ ระบายแนวนอน และส่วนสัมพันธ์กัน

ใบรายการคุณสมบัติ (property manager)

เลือกความสัมพันธ์ของเส้นร่างจาก ใบรายการคุณสมบัติที่จะแสดงความสัมพันธ์ทั้งหมดให้เห็น

ใช้แถบเครื่องมือ

คลิก  จากแถบเครื่องมือ Sketch Relation ในรายการจะแสดงรายละเอียดของความสัมพันธ์ที่มีอยู่

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้น

ดับเบิลคลิกบนเส้นที่ต้องการตรวจสอบกรอบบรรยายจะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์กับเส้นที่ผู้ออกแบบเลือก

ในรายการคุณสมบัติ

เมื่อดับเบิลคลิกที่เส้น ในรายการคุณสมบัติจะเปิดขึ้น หน้าต่างความสัมพันธ์จะปรากฏขึ้นในรายการแสดงความสัมพันธ์

การยกเลิกความสัมพันธ์

การยกเลิกความสัมพันธ์ให้เลือกไปที่ข้อความแสดงความสัมพันธ์ และกด Delete

จับปลายเส้นลาก

เพราะสาเหตุที่เส้นร่างขาวไม่พอที่จะทำให้เกิดความตึงฉาก ผู้ออกแบบจะสามารถลากและปรับตำแหน่งได้

2.4 การกำหนดขนาด

การกำหนดขนาดเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างชิ้นงานที่มีความสำคัญ เพราะจะทำให้รูปร่างของชิ้นงานเป็นจริงมากที่สุด

การกำหนดขนาดอัตโนมัติ

ในความหมายของ Smart Dimensions (กำหนดขนาดอัตโนมัติ) เป็นการกำหนดคุณสมบัติของขนาดโดยจะแสดงรูปให้เห็นก่อน ก่อนตัดสินใจจริง จากเดิมที่ผู้ออกแบบเลือกไปที่เส้นโค้งจะหมายถึงต้องการปรับรัศมีโค้ง ถ้าเลือกไปที่วงกลม หมายถึงต้องการเปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลาง และถ้าเลือกไปที่เส้นขนาน หมายถึงต้องการปรับระยะของเส้นขนาน แต่ในกรณีนี้หากใช้เครื่องมือ Smart Dimension ผู้ออกแบบสามารถจะปรับได้มากกว่านั้น

การใช้คำสั่ง :

1. เลือกจากเมนู Tools เลือก Dimensions , Parallel
2. หรือคลิกขวา และเลือก Dimensions , Parallel จากเมนูลัด
3. หรือเลือกจากแถบเครื่องมือ Dimensions / Relations เลือก Smart Dimensions


จากการเลือกรูปที่ต้องการกำหนดขนาด จะพบว่าตัวเลขบอกขนาดจะปรากฏในแบบแล้ว จากนั้นให้ชี้เมาส์ไปที่ตัวเลขบอกขนาดแล้วลากเปลี่ยนตำแหน่งได้หรือดับเบิลคลิกก็สามารถเปลี่ยนตัวเลขบอกขนาดได้ เช่นการบอกระยะระหว่างจุดปลายทั้งสองสามารถบอกได้หลายลักษณะ ดังต่อไปนี้

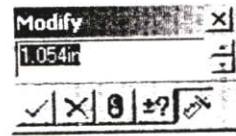
กำหนดขนาดเชิงเส้น

คลิกเส้นบอกขนาดจะขึ้นข้อความปรับเปลี่ยน (modify) ผู้ออกแบบสามารถเพิ่มขนาดได้ตามที่ต้องการ


เครื่องมือสำหรับปรับปรุงขนาด

การปรับปรุงขนาดจะอาศัยเครื่องมือในการปรับเปลี่ยน

-  ปุ่มปรับขึ้นลง กรณีผู้ออกแบบไม่ต้องการ
- ป้อนตัวเลขจะใช้การปรับขนาดขึ้นหรือลง
- ต้องการยืนยันขนาด
- ต้องการใช้นาฬิกาหรือปิดหน้าต่าง
- ต้องการให้สร้างรูปใหม่ตามค่าที่ป้อน
- ปรับช่วงของระยะ
- สร้างขนาดเพื่อจัดส่งแบบแปลน



ปรับเปลี่ยนขนาด

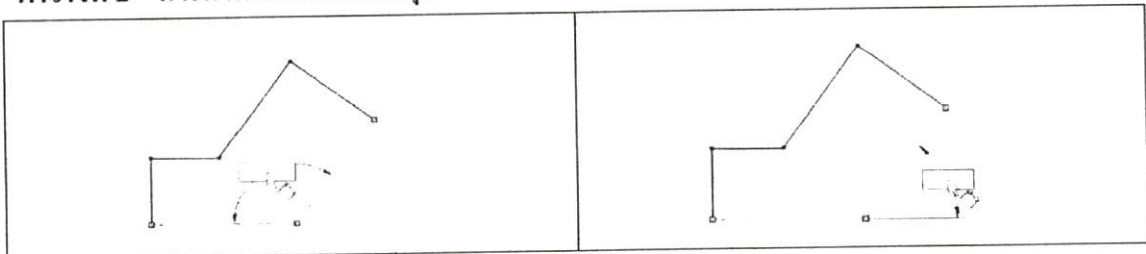
เปลี่ยนขนาดเป็น 0.75 และคลิก Save เส้นที่สร้างจะเปลี่ยนขนาดไป (การกด Enter จะให้ผลเท่ากับเลือกปุ่ม )

การกำหนดขนาดเชิงเส้น

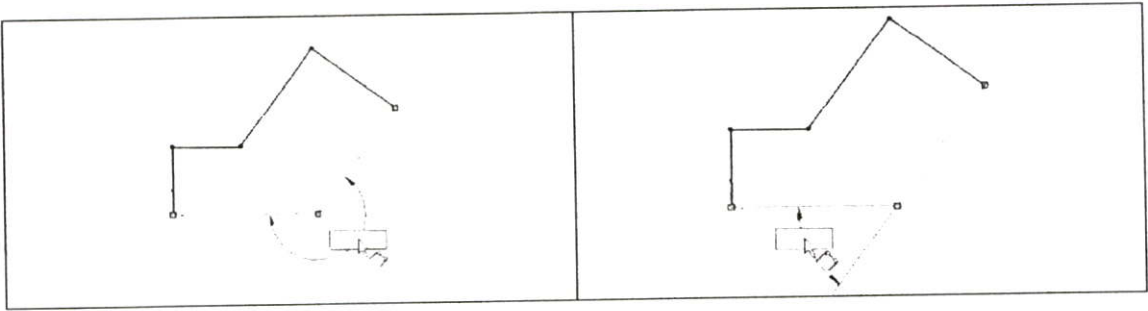
ข้อแนะนำ

การกำหนดขนาดที่ดีควรจะไปพร้อมๆกับการเขียนเส้นร่าง เพราะจะทำให้งานกำหนดขนาดใช้เวลาน้อย การกำหนดของมุมที่เกิดระหว่างเส้นตรงสองเส้น หรือเกิดจากมุมกวาดเป็นต้น เส้นทั้งสองต้องไม่อยู่ในสภาวะขนานกันหรือทับซ้อนกัน การกำหนดขนาดของมุมสามารถที่จะวางได้หลายตำแหน่งดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 2 การกำหนดขนาดของมุม



ตารางที่ 2 (ต่อ)




กำหนดขนาดมุม

จะใช้แถบเครื่องมือ Dimension ในการเลือกกำหนดขนาดของมุม โดยจะปรับขนาด 125 องศาเป็นรูปเส้นร่างที่มีการกำหนดอย่างสมบูรณ์


2.5 การลบมุมเส้นร่าง

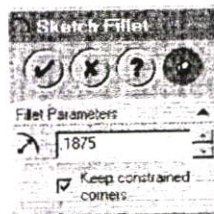
การลบมุมของเส้นร่างก็เพื่อลดความแหลมคมของจุดต่อเส้น มักจะทำกับรูปเส้นร่างที่มีการกำหนดขนาดอย่างสมบูรณ์แล้ว Sketch Fillet จะใช้ในการลบมุม โดยการป้อนขนาดรัศมีลบมุมตามที่ต้องการ

การใช้คำสั่ง

1. จากเมนู Tools เลือก Sketch Tools , Fillet
2. หรือเลือกจากแถบเครื่องมือ Sketch Tools , คลิก 

การลบมุม

คลิก  และปรับค่ารัศมีเป็น 0.1875in เลือก OK เพื่อยืนยันค่าที่ป้อน



การปรับขนาดรัศมีลบมุม

การปรับรัศมีในครั้งเดียวพร้อมๆกันจะกระทำได้ด้วยการกำหนดความสัมพันธ์พร้อมกันทั้งหมดในครั้งเดียวด้วยความสัมพันธ์แบบ Equal เมื่อผู้ออกแบบทำการปรับรัศมีโค้งเพียงโค้งเดียว เส้นร่างจะปรับพร้อมกันหมด

2.6 การจับยึดชิ้นงาน (Extrude)

หลังจากการทำเส้นร่างเสร็จสมบูรณ์แล้ว ผู้ออกแบบสามารถจับยึดหรือทำให้ชิ้นงานมีความหนาขึ้นมาเท่าๆกันทั้งหน้าตัด

การใช้คำสั่ง

1. จากเมนู Insert, Boss, Extrude.....
2. หรือใช้แถบเครื่องมือ Feature, คลิก

การจับยึดหน้าตัดเส้นร่าง

เลือกเมนู Insert, Boss, Extrude หรือ คลิกจากแถบเครื่องมือบน Feature เมนู Insert จะมีตัวเลือกในการสร้างชิ้นงาน 3 มิติทั้ง Extrude และ Revolve แต่หากคำสั่งไหนไม่สามารถทำงานได้ จะแสดงเป็นสีเทา มีความหมายว่ารูปที่เตรียมยังไม่พร้อมใช้คำสั่งนั้น

รูปเบื้องต้น (preview graphics)

รูปชิ้นงานจะแสดงเป็นมุมมอง 3 มิติ และแสดงการยึดออก เมื่อนำเมาส์ไปวางบนหัวลูกศร จะแสดงระยะทางและรูปแบบของการยึดให้เห็น

รูปเบื้องต้น

เลือกคลิกปุ่ม Detailed Preview คลิก preview off

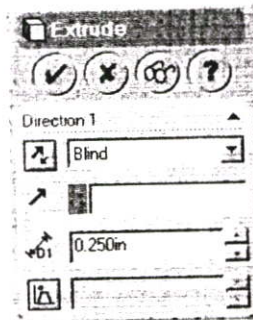
การปรับค่าการยึดชิ้นงาน

ค่าที่ต้องปรับเปลี่ยน

End Condition = Blind ความหนา = 0.25 in แล้วคลิก เพื่อยืนยันการสร้าง

ชิ้นงาน

การคลิกยืนยันด้วยการกดปุ่ม เป็นการยืนยันว่าเสร็จสิ้นการป้อนคำสั่งหรืออาจจะใช้วิธีปรับ OK / Cancel ที่ปุ่มขวามุมบนก็ได้เช่นกัน และอีกวิธีให้คลิกขวาและเลือก OK จากเมนูลัด



ชิ้นงานสมบูรณ์

ชิ้นงานที่สมบูรณ์จะถูกรวมในชื่อ Extrude1

จัดเก็บไฟล์ และปิดแท็บงาน

3. การสร้างชิ้นงาน 3 มิติ

3.1 พื้นฐานชิ้นงาน 3 มิติ

สถานะการสร้างชิ้นงาน

พื้นฐานการสร้างรูปชิ้นงาน 3 มิติ

คำจำกัดความ (terminology)

เป็นคำจำกัดความที่ผู้ออกแบบจะต้องรู้เพื่อความสะดวกและความเข้าใจในการเรียนรู้

โปรแกรม

การเลือกหน้าตัด

การเลือกหน้าตัดที่ดีที่สุดเพื่อใช้ในการเขียนเส้นร่างแล้วสร้างชิ้นงาน 3 มิติ

การเลือกกระนาบเส้นร่าง

การเลือกกระนาบในการเขียนเส้นร่างมีความสำคัญต่อความง่ายในการสร้างรูปชิ้นงาน

3มิติ

ส่วนสำคัญของการออกแบบ

อะไรเป็นส่วนสำคัญที่ผู้ออกแบบควรคำนึงถึง ซึ่งมันจะมีผลกระทบกันขั้นตอนการสร้าง

รูปชิ้นงาน

การสร้างชิ้นงานใหม่

การกำหนดการสร้างชิ้นงานใหม่เป็นขั้นตอนแรก

การต่อเติมหรือการเจาะรูชิ้นงาน

การต่อเติม (boss) และการเจาะรูชิ้นงาน (hole features) ถือว่าเป็นการปรับปรุงชิ้นงาน

เดิมให้มีส่วนสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

การลบมุม

การลบมุมสามารถทำให้มุมชิ้นงานที่มีความคมกลายเป็นมุมโค้ง

การเปลี่ยนแปลงขนาด

การเปลี่ยนแปลงตัวเลขบอกขนาดจะมีผลทำให้ชิ้นงานเปลี่ยนแปลงขนาดตามไปด้วย

คำจำกัดความ

SolidWorks เป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมใช้ในการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ ผู้ออกแบบจำเป็นต้องเข้าใจความหมายของคำ เพื่อความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม

Feature

ลักษณะชิ้นงาน หมายถึง การตัดส่วนชิ้นงาน การต่อเติมชิ้นงาน และการเขียนเส้นร่างที่อยู่ในระบบ 3 มิติ เพราะแต่ละคำสั่งจะทำให้ได้รูปลักษณะของชิ้นงานที่แตกต่างกันไป

Plane

ระนาบ หมายถึงแผ่นแบนราบที่เกิดจากจุดกำเนิด บางครั้งระนาบจะถูกกำหนดบนผิวชิ้นงานเพื่อใช้ในการต่อเติมชิ้นงานหรือตัดส่วนชิ้นงาน

Extrusion

เป็นการนำหน้าตัดที่เกิดจากเส้นร่างมาจับยึดให้เป็นชิ้นงาน 3 มิติ โดยทิศทางจับยึดจะตั้งฉากกับระนาบของหน้าตัดเสมอ

Sketch

เป็นการเขียนเส้นร่างที่ผู้ออกแบบสามารถเขียนขึ้นจากระนาบ 2 มิติ หรือเขียนขึ้นบนผิวชิ้นงานเพื่อใช้ต่อเติมหรือตัดเจาะชิ้นส่วนรูป

Boss

เป็นส่วนของการต่อเติมรายละเอียดของชิ้นงานเพิ่มจากเดิมหรือเพิ่มจากชิ้นงานส่วนฐาน

Cut

เป็นส่วนของการต่อเติมรายละเอียดของชิ้นงานเพิ่มจากเดิม หรือเพิ่มจากชิ้นงานส่วนฐาน

Fillets and Round

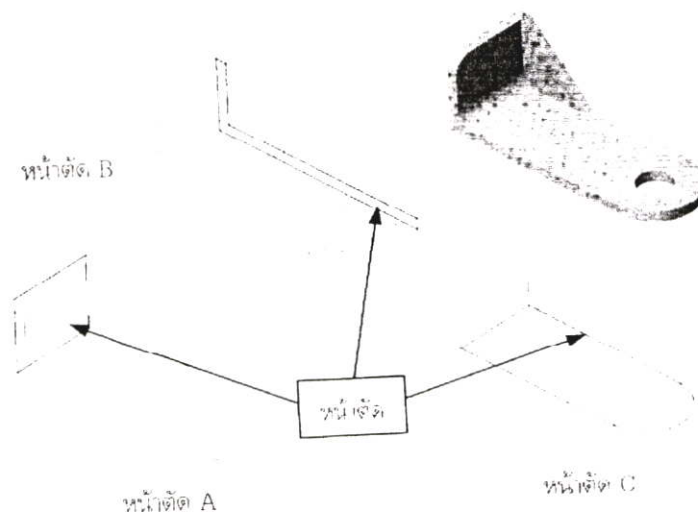
การทำมุมรอบชิ้นงาน โดยอาศัยการเลือกของชิ้นงานหรือเลือกผิวชิ้นงาน ประกอบด้วย การกำหนดแนวรัศมีกลมมุม

Design Intent

ข้อควรพิจารณาในการออกแบบ กล่าวถึงการวิเคราะห์การสร้างรูปชิ้นงานโดยการศึกษา ข้อควรระวัง ตลอดจนการวางแผน เช่น การเลือกหน้าตัดเพื่อใช้ในการทำส่วนฐานของชิ้นงาน จะต้องคำนึงถึงความยากง่ายในการนำไปขึ้นรูปให้เป็น 3 มิติด้วย

ตัวอย่างการเลือกหน้าตัดที่ดี

ในรูปด้านล่างนี้จะมีหน้าตัดให้เลือก 3 หน้าตัด โดยการเลือกหน้าตัดที่จะนำไปสร้างเส้นร่างจะมีผลต่อความยากง่ายในการขึ้นรูป 3 มิติ



- หน้าตัด A

หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งจะยังคงมีการต่อเติมหรือตัดชิ้นงานอีกมากกว่าจะได้รูปที่สมบูรณ์

- หน้าตัด B

หน้าตัดเส้นร่างจะทำเป็นรูปตัว “ L ” วิธีนี้ถือได้ว่าเป็นการขึ้นรูปชิ้นงานที่ดี แต่ยังคงขาดในส่วนของชิ้นงานค้ำยันที่ต้องเขียนเพิ่ม

- หน้าตัด C

หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะต้องต่อเติม และความยากง่ายจะคล้ายกับการใช้หน้าตัด A



การเลือกระนาบเส้นร่าง

จะมีหน้าตัดหนึ่งที่เหมาะสมจะทำเป็นระนาบของเส้นร่าง โดย SolidWorks ได้เตรียมระนาบมาตรฐานไว้เพื่อให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ระนาบที่มากับโปรแกรม 3 ระนาบ

ระนาบอ้างอิง

ระนาบอ้างอิง คือ ระนาบด้านหน้า ระนาบด้านบน และระนาบด้านขวา ซึ่งชื่อจะถูกถือคให้เป็นชื่อมาตรฐานแต่ผู้ออกแบบสามารถสร้างระนาบขึ้นมาเองได้ โดยตั้งชื่อตามต้องการหรือโปรแกรมจะตั้งเรียงลำดับเอง เช่น ระนาบ 1, ระนาบ 2, ระนาบ 3 เป็นต้น

ตำแหน่งการวางรูปชิ้นงาน

โดยมากจะสามารถนึกถึงระนาบคล้ายกับกล่อง โดยผู้ออกแบบสามารถเลือกระนาบได้ โดยจะต้องคำนึงถึงชิ้นงานที่จะออกมาด้วย เมื่อผู้ออกแบบกำหนดระนาบ Isometric รูปชิ้นงานสามารถที่จะมองเห็น 3 ระนาบพร้อมกัน

ตำแหน่งการวางแบบแปลน

หลังจากการวางรูปชิ้นงานแล้ว แบบแปลนถือว่าเป็นผลอันเนื่องมาจากการกำหนดระนาบในการเขียนเส้นร่างด้วย ต่อเนื่องจากที่ผู้ออกแบบเลือกระนาบ C เป็นระนาบหน้าตัดที่จะสร้างเส้นร่างจะเห็นได้ว่าผลการเลือกระนาบมาตรฐานที่แตกต่างกันจะได้มุมมอง Isometric ที่แตกต่างกัน ถ้าเลือกระนาบด้านบน (top plane) ในการเขียนเส้นร่างถ้าเลือกระนาบด้านหน้า (front

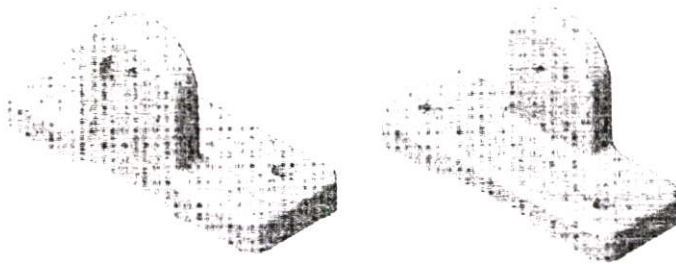
plane) หรือถ้าเลือกระนาบด้านขวา (right plane) ในการเขียนเส้นร่างจะเห็นว่า การเลือกระนาบด้านบนน่าจะเป็นระนาบที่จะเลือกสร้างเส้นร่าง

ระนาบที่เลือก

หลังจากการกำหนดระนาบอย่างระมัดระวังทำให้แบบแปลนที่เกิดจากการทำงานของโปรแกรมเป็นไปตามที่ผู้ออกแบบต้องการ คืออ่านแบบได้ง่าย และสามารถกำหนดรายละเอียดของแบบได้ง่าย

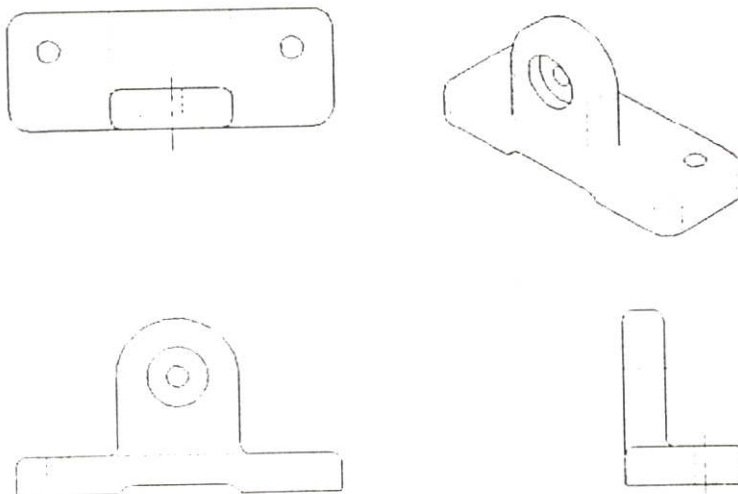
รายละเอียดของชิ้นงาน

ชิ้นงานที่สร้างสามารถจะแสดงรายละเอียดได้หลายมุมมอง โดยการสร้างชิ้นงานเกิดจากการต่อเติม (boss) ชิ้นงานสองชิ้นเข้าด้วยกันแล้วใช้คำสั่งในการเจาะรูและคำสั่งในการลบมุม (fillets)



มุมมองมาตรฐาน

ชิ้นงานที่แสดงจะมีมุมมองมาตรฐานที่โปรแกรมกำหนดมาให้คือ มุมมองด้านหน้า ด้านขวา ด้านบน และมุมมอง Isometric



ชิ้นงานต่อเติม

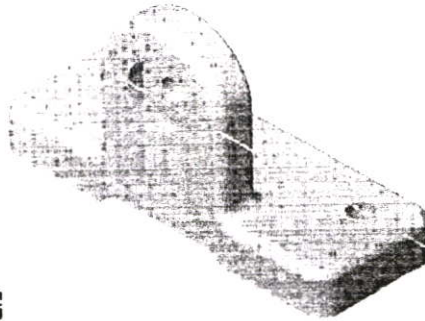
ชิ้นงานที่เกิดจากการประกอบสองชิ้นที่มีระนาบแตกต่างกัน โดยทั้งสองชิ้นจะต่อเชื่อมกัน

ดังแสดงในรูป



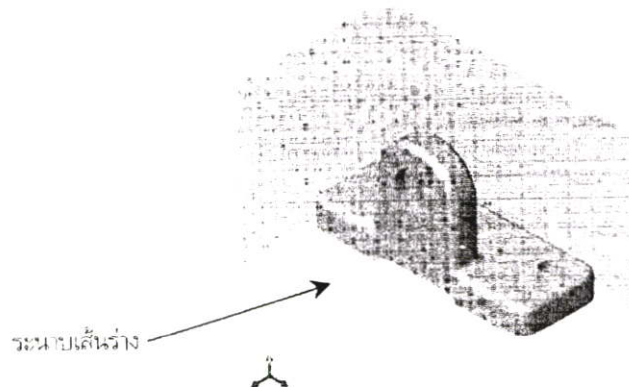
การเลือกหน้าตัดที่ดี

ในการสร้างชิ้นงานจะเริ่มจากการเลือกระนาบด้านบน แล้วเขียนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า จากนั้นทำการจับยึดชิ้นงาน (extrude) แล้วต่อเติมชิ้นงานแผ่นตั้งเพื่อให้ได้รูปชิ้นงานที่สมบูรณ์



ระนาบสร้างเส้นร่าง

ระนาบที่สร้างเส้นร่างจะเลือกระนาบด้านบน (top plane)



ข้อควรพิจารณาในการออกแบบ

ข้อควรพิจารณาในการสร้างชิ้นงานจะต้องพิจารณาว่าส่วนไหนควรสร้าง ส่วนไหนไม่ควรสร้าง

- ทุกๆ เจาะบนชิ้นงานถูกเจาะทะลุผ่านทั้งหมด

- รูจะอยู่ในสภาพสมมาตรกับแกนกลางของชิ้นงาน
- ร่องตรงแนวเดียวกันกับส่วนแผ่นตั้ง

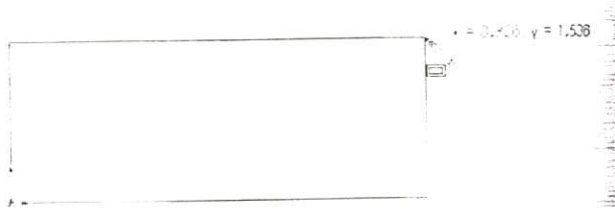
ขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน

ชิ้นส่วนที่เกิดจากการเขียนเส้นร่าง แล้วจับยึด เจาะรู และลบมุม จะทำให้ได้ชิ้นงานซึ่งแบ่งเป็นขั้นตอนการทำงานได้ดังต่อไปนี้

1. สร้างชิ้นส่วนใหม่

คลิก  หรือเลือก File, New เพื่อสร้างชิ้นส่วนใหม่ แล้วเลือก Part_In และ Save ไฟล์ในชื่อ

Basic



2. เลือกระนาบที่จะทำการเขียนเส้นร่าง

ในที่นี้เลือกระนาบด้านบน (top plane)


การเขียนเส้นร่างรูปสี่เหลี่ยม

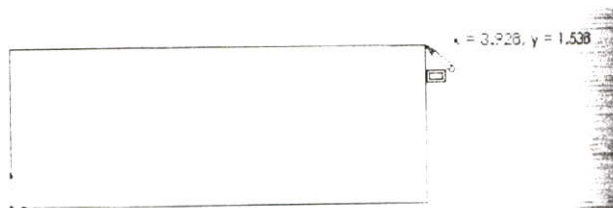
การเริ่มสร้างชิ้นงานเพื่อนำไปจับยึดจะเริ่มจากการสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า การเขียนรูปสี่เหลี่ยมในระนาบเส้นร่างจะประกอบด้วยเส้นสี่เส้น (ในแนวนอนสองเส้น ในแนวตั้งสองเส้น) เชื่อมต่อกันที่ปลาย

การใช้คำสั่ง

- เปิด Sketch จากแถบเครื่องมือ คลิก Rectangle Tool
- หรือ เลือกเมนู Tools เลือก Sketch Entity, Rectangle

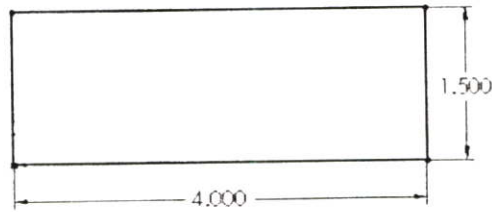
3. เขียนเส้นร่างรูปสี่เหลี่ยม

คลิกไปที่ Rectangle และจุดเริ่มเขียนควรเป็นจุดกำเนิด (origin) ดังเกต ตัวชี้ (cursor) จะเป็นรูป  แสดงถึงการเข้าถึงจุดกำเนิดแล้ว จากนั้นลากเมาส์ออกให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยไม่ต้องคำนึงถึงขนาด



4. การกำหนดขนาดสมบูรณ์

ผู้ออกแบบจะกำหนดขนาดของเส้นเพื่อให้รูปมีความสมบูรณ์มากขึ้น



ตัวเลือกการจับยึด

ในการจับยึดชิ้นงานสามารถตั้งค่าตัวแปรได้หลายตัวแปร ดังแสดงต่อไปนี้

■ End Condition Type

ในการยึดสามารถกระทำได้ทั้งทิศทางเดียวหรือสองทิศทาง โดยระนาบทั้งสองสามารถปรับตั้งได้

■ Depth

เป็นการกำหนดความหนาชิ้นงานหรือระยะยึดตัวของชิ้นงาน แต่ถ้าเป็นการยึดออกสองทิศทาง ถ้ากำหนดระยะ 50 มิลลิเมตร หมายความว่ามีความหนารวมทั้งหมด หรือทิศทางละ 25 มิลลิเมตร

■ Draft

การยึดที่ใช้ตัวแปร Draft จะทำให้การยึดไปพร้อมกับการลดขนาดหน้าตัด หรือขยายหน้าตัด (รูปทรงกรวย)

การยึดชิ้นงาน

การยึดชิ้นงานด้วย Extrude ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้หนา 0.5 in ทิศทางพุ่งขึ้นด้านบน จะได้รูปชิ้นงานที่สมบูรณ์

เปลี่ยนชื่อชิ้นงาน

ในการเขียนชิ้นงานจะสังเกตเห็นว่าที่รากของไ보ราชการคุณสมบัติ (feature manager design tree) จะปรากฏชื่อของตามคำสั่งที่ใช้งาน ผู้ออกแบบสามารถปรับเปลี่ยนชื่อเองได้เพื่อความสะดวกในการค้นหาหรือแก้ไขในคราวต่อไป

การเปลี่ยนชื่อชิ้นงาน

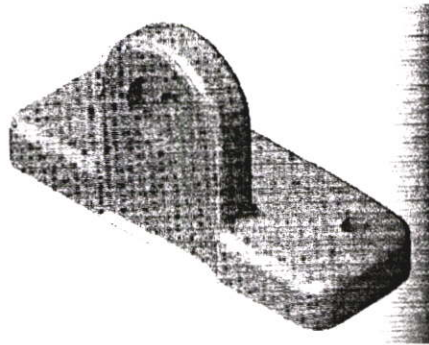
เพื่อให้เข้าใจง่าย ผู้ออกแบบสามารถทดลองเปลี่ยนชื่อจากรากของไ보ราชการคุณสมบัติ โดยดับเบิลคลิกซ้ำๆ ที่ตำแหน่งชื่อ Extrude1 จนกว่าโปรแกรมจะเน้นสีแล้วเปลี่ยนชื่อเป็น Base Plate

ข้อแนะนำ

ในการเปลี่ยนชื่อให้ดับเบิลคลิกซ้ำๆ ในการแก้ไขชื่อ หรืออาจจะกด F2 ก็ได้

3.2 การต่อเติมชิ้นส่วน


ขั้นต่อไปคือการต่อเติมชิ้นส่วนตั้งที่มีด้านบนเป็นรูปครึ่งวงกลมดังแสดงในรูป



ข้อแนะนำ

การตัดเจาะก็จะทำลักษณะเดียวกันกับการต่อเติมชิ้นส่วนเพียงแต่คำสั่งจะอยู่ในรูปการตัด
เจาะ

แทรกเส้นร่างเพิ่มใหม่


ทำการสร้างเส้นร่างด้วยการเลือกเมนู **Insert, Sketch** หรือเลือกแถบเครื่องมือ **Sketch**
และคลิก  ระบายที่จะเขียนเส้นร่าง

การร่างเส้นโค้ง

SolidWorks จะมีตัวเลือกในการใช้เขียนเส้นร่าง เช่น Tangent Arc เส้นโค้งที่มีเงื่อนไขที่
ต้องสัมผัสกับเส้นตรงเดิม

การใช้ Tangent Arc ในการร่างเส้นกระทำได้โดยเริ่มจากการลากเส้นตรงก่อนหรือ
ลากเส้นโค้งก่อน หลังจากนั้นใช้ Tangent Arc เส้นโค้งที่เกิดขึ้นจะมีคุณสมบัติคือสัมผัสกับเส้นตรง
นั้น

การใช้คำสั่ง :

- ใช้เมนู Tool, เลือก Sketch Entity, Tangent Arc
- หรือวางเมาส์บนหน้าจอพร้อมคลิกขวา และเลือก Tangent Arc
- หรือเลือกจากแถบเครื่องมือ Sketch เลือก 

ข้อควรพิจารณาสำหรับเส้นโค้งสัมผัส

เมื่อผู้ออกแบบทำการร่างเส้นโค้งสัมผัส โปรแกรมจะป้อนตำแหน่งที่ต้องการจัดวาง
ผู้ออกแบบจะเริ่มเขียนเส้นร่างจากจุดปลาย และอาศัยการเคลื่อนเมาส์เพื่อร่างเส้น

การเปลี่ยนสภาพระหว่างเส้นและเส้นโค้ง

เมื่อใช้คำสั่ง Line  ผู้ออกแบบสามารถกลับไปมาระหว่างเส้นตรงกับเส้นโค้ง และ
ย้อนกลับเป็นเส้นตรงโดยไม่ต้องไปเลือก Tangent Arc เพียงแต่ผู้ออกแบบกด A จากคีย์บอร์ด

เขียนเส้นแนวตั้ง

เลือกเครื่องมือ และเริ่มจากการเขียนเส้นจากขอบล่าง เมื่อนำเมาส์ไปชี้จะสังเกตเห็นซึ่งแสดงระนาบเดียวกัน

การปรับสภาพคำสั่ง

กด A จากคีย์บอร์ด จะทำให้คำสั่งลากเส้นเปลี่ยนเป็นเส้นโค้ง

เส้นโค้งสัมผัส

ลากเส้นโค้งโดยกวาดมุม 180° ให้โค้งสัมผัสกับเส้นตรงในแนวตั้ง โดยวางแผนให้ปลายเส้นอยู่ในระดับเดียวกันกับจุดปลายอีกด้านและจุดศูนย์กลาง


ลากเส้นร่างสุดท้าย

เขียนเส้นแนวตั้งจากปลายเส้นโค้งจนถึงขอบเส้นด้านล่าง

กำหนดขนาดของเส้น

กำหนดความยาวของเส้นและกำหนดขนาดรัศมีจากระนาบร่าง ผู้ออกแบบขนาดรัศมีจากระนาบร่าง ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดขนาดให้ครบถ้วนอีกทางเลือกของการกำหนดขนาด ผู้ออกแบบสามารถกำหนดระยะเวลาแบบช่วงความยาวได้ (ค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุด)

กำหนดทิศทางการยัด

เลือก Insert , Boss , Extrude แล้วปรับระยะความหนา 0.5in ในการกำหนดทิศทาง โปรแกรมจะแสดงทิศทางโปรแกรมจะแสดงทิศทางให้ผู้ออกแบบเห็นก่อน ถ้าถูกต้องก็จะยืนยัน หากทิศทางผิดให้เลือก Reverse direction  (ปุ่มกลับทิศทาง)

ขึ้นต่อเติมที่สมบูรณ์

จะได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์และรวมเป็นเนื้อเดียวกัน และตั้งชื่อเป็น VertBoss

คำสั่งกำหนดมุมมอง

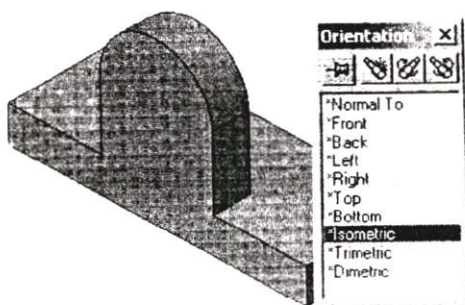
การกำหนดมุมมองของชิ้นงานจะอาศัยการปรับตามต้องการของผู้ออกแบบ จากนั้นจะปักหมุด  เพื่อกำหนดมุมมอง

การใช้คำสั่ง

- จากเมนู View และเลือก Orientation...
- หรือบนแถบเครื่องมือ View , เลือก 
- หรือใช้คีย์บอร์ดด้วยการกด Spacebar

การเปลี่ยนมุมมอง

ให้กด Spacebar และดับเบิลคลิกที่ *Isometric จากใบรายการคุณสมบัติ



3.3 การเจาะรูอัตโนมัติ

การเจาะรูอัตโนมัติ

เป็นการเจาะรูชิ้นงานทรงตันเป็นรูตามต้องการซึ่งมีหลายแบบ เช่น รูกลมธรรมดา รูรีเวจ เจาะรูตลับ และเจาะรูตลับรีเวจ เป็นต้น

การเจาะรูแบบตลับ

ผู้ออกแบบสามารถเจาะรูโดยการกำหนดขนาดรูที่เจาะ และกำหนดขนาดของเกลียว ผู้ออกแบบสามารถกำหนดจุดที่ต้องการให้มีการเจาะรูได้ทั้งพื้นผิวที่เลือกและบนผิวโค้ง

การเจาะรูอัตโนมัติในแต่ละแบบจะอาศัยการกำหนดจุดบนตำแหน่งของผิวหรือตำแหน่งศูนย์กลางโค้ง

การใช้คำสั่ง

1. จากเมนู Insert เลือก Features , Hole , Wizard...
2. หรือเลือก  จากแถบเครื่องมือ Features toolbar

ตำแหน่งเจาะรู

ในการกำหนดตำแหน่งของการเจาะรูเริ่มจากการใช้เมนู Insert , Features , Hole , Wizard

การเลือกแบบของการเจาะรู

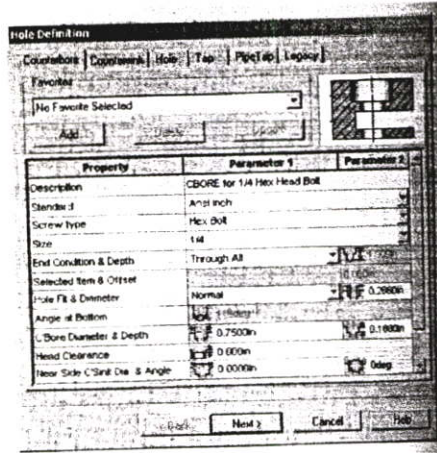
ให้ผู้ออกแบบทำการเลือกคุณสมบัติของรูเจาะ เช่น

Standard : Ansi Inch

Screw type : Hex Bolt (หัว 6 เหลี่ยม)

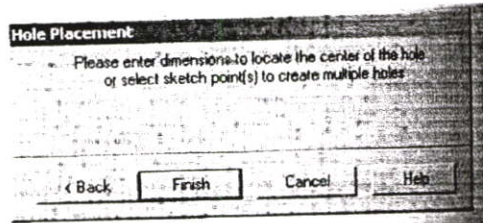
Size : 1 / 4

เงื่อนไขสุดท้าย : Through All (เจาะทะลุตลอด) คลิก Next



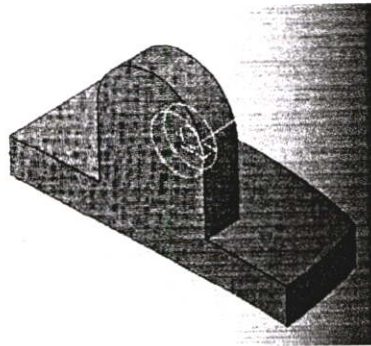
กำหนดตำแหน่งเจาะรู

ตำแหน่งของรูเจาะจะเกิดขึ้นจากจุดศูนย์กลาง กำหนดตำแหน่งโดยเลือกจากแถบเครื่องมือ Point



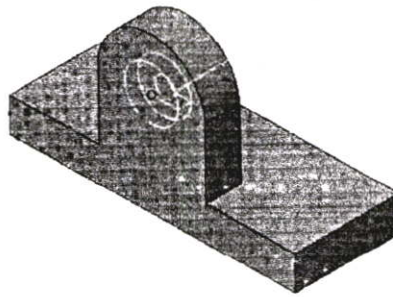
ข้อแนะนำ

กรณีการเจาะรูมากกว่าหนึ่งจะใช้วิธีสำเนาจุดศูนย์กลางจากระนาบเส้นร่าง



กำหนดจุดศูนย์กลาง

ผู้ออกแบบสามารถเลือกจุดด้วยการลากจุดศูนย์กลางไปที่ข้อขอบเส้นโค้งแต่ยังไม่ปล่อยเมาส์ จากนั้นโปรแกรมจะวิ่งหาจุดศูนย์กลางอัตโนมัติ โดยมีสัญลักษณ์ หรืออาจจะลากจุดศูนย์กลางไปกะประมาณจุดศูนย์กลางโค้งจนกว่าโปรแกรมแสดงตัวชี้เป็น จึงปล่อยเมาส์




รูเจาะสมบูรณ์

คลิก Finish เมื่อกำหนดรูเจาะสมบูรณ์แล้ว

การตัดเจาะชิ้นงาน

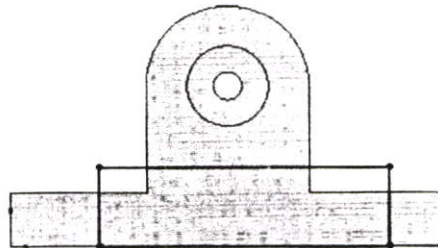
จากรูปที่สร้างในเบื้องต้นที่เกิดจากงาน 2 ชั้น รวมเป็นเนื้อเดียวกัน ลักษณะการเจาะรูจะคล้ายกับการทำหน้ายึด (extrude) แต่แทนที่จะยึดกลับตัดเจาะส่วนเนื้อชิ้นงานออก

การใช้คำสั่ง

- จากเมนู Insert , เลือก Cut , Extrude...
- หรือเลือกแถบเมนู Features , เลือก 

เขียนรูปสี่เหลี่ยม

กด Spacebar และดับเบิลคลิก *Front เพื่อเริ่มเปิดระนาบร่างและเริ่มเขียนสี่เหลี่ยมโดยให้อยู่ในระนาบเดียวกัน (coincident) กับขอบล่าง

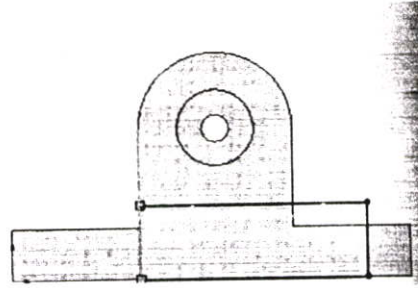


3.4 การเลือกชิ้นงานครั้งละหลายชิ้น

กรณีของการเลือกชิ้นงานหลายชิ้นเพื่อบังคับคำสั่งจะกด Ctrl ค้างไว้ขณะเลือก โดยนำเมาส์ไปชี้ยังส่วนต่างๆ ตามต้องการ

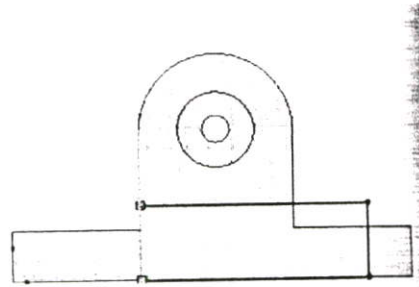
กำหนดความสัมพันธ์

เลือกเส้นถึงด้านซ้าย และขอบของรูปแผ่นตั้ง จากนั้นเลือกความสัมพันธ์ Collinear (เส้นร่วมแนว) และกระทำซ้ำอีกครั้งกับขอบด้านขวา



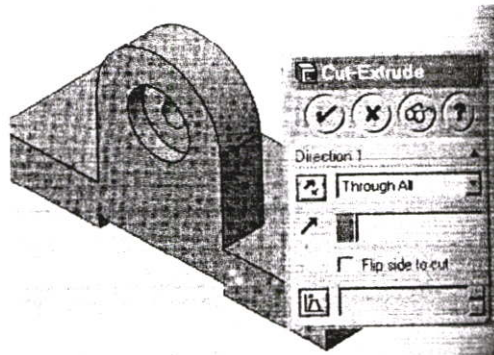
กำหนดขนาด

กำหนดขนาดของกรอบสี่เหลี่ยม ป้อนความสูง 0.125 แล้วเปลี่ยนมุมมองเป็น Isometric



เจาะทะลุผ่าน

เลือก Insert , Cut , Extrude หรือ เลือก  บนแถบเครื่องมือ Feature เลือก Through All คลิก OK จากนั้นเปลี่ยนชื่อเป็น Bottom Slot



เปลี่ยนแปลงมุมมอง

เลือกกระดาน Top  จากแถบเครื่องมือ Standard View

เจาะรู

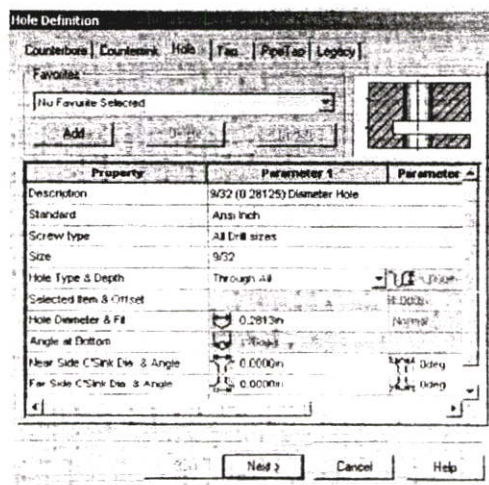
เลือกที่แถบ Hole และปรับคุณสมบัติของรูเจาะ

Standard : Ansi Inch

Screw Type : All Drill sizes

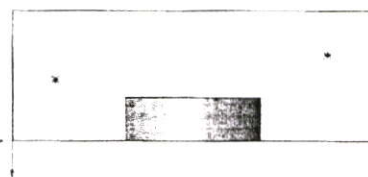
Size : 9 / 32

End condition : Through All เลือก Next



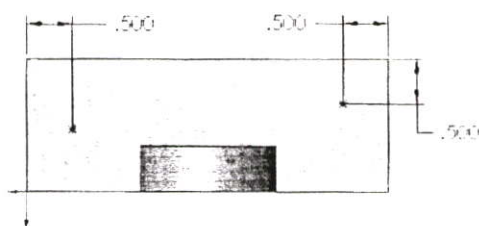
การกำหนดตำแหน่ง

การกำหนดจุดโดยเลือก Point จากเครื่องมือเลือกตำแหน่งที่สองบนด้านซ้ายของชิ้นงาน



กำหนดขนาด

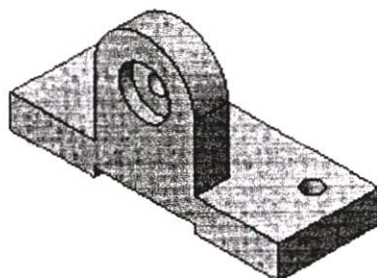
กำหนดขนาดระยะทางระหว่างจุดกับขอบของชิ้นงาน



กำหนดความสัมพันธ์แนวอน






เลือกจุดทั้งสองแล้วกำหนดความสัมพันธ์ให้อยู่ในระนาบแนวนอน (Horizontal)

เปลี่ยนมุมมองเป็น Isometric อีกครั้ง



3.5 ตัวเลือกกำหนดการแสดงผลงาน

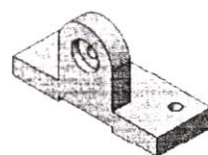
โปรแกรมจะมีตัวเลือกกำหนดการแสดงผลงานหลายแบบ โดยแสดงเป็น icon ให้เลือกใช้บนแถบเครื่องมือ

-  Shaded (ระบายทึบ)
-  Shaded with Edges (ระบายทึบเน้นขอบ)
-  Hidden Line Remove (มองไม่เห็นเส้นบัง)
-  Hidden Line Visible (มองเห็นเส้นบัง)
-  Wireframe (โครงถักลวด)

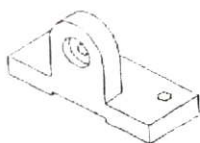
ตัวอย่างด้านล่างแสดงแทนคำอธิบายทำให้เข้าใจได้ง่าย ในส่วนของการกำหนดลักษณะการแสดงผลงาน ดังต่อไปนี้



Shaded



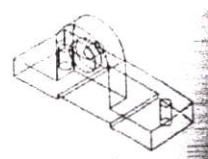
Shaded with Edges



Hidden Line Remove



Hidden Line Visible



Wireframe

การลบมุม

การลบมุมรอบชิ้นงานเริ่มจากเลือกขอบชิ้นงานหรือเลือกผิวชิ้นงาน จากนั้นจะมีตัวเลือกให้ระบุมุมที่ หรือเลือกรัศมีแปรเปลี่ยน

กฎของการลบมุม

กฎเกณฑ์ทั่วไปคือ

1. การลบมุมแบบรัศมีแปรเปลี่ยนจะทำได้ต่อเมื่อเส้นนั้นสร้างจากคำสั่งเพียงครั้งเดียว
2. เมื่อคุณต้องการลบมุมในตำแหน่งที่มีขอบต่อชน แนะนำให้ลบมุมจากขอบที่มีรัศมี

มากที่สุดก่อนแล้วจึง ไปถึงเลือกขอบที่มีรัศมีมุน้อยมาก

การลบมุมจะสามารถเลือกได้ทั้งแบบลบมุมจากขอบและแบบลบมุมจากพื้นผิวชิ้นงาน

การใช้คำสั่ง

- จากเมนู Insert , เลือก Feature , Fillet / Round.....

- เลือก  จากแถบเครื่องมือ Feature

ลบมุม

เลือก Fillet จะทำให้รายการคุณสมบัติแสดงตัวแปรที่สามารถปรับค่าได้ (ป้อนค่ารัศมี) = 0.25 in



การแสดงผลล่วงหน้า

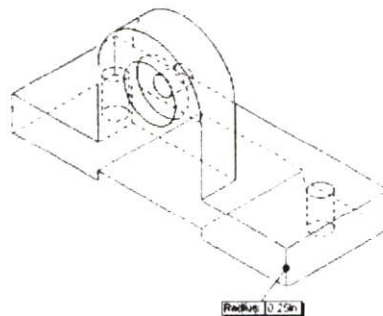
ผู้ออกแบบเลือก Full preview, Partial preview และ No preview สำหรับ Full preview จะแสดงผังรูปด้านล่าง โดยจะแสดงขอบของชิ้นงานที่เลือก ส่วน Partial preview จะแสดงเฉพาะขอบที่เลือกครั้งแรก แต่ถ้าต้องการความเร็วในการแสดงรูปให้เลือกใช้ No preview

ข้อแนะนำ

การแสดงผลอาจไม่ใช่ Hidden Line Visible ก็ได้เพราะสามารถแสดงผลได้เร็วเช่นกัน

การเลือกขอบชิ้นงาน

ขอบที่เลือกจะเป็นสีแดงเมื่อวางตัวชี้ที่ขอบของชิ้นงาน และจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเมื่อตัดสินใจเลือก สังเกตที่ cursor จะแสดงถึงตำแหน่งที่เป็นขอบชิ้นงาน แล้วแถบอธิบาย จะแสดงถึงค่ารัศมีปัจจุบันดังแสดงในรูป



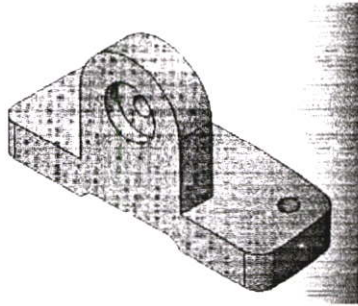
การเปลี่ยนสี

ผู้ออกแบบสามารถปรับตั้งสีได้เองตามที่ต้องการด้วยตัวเลือกเมนู Tools , Options , System Options , Colors

ข้อแนะนำ

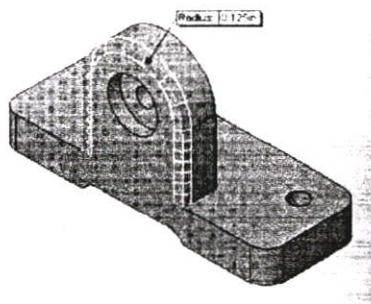
ผู้ออกแบบสามารถเลือกขอบโดยการกำหนดหน้าต่างกรอบของที่ต้องการเลือก
การลบมุมขอบทั้ง 4 ด้าน

ให้เลือกขอบทั้ง 4 ด้านที่ต้องการลบมุม แล้วใช้คำสั่ง Fillet



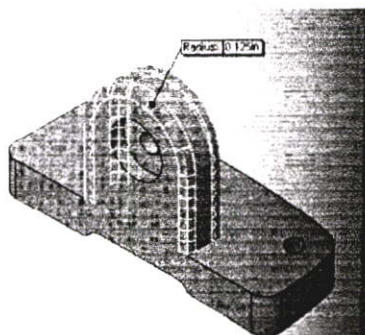
การลบมุมแผ่นตั้ง

ทำการลบมุมแผ่นตั้งใช้รัศมี 0.125 in โดยใช้ Full preview เส้นขอบที่เลือกจะเห็นถึงการ
ลบมุมเป็นรูปลวงหน้า



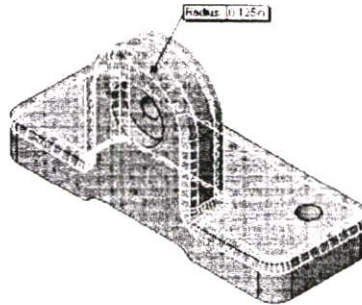
การลบมุมเพิ่มเติม

ให้เลือกขอบด้านใน จากนั้นรูปก็จะแสดงขอบที่เลือก



การเลือกขอบที่เหลื่อ

เลือกขอบที่เหลื่อที่เป็นขอบเชื่อมติดกัน เมื่อครบแล้วคลิก Ok





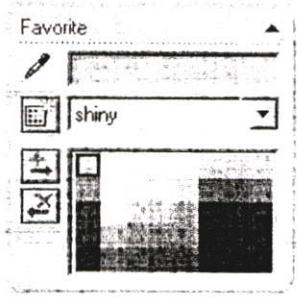
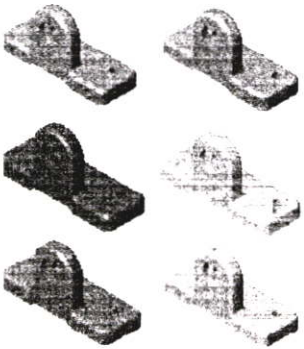
การแก้ไขสีชิ้นงาน

เลือก Edit Color เพื่อเปลี่ยนสี และทำการปรับเปลี่ยนสีพื้นจอ การแก้ไขมีสองทางคือ

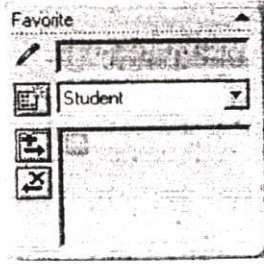
Edit Material และ Edit Texture




การใช้คำสั่ง

1. เลือก  บนเครื่องมือมือ Standard
2. หรือคลิกขวาบนชิ้นงาน , บนผิว และเลือก Appearance , Color

<p>Selection</p> 	<p>เลือกด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Faces ■ Surfaces ■ Bodies ■ Features
<p>Favorite</p> 	<p>ผู้ออกแบบสามารถปรับเปลี่ยนสี , ความทึบของชิ้นงาน และลักษณะความโปร่งใส</p> 

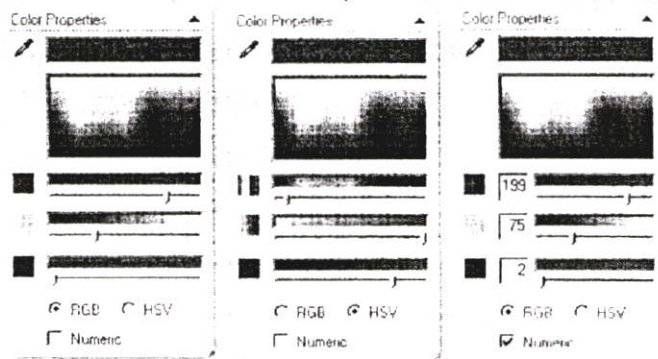
การกำหนด Swatches



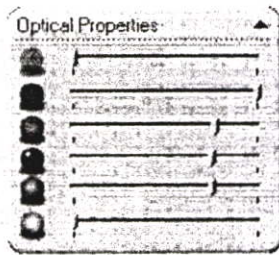
ผู้ออกแบบจะกำหนด Swatches โดยการเลือกปุ่ม  Create New Swatch โดยการเลือก  หรือ  เพื่อเลื่อนการเลือกสี

คุณสมบัติของสี (Color properties)

ผู้ใช้อาจจะเลือกวิธี RGB หรือ HSV ด้วยการปรับค่าตัวเลข



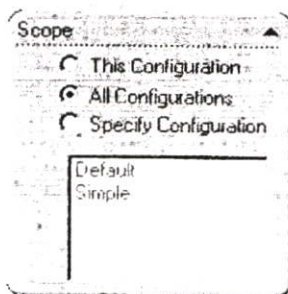
ตัวเลือกการมองภาพ (Optical properties)



คุณสมบัติของการมองภาพ

- Transparency (โปร่งใส)
- Ambience (สีธรรมชาติ)
- Diffusion (กระจายแสง)
- Specularity (ผิวมันเงาสะท้อน)
- Shininess (ความเข้มของสี)
- Emissivity (ความสว่างจากแสงส่อง)

ขอบเขต (scope)



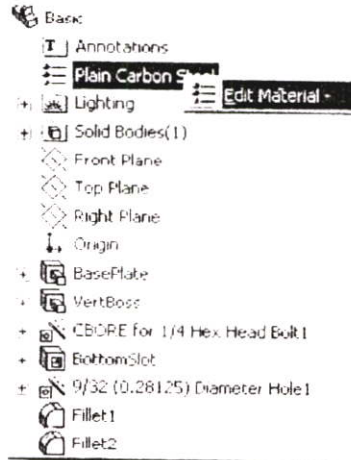
เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงสี

หมายเหตุ

ชิ้นงานสามารถปรับเลือกวัสดุด้วยการระบุ Material Color ทำให้ชิ้นงานมีความเหมือนจริงหรือใช้แก้ไขสีของชิ้นงานด้วย Edit Color ดังจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

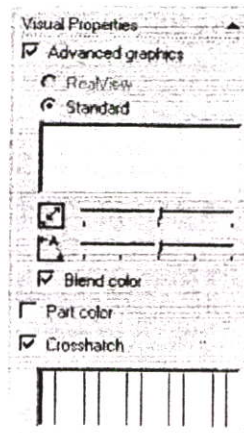
แก้ไขคุณสมบัติของวัสดุ

คลิกขวาจากใบรายการคุณสมบัติในตำแหน่ง Plain Carbon Steel แล้วเลือก Edit Material



ไม่แสดงสี


ภายใต้การกำหนดการมองเห็นด้วยหน้าต่าง Visual Properties ยกเลิกการแสดงสีถึงชิ้นงาน คลิก OK



ปรับเปลี่ยนขนาดชิ้นงาน

ผู้ออกแบบสามารถดับเบิ้ลคลิกบนชิ้นงาน ใบรายการจะแสดงบนหน้าจอ จากนั้นเลือกดับเบิ้ลคลิก Base Plate จากนั้นลองเปลี่ยนค่าจาก 4 in เป็น 6 in

ผลของการปรับเปลี่ยน

ผู้ออกแบบสามารถใช้ Rebuild  (สร้างชิ้นงานอีกครั้ง) จากการคลิกบนแถบเครื่องมือหลัก (main toolbar)


การเปลี่ยนแปลงของแบบแปลน

สลับหน้าต่างมาที่งานแบบแปลนจะทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงแบบและขนาดของรูปได้อย่างชัดเจน

แถบอธิบายรูเจาะ

การระบุรายละเอียดของรูเจาะสามารถที่จะปรับเปลี่ยนไปตามค่าที่กำหนดหรือได้จากข้อมูลของการเจาะรูจาก Hole Wizard..

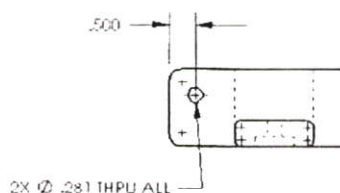
การใช้คำสั่ง

- เลือก Insert, Annotation, Hole Callout
- หรือเลือกแถบเครื่องมือ Annotation, คลิก 
- หรือคลิกขวาและเลือก Annotation, Hole Callout

การแทรกแถบอธิบายรูเจาะ

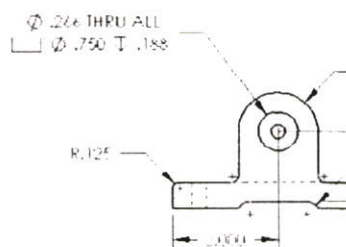
คลิกที่ศูนย์กลางรูเจาะจากรูประมาณด้านหน้าแล้วลากแถบอธิบายไปยังตำแหน่งที่

ต้องการ



หมายเหตุ

คำนำหน้า 2x ในแถบอธิบายจะมีความหมายว่าการเจาะรู 2 รูเหมือนกัน
จัดเก็บชิ้นงาน (Save) , ปิดไฟล์ชิ้นงาน และไฟล์แบบแปลน 2 มิติ



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวมนัสนันท์ ธนนิทนนท์
วัน-เดือน-ปีเกิด	12 สิงหาคม 2518
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	85 ซ.ลาดพร้าว130 แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2541 สำเร็จการศึกษา ศิลปบัณฑิต คณะศิลปกรรม สาขา การออกแบบนิเทศศิลป์ มหาวิทยาลัยรังสิต พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2543 - 2548 วิทยากรอบรมคอมพิวเตอร์ ประจำศูนย์คอมพิวเตอร์ ชั้น7 ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน กรุงเทพมหานคร 3 เอกมัย กรุงเทพฯ
ปัจจุบัน	ตำแหน่งครูผู้ช่วย ณ โรงเรียนเมืองพัทยา 3 ถ.สุขุมวิท ต.นาเกลือ อ.บางละมุง ชลบุรี