สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมช่วยสอนในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด

T049261

จีรนันท์ สุวรรณมณีเภสัช
อินทิรา หร่มระฤก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 49261
วัน, เดือน, ปี 18 ก.พ. 2547

b.....
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Computer Aided Instruction for Injection Molding Process

Jeranan Suwanmaneepasat

Intira Romraluek

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of Requirement for the

Degree of Bachelor of Science

Department of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง	โปรแกรมช่วยสอนในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด
นักศึกษา	น.ส. จีรนันท์ สุวรรณมณีเภสัช
	น.ส. อินทิรา หร่มระฤก
ภาควิชา	เคมี
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษร่วม	รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม ประจำปีการศึกษา 2545

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ ดร.วันฉัตร ชื่นชม	
กรรมการ ดร.ชลลดา ฤตวิรุฬห์	
กรรมการ รศ.ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย	
กรรมการ รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล	

.....

(รศ.ดร. สมศักดิ์ วรมงคลชัย)

หัวหน้าภาควิชาเคมี

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	โปรแกรมช่วยสอนในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด
นักศึกษา	นางสาวจีรนันท์ สุวรรณมณีเภสัช
	นางสาวอินทิรา หร่มระฤก
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	เคมี
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2545
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษร่วม	รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษา สร้าง และพัฒนาบทเรียนในคอมพิวเตอร์ในลักษณะปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งเป็นโปรแกรมการสอนที่มีลักษณะเป็น มัลติมิเดีย (Multimedia) คือประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง มีการใช้งานที่ง่าย ไม่ซับซ้อน โดยเนื้อหาครอบคลุมกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด (Injection Molding) เครื่องจักรในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด การออกแบบแม่พิมพ์ ข้อบกพร่องของชิ้นงานในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด ในวิชาเทคโนโลยีพอลิเมอร์ สำหรับโปรแกรมช่วยสร้างที่ใช้คือ โปรแกรม แมคโครมิเดีย ออโตแวร์ เวอร์ชัน 6 (Macromedia Authorware Version 6) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่นิยมใช้ในการสร้างโปรแกรมช่วยสอน (Computer Aided Instruction) โดยมีโปรแกรมเสริมคือ โปรแกรม อโดบี โฟโตชอร์พ เวอร์ชัน 6 (Adobe PhotoShop Version 6) ซึ่งใช้เป็นโปรแกรมในการตกแต่งภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Computer Aided Instruction for Injection Molding Process
Student	Jeranan Suwanmaneepasat
	Intira Romraluek
Degree	Bachelor's Degree of Science
Department	Chemistry
Program	Industrial Chemistry
Academic Year	2002
Special Project Advisor	Associate Professor Dr.Somsak Woramongkolchai
Special Project co-advisor	Associate Professor Teerawat Prakobphon

Abstract

This research aims to study, create and develop interactive studies learning with computer between learners and instructors. This program is multimedia characteristics. It is composed of text, picture, movie and sound. It is easy to use. The learning lessons involves injection molding process, machine of injection molding, mold design, specimen in injection molding process. The main program used for instruction are Macromedia Authorware Version 6 which is the package program for Computer Aided Instruction and Adobe PhotoShop Version 6.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย และ รองศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล ผู้ควบคุมโครงงานพิเศษที่กรุณาให้แนวคิด คำปรึกษาแนวทางในการทำวิจัยและตรวจสอบรายงานโครงงานพิเศษให้ถูกต้องจนได้เป็นรายงานที่สมบูรณ์ฉบับนี้ขึ้น ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.วันฉัตร ชื่นชม และ ดร.ชลลดา ฤตวิรุฬห์ คณะกรรมการตรวจสอบโครงงานพิเศษที่คอยให้คำชี้แนะ และตรวจรายงาน

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ภาคเคมีทุกท่าน ที่คอยชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงงานพิเศษ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิด และคอยส่งเสริมทางด้านการศึกษาเล่าเรียนจนสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ๆ เจ้าหน้าที่ห้องคอมพิวเตอร์ที่คอยจัดหาอุปกรณ์ในการทำโครงงานพิเศษ

ขอขอบคุณ คุณปลื้มใจ อินช่วย สำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำ

ขอขอบคุณ เพื่อน ภาคเคมีทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจ

คุณค่าและประโยชน์ของโครงงานพิเศษนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของ บิดา มารดา บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้มีส่วนช่วยให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษาเล่าเรียน

จีรนันท์ สุวรรณมณีเภสัช
อินทิรา หร่มระฤก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของโครงงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงานวิจัย	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	3
2.1 กระบวนการอัดแบบฉนิดฉีด	3
2.2 เครื่องจักรในกระบวนการอัดแบบฉนิดฉีด	4
2.3 ระบบเครื่องจักร	4
2.4 แม่พิมพ์	10
2.5 ข้อบกพร่องของชิ้นงานในกระบวนการอัดแบบฉนิดฉีด	22
2.6 CAI (Computer Aided Instruction)	26
2.7 รูปแบบของสื่อการสอน CAI	26
2.8 โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนในลักษณะโปรแกรมช่วยสอน	27
2.9 โปรแกรม Macromedia Authorware	28
2.10 โปรแกรม Adobe Photoshop 6	38
2.11 โครงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การวิจัยและการดำเนินงาน	49
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้	49
3.2 เนื้อหาในการวิจัย	49
3.3 การศึกษาโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิจัย	50
3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย	50
บทที่ 4 ผลการวิจัย	52
4.1 โครงสร้างโปรแกรม	52
4.2 การทำงานของส่วนโปรแกรมการเรียน	52
4.3 การทำงานของโปรแกรมแบบทดสอบ	52
4.4 แผนงานโปรแกรมช่วยสอนในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด	52
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	63
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก ก ระบบที่ใช้กับโปรแกรมช่วยสอนเรื่องกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รอบการทำงานของการอัดแบบชนิดฉีดแบบขั้นตอนเดียว	11
2.2 แม่พิมพ์แบบแผ่นโลหะสองแผ่น	11
2.3 แม่พิมพ์แบบแผ่นโลหะสามแผ่น	12
2.4 แม่พิมพ์ทางวิ่งร้อน	12
2.5 แม่พิมพ์ทางวิ่งฉนวน	13
2.6 แม่พิมพ์ทางวิ่งฉนวนที่ได้ปรับปรุงแล้ว	13
2.7 แม่พิมพ์แบบเรียงซ้อน	14
2.8 ทางวิ่งเต็มวงกลม	14
2.9 ทางวิ่งแบบครึ่งวงกลม	15
2.10 ทางวิ่งแบบสี่เหลี่ยมคางหมู	15
2.11 ทางวิ่งแบบเหลี่ยมคางหมูที่ได้ปรับปรุงแล้ว	15
2.12 ทางวิ่งแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า	15
2.13 การวางผังทางวิ่งแบบสมดุลธรรมชาติ	16
2.14 ทางเข้าแบบฉีดโดยตรง	17
2.15 ทางเข้าแบบดิสต์	17
2.16 ทางเข้าแบบพิน	18
2.17 ทางเข้าแบบสี่เหลี่ยม	18
2.18 ทางเข้าแบบพัด	19
2.19 ทางเข้าแบบใต้น้ำ	19
2.20 ทางเข้าแบบวงแหวน	20
2.21 ทางเข้าแบบซี่ล้อรถ	20
2.22 ทางเข้าแบบครีบ	21
2.23 ทางเข้าแบบขอบ	21
2.24 จอภาพของ Authorware	28
2.25 จอภาพเมนู	29
2.26 จอภาพ Presentation window	34
2.27 จอภาพการเรียกใช้ไอคอน	34
2.28 จอภาพเมื่อคลิกที่ไอคอนที่ต้องการตั้งชื่อ	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.29 จอภาพการตั้งชื่อให้ไอคอนที่เลือกไว้	35
2.30 จอภาพการตั้งชื่อให้ไอคอน	36
2.31 จอภาพการเลือกไอคอนที่ต้องการย้าย	36
2.32 จอภาพไอคอนที่ได้เลือกไว้	37
2.33 จอภาพการย้ายไอคอนครั้งละมากกว่า 1 ไอคอน	37
2.34 หน้าจอของโปรแกรม Adobe PhotoShop 6.0	39
2.35 Marquee Tool	40
2.36 Lasso Tool	41
2.37 Silice Tool	42
2.38 Painbrush Tool	42
2.39 Stamp Tool	43
2.40 History Brush Tool	43
2.41 Eraser Tool	44
2.42 Focus Tool	44
2.43 Toning Tool	45
2.44 Pen Tool	45
2.45 Shape Tool	46
4.1 แผนผังรวมของโปรแกรมช่วยสอนในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด	53
4.2 หน้าจอแรกเมื่อเปิดโปรแกรม	54
4.3 หน้าจอเมนูหลักของโปรแกรม	55
4.4 หน้าจอบทนำ	55
4.5 หน้าจอแสดงเรื่องเครื่องจักร	56
4.6 หน้าจอในระบบเครื่องจักร	56
4.7 หน้าจอแสดงหน้าที่ของหน่วยสร้างสภาพพลาสติก	57
4.8 หน้าจอแสดงลักษณะของสกรู	58
4.9 หน้าจอแสดงกระบวนการผลิต	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 หน้าจอแสดงหน่วยยึดแม่พิมพ์	59
4.11 หน้าจอแสดงแรงที่ใช้ในการยึดแม่พิมพ์	59
4.12 หน้าจอแสดงตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการผลิต	60
4.13 หน้าจอการออกแบบแม่พิมพ์	60
4.14 หน้าจอแสดงข้อบกพร่องชนิดต่างๆ	61
4.15 หน้าจอแบบทดสอบ	61
4.16 หน้าจอแสดงเมื่อทำแบบทดสอบได้คะแนนมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์	62
4.17 หน้าจอแสดงเมื่อทำแบบทดสอบได้คะแนนน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การเปรียบเทียบระหว่างระบบไฮดรอลิกและระบบข้อศอก	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงานวิจัย

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีความสำคัญอย่างมากในทุกด้าน โดยเฉพาะด้านการศึกษามีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยการสอนในรูปแบบของโปรแกรมช่วยสอน (Computer Aided Instruction หรือ CAI) โดยการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยในการเรียนการสอนทำให้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง ซึ่งได้รับความสนใจว่าเป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ดีขึ้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนับได้ว่าเป็นเครื่องช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้เพราะคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้หลากหลายขึ้นอยู่กับว่าตั้งโปรแกรมไว้อย่างไร เมื่อพิจารณาถึงความเป็นมาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน น่าจะมีความสัมพันธ์กับการเรียนการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งในระยะเวลากว่า 20 ปีที่ผ่านมา การเรียนการสอนแบบโปรแกรม ได้รับความสนใจอย่างมาก ดังนั้นทางผู้จัดทำโครงงานวิจัยจึงได้เริ่มจัดทำโปรแกรมการช่วยสอนในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีดขึ้นโดยที่ในปัจจุบันเป็นกระบวนการที่สามารถทำงานได้รวดเร็ว ทำงานได้อัตโนมัติ สามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปทรงเรขาคณิตค่อนข้างซับซ้อน ด้วยเหตุนี้จึงได้นำกระบวนการนี้มาเสนอในรูปโปรแกรมช่วยสอน (Computer Aided Instruction หรือ CAI) ซึ่งเป็นโปรแกรมการช่วยสอนที่มีลักษณะเป็น มัลติมิเดีย คือ ประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง มีการใช้งานที่ง่ายไม่ซับซ้อน โดยผู้ทำวิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Macromedia Authorware Version 6.0 ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการเรียนดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย

1. เพื่อนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอน
2. เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหาของกระบวนการอัดแบบชนิดฉีดด้วยตนเอง
3. เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบทางไกลให้พัฒนาขึ้นอีกระดับหนึ่ง
4. เพื่อสร้างบทเรียนในเรื่องกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด

1.3 ขอบเขตของโครงงานวิจัย

1. ศึกษาเนื้อหากระบวนการอัดแบบชนิดฉีด
2. ศึกษาโปรแกรมหลัก คือ Macromedia Authorware Version 6.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาวิธีการแต่งรูปภาพกราฟิกโดยใช้โปรแกรมตกแต่งภาพ Adobe PhotoShop Version 6.0

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงานวิจัย

1. สามารถนำบทเรียนโปรแกรมช่วยสอนไปเป็นสื่อประกอบการสอน หรือสามารถศึกษาด้วยตนเอง
2. สามารถกระตุ้นความสนใจให้เกิดการอยากเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด เพราะเป็นการนำเทคโนโลยีทางการศึกษาสมัยใหม่มาใช้
3. สามารถทบทวนเนื้อหาซ้ำไปมาในบางจุดที่ไม่เข้าใจได้
4. เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนอื่นๆ ต่อไป

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. เลือกเนื้อหาและกำหนดขอบเขตในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด
2. ศึกษาหลักการและทฤษฎีของโปรแกรมช่วยสอน (Computer Aided Instruction)
3. ศึกษาโปรแกรม Macromedia Authorware Version 6
4. ศึกษาโปรแกรม Adobe PhotoShop Version 6
5. นำเนื้อหาในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีดมาสร้างเป็นโปรแกรมช่วยสอน
6. อัดเสียงบรรยายแล้วนำไปลงในโปรแกรมช่วยสอน
7. ทำการตกแต่งหน้าจอและปุ่มปฏิบัติการให้มีความสวยงาม
8. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและทำการแก้ไข
9. จัดทำโปรแกรมช่วยสอนเป็นในรูปแบบแพคเกจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

ปัจจุบันพัฒนาการของระบบคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของมัลติมีเดียที่มีการแสดงผลในรูปของแสง สี เสียง ภาพเคลื่อนไหว และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน (Interactive) ทำให้มีความน่าสนใจมากขึ้นต่อการนำคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถรับประสบการณ์ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งจะช่วยส่งผลต่อการเกิดความรู้ความเข้าใจบทเรียนที่ศึกษา

2.1 กระบวนการอัดแบบชนิดฉีด [1]

ภาพรวมของกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด

กระบวนการอัดแบบชนิดฉีดจัดเป็นกระบวนการที่รวดเร็ว ทำงานได้โดยอัตโนมัติ สามารถใช้ผลิตชิ้นงานพลาสติกที่มีรูปทรงเรขาคณิตค่อนข้างซับซ้อน ผลิตชิ้นงานที่มีขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ โดยใช้วัสดุพลาสติกได้หลากหลายชนิด

กระบวนการอัดแบบชนิดฉีดจัดเป็นกระบวนการที่รวมขั้นตอนแบบอนุกรมเข้าไว้ด้วยกัน กล่าวคือ ขั้นการเติมแบบ (Mold Filling Phase) ขั้นการบรรจุ (Packing Phase) ขั้นการย้ำ (Holding Phase) ขั้นการหล่อเย็น (Cooling Phase) และขั้นการปลดชิ้นงาน (Part Ejection)

การเติมแบบ : ภายหลังจากแม่พิมพ์ปิด พอลิเมอร์หลอมเหลวจากหน่วยฉีดของเครื่องทำแบบจะผ่านไปทางวิ่งฉีด (Sprue runner) ทางเข้า (Gate) และเข้าสู่โพรงแบบ (Cavity)

การบรรจุ : พอลิเมอร์หลอมเหลวจะถูกอัดด้วยความดันเพื่อให้แน่ใจว่าเกิดการเติมได้เต็มแบบ และช่วยในการทำรูปจำลองแสดงรายละเอียดของผิว

การย้ำ : พอลิเมอร์หลอมเหลวถูกย้ำอยู่ในแม่พิมพ์ภายใต้ความดันเพื่อชดเชยการหดตัวที่อาจจะเกิดขึ้นในขณะที่ชิ้นงานเย็นลง ความดันที่ใช้ย้ำนี้จะใช้จนกว่าทางเข้าจะแข็งตัว เพราะเมื่อทางเข้าแข็งตัวพอลิเมอร์หลอมเหลวไม่สามารถไหลเข้าโพรงแบบได้อีกต่อไป

การหล่อเย็น : พอลิเมอร์หลอมเหลวถูกหล่อเย็นโดยไม่ต้องคำนึงถึงการหดตัวที่เกิดขึ้น

การปลดชิ้นงาน : เมื่อชิ้นงานเย็นตัว แม่พิมพ์จะเปิดออก ชิ้นงานจะถูกปลดออกจากแกนกลางหรือโพรงแบบ ซึ่งโดยส่วนมากจะอาศัยวิธีการเชิงกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของการอัดแบบชนิดฉีด

เครื่องอัดแบบชนิดฉีดมีหน้าที่หลักในการฉีดพลาสติกหลอมเหลวเข้าไปยังแม่พิมพ์ที่ปิดสนิทและเกิดเป็นรูปร่างของผลิตภัณฑ์ โดยแม่พิมพ์จะปิดในระยะเวลาที่กำหนดเพื่อให้เกิดการบ่มตัวและวัสดุที่เป็นของเหลวอยู่จะกลายเป็นของแข็งและอยู่ตัว โดยมีการหล่อเย็นไหลผ่านส่วนของแม่พิมพ์เพื่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนของพลาสติกที่ไหลเข้าสู่แม่พิมพ์และช่วยทำให้เกิดการบ่มตัวของของไหลให้เป็นของแข็งได้เร็วขึ้น เมื่อเกิดการบ่มตัวแล้วแม่พิมพ์จะเปิดออก ชิ้นงานจะถูกปลดออกได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จากนั้นจึงเริ่มต้นรอบการทำงานใหม่

2.2 เครื่องจักรในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด [1]

ระบบการอัดแบบชนิดฉีดแบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

1. ระบบเครื่องจักร ได้แก่ หน่วยสร้างสภาพพลาสติก (Plasticating Unit) หน่วยยึดแม่พิมพ์ (Clamping Unit) และหน่วยควบคุม (Control Unit)
2. แม่พิมพ์
3. อุปกรณ์ช่วย ได้แก่ หุ่นยนต์ สายพาน เครื่องอบแห้ง ส่วนป้อนวัสดุ ตัวควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์ เครื่องหล่อเย็น และระบบการจัดลำเลียงวัตถุดิบ เป็นต้น

2.3 ระบบเครื่องจักร [1]

หน่วยสร้างสภาพพลาสติก

ในหน่วยนี้จะทำหน้าที่ในการหลอมวัสดุพลาสติก นำพาวัสดุ ผสมวัสดุ และฉีดขึ้นรูป โดยจัดขั้นตอนของการหลอม การนำพา และการผสมเป็นขั้นตอนที่1 และการฉีดขึ้นรูปเป็นขั้นตอนที่ 2 หน่วยสร้างสภาพพลาสติกมีอยู่ด้วยกันหลายแบบคือ

1. แบบลูกสูบขั้นตอนเดียว (Single-Stage Plunger)
2. แบบลูกสูบสองขั้นตอน (Two-Stage Plunger)
3. แบบขั้นตอบสนองด้วยสกรู (Reciprocating Screw)
4. แบบผสมสองขั้นตอนระหว่างลูกสูบกับสกรู (Two-Stage Screw Plunger)

1. แบบลูกสูบขั้นตอนเดียว (Single-Stage Plunger)

หน่วยสร้างสภาพพลาสติกแบบนี้ไม่มีการผสมเกิดขึ้น การหลอมเหลวเกิดจากการนำความร้อนที่มีอยู่ที่ผนังกระบอกใส่สกรู มีข้อเสียคืออุณหภูมิไม่สม่ำเสมอและใช้ระยะเวลานาน

2. แบบลูกสูบสองขั้นตอน (Two-Stage Plunger)

หน่วยสร้างสภาพพลาสติกแบบนี้จะใช้กระบอกสูบหนึ่งในการสร้างสภาพพลาสติกและกระบอกสูบอีกอันหนึ่งใช้ในการฉีด ทำให้มีการสูญเสียความดันน้อยลง มีอัตราการฉีดจึงเหมาะกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่พิมพ์ที่มีเส้นทางการไหลนาน วิธีการนี้ในบางครั้งเรียกว่า การสร้างสภาพพลาสติกก่อน (Preplasticizing) ซึ่งมีประโยชน์ดังนี้ คือ

- วัสดุหลอมเหลวสม่ำเสมอเนื่องจากเกิดการผสมในขณะที่ผ่านช่องเปิดเล็กๆ ที่ต่ออยู่กับห้องผสมทั้งสอง
- มีการส่งผ่านความดันไปยังวัสดุโดยใช้กระบอกสูบสำหรับฉีดได้โดยตรง
- การฉีดสูงกว่า
- สามารถควบคุมความดันในการฉีดได้ดี
- การควบคุมน้ำหนักในการฉีด (Shot Weight) ทำได้ดี
- น้ำหนักของการฉีดในหนึ่งครั้งจะเพิ่มขึ้นได้โดยการปรับจังหวะ (Stroke) ของทรงกระบอกฉีดให้นานขึ้น หรือทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น วิธีนี้ไม่เหมาะสำหรับ"การสร้างสภาพพลาสติกก่อน"
- เมื่อใช้แบบการตอบสนองด้วยสกรูวัสดุทั้งหมดผ่านความยาวของสกรูโดยตลอด

3. แบบขั้นตอบสนองด้วยสกรู (Reciprocating Screw)

Pressure gradient มีช่วงกว้าง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1) Rotate (Plastication) : สกรูถอยกลับและหมุนดึงวัสดุเข้ามา
2) Moves Back Accumulate "Shot" : ถอยสกรูเพื่อรับวัสดุให้มากพอสำหรับการฉีด
3) Screw move Inject Melt Into Mold : สกรูเคลื่อนที่เข้าเพื่อฉีดวัสดุเข้าสู่แม่พิมพ์

ประโยชน์ของการตอบสนองด้วยสกรู มีดังนี้

- ช่วยลดอุณหภูมิของการหลอมเหลว
- เพิ่มการผสม
- ลดการสูญเสียความดัน
- ควบคุมกระบวนการผลิตได้มากขึ้น
- ควบคุมการผสมโดยการใช้ความดัน
- รอบการทำงานเร็วขึ้น
- มีการเกาะค้างของวัสดุน้อยลงจึงเหมาะกับวัสดุที่ว่องไวต่อความร้อน เช่น พอลิไวนิลคลอไรด์ชนิดแข็ง
- เหมาะกับวัสดุที่มีความหนืดค่อนข้างสูง

<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด</u>

1. Screw injection สกรูที่ใช้ในหน่วยสร้างสภาพพลาสติกจะมีลักษณะที่แตกต่างจากสกรูที่ใช้ในเครื่องอัดรีด กล่าวคือ สกรูที่ใช้ในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีดและชนิดเป่าจะมีวาล์วตรวจสอบที่ไม่ให้เกิดการไหลย้อนกลับ (Non-Return Flow Check Valves) อยู่ตอนปลายสุดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกรู (Screw Tips) ทั้งนี้เพื่อป้องกันวัสดุไม่ให้เกิดการไหลย้อนกลับมายังช่องทางสกรู (Screw Channels) ในระหว่างที่มีการฉีด อนุญาตให้ของไหลไหลผ่านได้เพียงหนึ่งทิศทาง วาล์วลักษณะนี้มีใช้อยู่ในอุตสาหกรรมโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

วาล์วแบบวงแหวนเลื่อน (Sliding Ring Valves)

ข้อดี

- มีลักษณะเส้นทางการไหลดีกว่าจึงช่วยลดการเสียคุณภาพของวัสดุ
- เหมาะที่สุดสำหรับวัสดุที่ว่องไวต่อความร้อน
- เกิดการสึกกร่อนของกระบอกใส่น้อยกว่า
- ความดันลดผ่านวาล์วมีน้อยกว่า
- เหมาะที่สุดสำหรับการดำเนินการแบบที่มีการระบายอากาศ (Vented Operation)
- ทำความสะอาดง่าย

ข้อเสีย

- ลักษณะการปิดน้อยกว่า (Less Positive Shut Off) โดยเฉพาะเมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเส้นผ่านศูนย์กลางมีขนาด 4.5 นิ้ว (115 มิลลิเมตร)
- ควบคุมการฉีดได้น้อยกว่า
- มีราคาแพงกว่าวาล์วแบบลูกบอลล์ชนิดปล่อยด้านหน้า (Front Discharge Ball Check)

วาล์วตรวจสอบแบบลูกบอลล์

ข้อดี

- มีลักษณะการปิดที่ดีกว่า
- ควบคุมการฉีดได้ดีกว่า
- การตรวจแบบปล่อยไปด้านหน้า มีราคาถูกกว่าแบบวงแหวนเลื่อน

ข้อเสีย

- มีลักษณะเส้นทางการไหลน้อยกว่าจึงเกิดการเสียคุณภาพของวัสดุ
- ไม่เหมาะสำหรับวัสดุที่ว่องไวต่อความร้อน
- เกิดการสึกกร่อนของกระบอกใส่
- ชนิดปล่อยด้านข้างมีราคาแพงกว่าแบบวงแหวนเลื่อน
- เกิดความดันลดสูงกว่าจึงให้ความร้อนออกมาได้มากกว่า
- ไม่เหมาะสำหรับการดำเนินการแบบที่มีการระบายอากาศ
- ทำความสะอาดได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **หัวฉีด** (Nozzle) จัดเป็นรูทางออกที่สัมผัสปลอกของรูทางวิ่ง (Sprue) มีหน้าที่

- ทำให้เรซินหลอมเหลวฉีดผ่านเข้าไปยังแม่พิมพ์ โดยให้เกิดการรั่วไหลน้อยที่สุด
- ป้องกันการรั่วไหลของเรซินออกจากแม่พิมพ์เมื่อมีการปล่อยความดันออกมาในระหว่างที่สกรูเกิดการถอยกลับ (screw retraction)
- ป้องกัน ของหลอมเหลวที่ร้อนรั่วไหลออกจากหัวฉีดหรือบริเวณรอบพื้นที่ของหัวฉีด

ชนิดของหัวฉีด แบ่งออกเป็น

♦ **หัวฉีดแบบเอนกประสงค์** (General Purpose Nozzle) : จัดเป็นหัวฉีดแบบมาตรฐานมีช่องทางเปิด ไม่มีวาล์วทางกล (Mechanical Valve) ระหว่างรูปทรงกระบอกและแม่พิมพ์ มีขนาดหัวประมาณ 0.125-0.5 นิ้ว เหมาะสำหรับพลาสติกประเภทพอลิโอเลฟินส์และพอลิสไตรีน

♦ **หัวฉีดแบบวาล์วปิด** (Shut Off Nozzle) : แบ่งออกเป็นวาล์วที่กระตุ้นด้วยทางกล (Mechanically Actuated Valve) และวาล์วที่กระตุ้นด้วยสปริง (Spring Actuated Valve) ทั้งสองแบบอาศัยหลักที่ว่า เมื่อความดันของการฉีดมีมากพอที่จะชนะแรงของสปริงหรือแรงกลของลูกสูบจะเกิดการดันกลับทำให้วัสดุไหลกลับได้ และเมื่อความดันลดในการฉีดมาอยู่ที่จุดกำหนด ลูกสูบจะปิดทำให้กระบอกสูบสำหรับการฉีดเคลื่อนที่ออกจากแม่พิมพ์

ข้อกำหนดของหน่วยสร้างสภาพพลาสติก

ข้อกำหนดของหน่วยสร้างสภาพพลาสติกจะช่วยให้ทราบถึงกำลังความสามารถและประสิทธิภาพของเครื่องจักร โดยพิจารณาได้จากตัวแปรดังต่อไปนี้

1) ขนาดของการฉีด (Shot Size) : ปริมาณของสารที่ฉีดเข้าแม่พิมพ์เป็นความจุทางปริมาตร เช่น พอลิสไตรีนชนิดเอนกประสงค์ (General Purpose Polystyrene ,GPPS) มีขนาดของการฉีด 112 ลบ.นิ้ว เป็นต้น
2) ความดันในการฉีดสูงสุด (Maximum Injection Pressure) : จะอยู่ในช่วง 20,000-30,000 psi
3) ความเร็วในการฉีด (Injection Velocity) : จัดเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญมากอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่จะต้องใช้ความเร็วในการฉีดสูงเพื่อลดผลของการหล่อเย็น (Cooling Effect)
4) ความเร็วของสกรู (Screw Speed) : เป็นตัวแปรที่บ่งบอกถึงความสามารถในการผลิต มีหน่วยเป็นรอบต่อนาที (rpm)
5) วิสัยสามารถของการสร้างสภาพพลาสติก (Plasticating Capacity) : พิจารณาอัตราการผลิตต่อชั่วโมงว่าได้กี่กรัม เป็นตัวแปรที่บ่งบอกถึงความสามารถในการผลิต มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อชั่วโมง (lbs/hr)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยยึดแม่พิมพ์ (Clamping System)

ในหน่วยนี้จะทำหน้าที่เปิดและปิดแม่พิมพ์ ช่วยพยุงตัวแม่พิมพ์ ช่วยกระตุ้นระบบการปลดชิ้นงานของแม่พิมพ์ ช่วยให้แม่พิมพ์ปิดในระหว่างที่มีการฉีดและช่วยเตรียมระบบป้องกันเมื่อแม่พิมพ์ปิดเพราะแม่พิมพ์อาจจะเกิดการเสียหายได้ในระหว่างที่มีการปิดแม่พิมพ์ชนิดของหน่วยยึดแม่พิมพ์ มี 3 ชนิด ได้แก่ ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic System) ระบบข้อศอก (Toggle System) และระบบผสมระหว่างระบบไฮดรอลิกและระบบข้อศอก ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบระหว่างระบบไฮดรอลิกและระบบข้อศอก

ระบบไฮดรอลิก	ระบบข้อศอก
1. เหมาะกับการผลิตที่มากกว่า 1500 ตัน	1. เหมาะกับการผลิตที่น้อยกว่า 300 ตัน
2. จัดเป็นระบบที่ช้า	2. จัดเป็นระบบที่เร็ว
3. จัดเป็นระบบที่มีประสิทธิผลต่ำกว่า	3. จัดเป็นระบบที่มีประสิทธิผลสูงกว่า เนื่องจากแรงสุดท้ายที่ได้จากข้อศอกมีมากกว่าแรงที่ได้จากกระบอกสูบถึง 50 เท่า
4. ต้องการพื้นที่ในการติดตั้งมาก	4. ต้องการพื้นที่ในการติดตั้งน้อย
5. สามารถปรับทดแทนได้ด้วยตนเอง	5. ไม่สามารถปรับทดแทนได้ด้วยตนเอง
6. เกิดการสึกกร่อนน้อย	6. เกิดการสึกกร่อนตรงบริเวณข้อต่อทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอ
7. สามารถควบคุมโปรแกรมความเร็วของการเปิดและปิดแม่พิมพ์ได้	7. ไม่สามารถควบคุมโปรแกรมความเร็วของการเปิดและปิดแม่พิมพ์
8. ในระหว่างที่มีการฉีดเกิดการเบี่ยงเบนของแผ่นโลหะน้อย	8. ในระหว่างที่มีการฉีดเกิดการเบี่ยงเบนของแผ่นโลหะมาก
9. การใช้แรงยึดแม่พิมพ์ทำได้ง่ายมาก	9. การใช้แรงยึดแม่พิมพ์ทำได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดของหน่วยยึดแม่พิมพ์ มีตัวแปรที่สำคัญดังนี้

1. **แรงที่ใช้ในการยึดแม่พิมพ์** (Clamping Force) แรงที่ใช้ในการยึดแม่พิมพ์นี้กำหนดจากปลายของหน่วยยึดโดยคำนวณแรงที่ใช้ไปมากที่สุดเป็นตันและในระบบที่ใช้ไฮดรอลิกเต็มกำลัง สามารถคำนวณหาแรงที่ใช้ในการยึดแม่พิมพ์ได้ดังสมการ (2.1) ดังนี้

$$F = PA / 2000 \qquad (2.1)$$

เมื่อ F = แรงมีหน่วยเป็นตัน

P = ความดันมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว

A = พื้นที่ที่ฉายเงา (Projected Area) มีหน่วยเป็นตารางนิ้ว

พื้นที่ที่ฉายเงา (Projected Area) คือพื้นที่มากที่สุดที่ขนานกับแรงของการการยึดแม่พิมพ์ โดยที่ชิ้นงานที่อยู่ด้านหลังของชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งไม่ต้องใช้แรงจากการยึดแม่พิมพ์ และกำหนดให้ชนิดของพลาสติกที่แตกต่างกันต้องการความดันต่อตารางนิ้วของพื้นที่ฉายเงาต่างกันดังนี้

- วัสดุที่ไหลได้ง่าย ต้องการ 1.5-2 ตันต่อพื้นที่ฉายเงา 1 ตารางนิ้ว
- พอลิสไตรีนเอนกประสงค์ ต้องการ 2-3 ตันต่อพื้นที่ฉายเงา 1 ตารางนิ้ว
- พอลิโอลิฟินส์ ต้องการ 2-3 ตันต่อพื้นที่ฉายเงา 1 ตารางนิ้ว
- วัสดุที่มีความหนืดต่ำ เช่น พอลิคาร์บอเนต ต้องการ 4-5 ตันต่อพื้นที่ฉายเป็นเงา 1 ตารางนิ้ว
- วัสดุที่มีความหนืดปานกลาง ต้องการ 3-4 ตันต่อพื้นที่ฉายเป็นเงา 1 ตารางนิ้ว

2. **ขนาดของแผ่นโลหะยึด** (Platen Size) เป็นตัวแปรที่กำหนดให้ทราบถึงความต้องการแรงในการยึดแม่พิมพ์ เช่น มีขนาด 20"x 20" เป็นต้น

3. **ความเร็วที่ใช้ในการเปิดและปิดแม่พิมพ์**

4. **จังหวะการเคลื่อนที่หรือระยะทางที่แผ่นยึดเคลื่อนที่**

5. **ความสูงและต่ำสุดของการปิดแม่พิมพ์** ซึ่งจะสอดคล้องกับช่วงของตัวยึดปิดที่น้อยที่สุด (Daylight Close Minimum) กล่าวคือ เป็นระยะทางน้อยที่สุดระหว่างแผ่นโลหะยึดที่อยู่กับที่ (Stationary Plate) กับแผ่นโลหะยึดที่เคลื่อนที่ (Moving Platen) เมื่อเกิดกลไกการกระตุ้น (Actuating Mechanism) ขยายตัวเต็มที่พร้อมกับกล่องปลดชิ้นงานมาตรฐาน (Standard Ejector Box) และ/หรือมีระยะห่างเกิดขึ้น (Spacers) แต่ถ้าไม่มีส่วนของกล่องปลดชิ้นงานมาตรฐานและระยะห่างจะเรียกว่า ช่วงของตัวยึดปิดที่มากที่สุด (Daylight Close Maximum)

6. **ความสูงและต่ำสุดของการเปิดแม่พิมพ์** จะสอดคล้องกับช่วงของตัวยึดเปิดที่น้อยที่สุด (Daylight Open Minimum) กล่าวคือ เป็นระยะทางน้อยที่สุดระหว่างแผ่นโลหะยึดที่อยู่กับที่กับแผ่นโลหะยึดที่เคลื่อนที่ เมื่อเกิดกลไกการกระตุ้นถอยกลับเต็มที่พร้อมกับกล่องปลดชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานและ/หรือมีระยะห่าง (Spacers) เกิดขึ้น แต่ถ้าไม่มีส่วนของกล่องปลดชิ้นงานมาตรฐาน และระยะห่างจะเรียกว่า ช่วงของตัวยึดเปิดที่มากที่สุด (Daylight Open Maximum)

การคำนวณหาแรงยึดแม่พิมพ์

- พื้นที่ที่ฉายเป็นเงาทั้งหมดเท่ากับ

$$A_p = A_{\text{โพรงแบบ}} + A_{\text{ทางวิ่ง}} + A_{\text{ทางเข้า}} \quad (2.2)$$

- แรงที่ใช้ในการฉีดทั้งหมด

$$F_i = P_{max} A_p \quad (2.3)$$

เมื่อ P_{max} = ความดันในโพรงแบบที่มากที่สุด โดยปกติประมาณ 2-6 ตันต่อตารางนิ้ว หรือ 4,000-12,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แต่ถ้าวัสดุเป็นแบบที่มี ความหนืดปานกลาง $P_{max} \cong$ 3-4 ตันต่อตารางนิ้ว

ส่วนการคำนวณหาพื้นที่สำหรับยึด (Clamp Area) หาได้จาก

$$\text{พื้นที่ยึดน้อยที่สุด (ตารางนิ้ว)} = \text{แรงยึดเป็นตัน} / \text{ความเค้นที่ออกแบบ} \quad (2.4)$$

2.4 แม่พิมพ์ (Injection Molding) [1]

<u>หน้าที่ของแม่พิมพ์</u>

- เป็นทางผ่านให้พอลิเมอร์หลอมเหลวเข้าสู่ช่องว่างในแม่พิมพ์
- ทำให้มีรูปร่างตามต้องการ
- หล่อเย็นแม่พิมพ์
- ปลดชิ้นงาน

การออกแบบแม่พิมพ์ ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

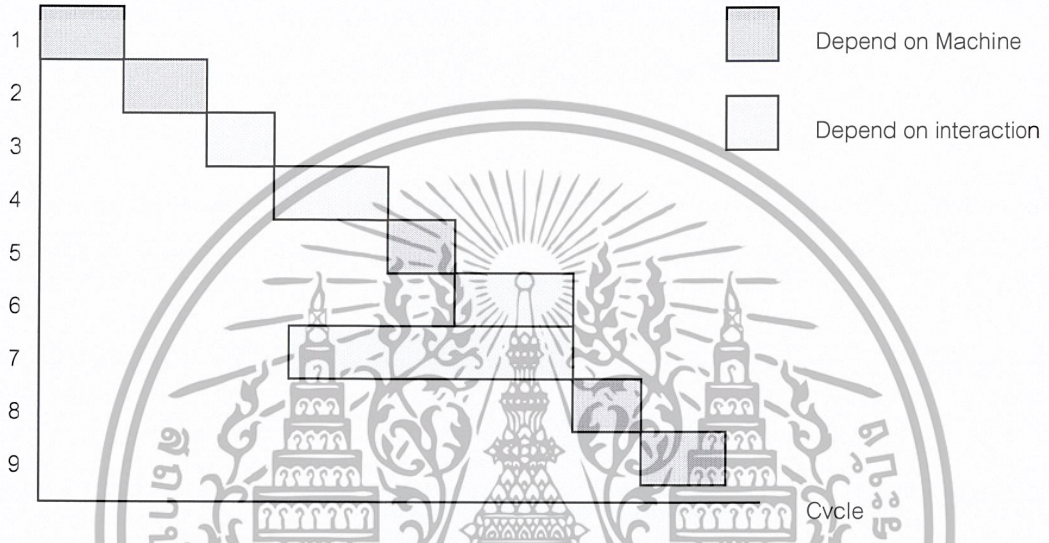
- วัตถุดิบ (Material) 5-15 เปอร์เซ็นต์
- การออกแบบ (Design) 1 เปอร์เซ็นต์
- การสร้าง (Construction) 75 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพอลิเมอร์หลอมเหลวพร้อมที่จะฉีดเข้าแม่พิมพ์และในขณะที่แม่พิมพ์เปิดอยู่จะมีหน้าที่ต่างๆเกิดขึ้น เป็นไปตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้ (รูปที่ 2.1)

1. แม่พิมพ์จะปิด (Mold Close)
2. หน่วยสร้างสภาพพลาสติกเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และสัมผัสกับแม่พิมพ์หรือปลอกของรูทางวิ่ง (Sprue)
3. การฉีดขั้นที่ 1 เพื่อเติมและเสริมวัสดุลงในแม่พิมพ์ (Fill And Pack The Mold)
4. การฉีดขั้นที่ 2 เพื่อทดแทนส่วนที่ขาดหายไปในการฉีดขั้นที่ 1 (Compensation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หน่วยสร้างสภาพพลาสติกจะเคลื่อนที่ออกจากแม่พิมพ์โดยปกติระยะทางฉีดออกจากแม่พิมพ์ (Sprue Break Away) มีระยะทางน้อยกว่า 0.25 นิ้ว (0.635 เซนติเมตร)
6. การสร้างสภาพพลาสติก (Plastication)
7. การเย็นลงของชิ้นงาน (Part Cooling)
8. แม่พิมพ์เปิดออก (Mold Open)
9. การปลดชิ้นงาน (Part Ejection)

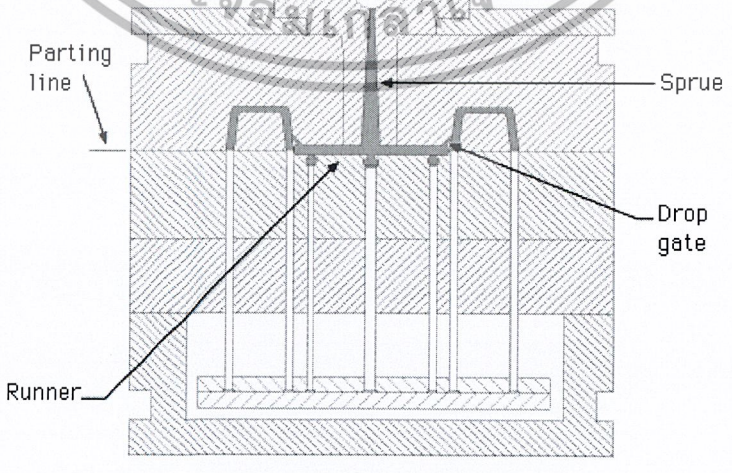


รูปที่ 2.1 รอบการทำงานของการอัดแบบชนิดฉีดแบบขั้นตอนเดียว [1]

<u>ชนิดของแม่พิมพ์</u>

1. แม่พิมพ์ทางวิ่งเย็น แบ่งเป็น 2 ชนิด

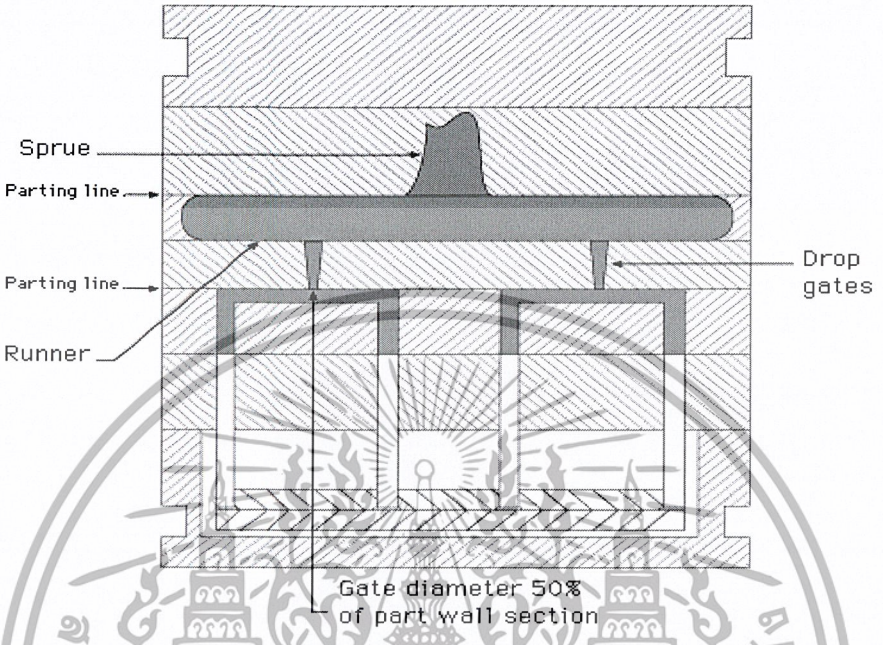
1.1 แม่พิมพ์แบบแผ่นโลหะสองแผ่น มีเศษพลาสติกเหลือมากับชิ้นงาน (รูปที่ 2.2)



รูปที่ 2.2 แม่พิมพ์แบบแผ่นโลหะสองแผ่น [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

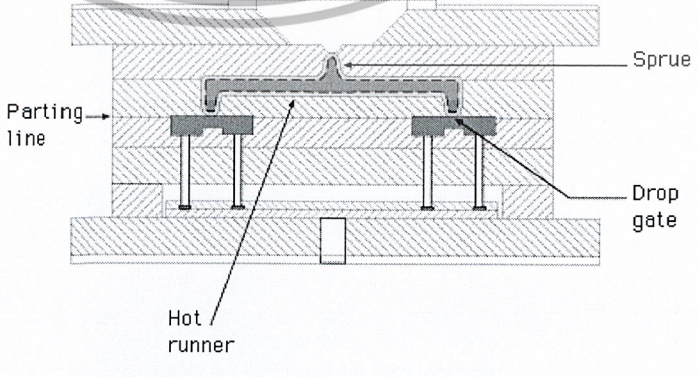
1.2 แม่พิมพ์แบบแผ่นโลหะสามแผ่น ทางวิ่งและชิ้นงานที่ได้สามารถแยกออกจากกันได้โดยอัตโนมัติ (รูปที่ 2.3)



รูปที่ 2.3 แม่พิมพ์แบบแผ่นโลหะสามแผ่น [3]

2. แม่พิมพ์ที่ไม่มีทางวิ่ง แบ่งเป็น 3 ชนิด

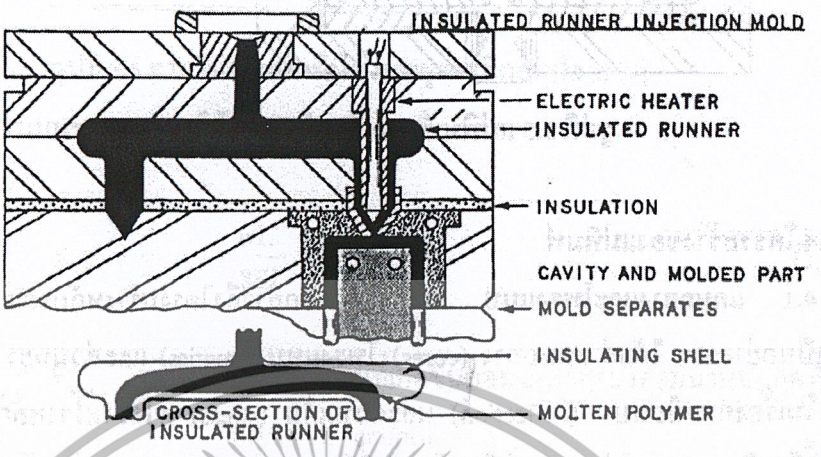
2.1 แม่พิมพ์ทางวิ่งร้อน บริเวณทางวิ่งร้อนตลอดเวลา เมื่อฉีดพอลิเมอร์เข้าเติมเต็มในแม่แบบอย่างพอดีทำให้ส่วนของทางวิ่งไม่มีการแข็งตัว จึงไม่มีเศษพลาสติกเกิดขึ้น (รูปที่ 2.4)



รูปที่ 2.4 แม่พิมพ์ทางวิ่งร้อน [3]

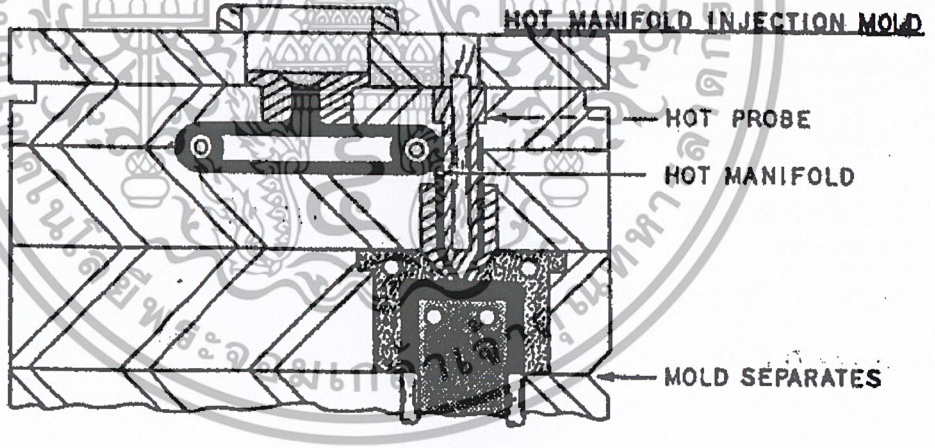
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แม่พิมพ์ทางวิ่งฉนวน นำฉนวนมาหุ้มบริเวณที่ร้อนช่วยประหยัดพลังงาน (รูปที่ 2.5)



รูปที่ 2.5 แม่พิมพ์ทางวิ่งฉนวน [1]

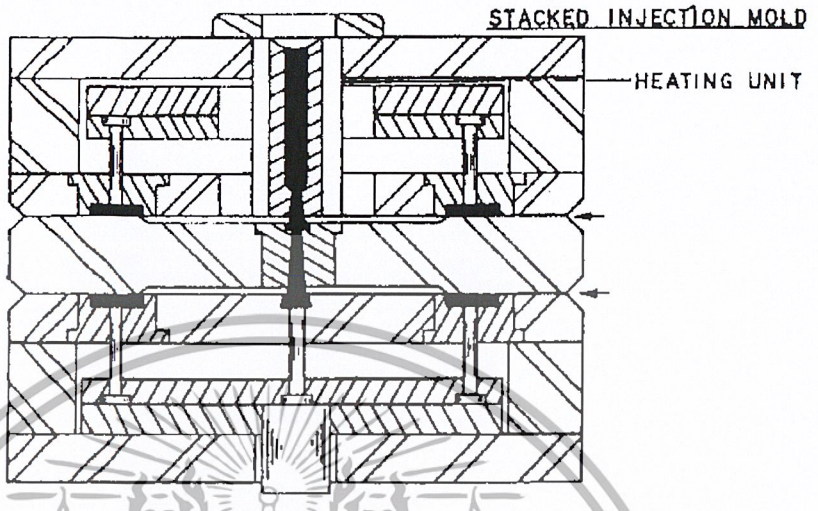
2.3 แม่พิมพ์แบบทางวิ่งฉนวนที่ได้ปรับปรุงแล้ว (รูปที่2.6)



รูปที่ 2.6 แม่พิมพ์ทางวิ่งฉนวนที่ได้ปรับปรุงแล้ว [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แม่พิมพ์แบบเรียงซ้อน วางแม่พิมพ์เป็นชั้นๆ ช่วยเพิ่มอัตราการผลิตชิ้นงานเพิ่มขึ้นต่อครั้งการฉีดขึ้นรูป (รูปที่ 2.7)

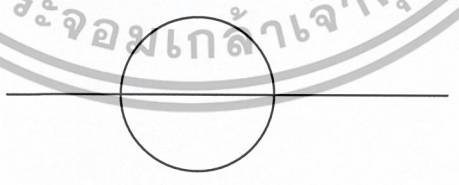


รูปที่ 2.7 แม่พิมพ์แบบเรียงซ้อน [1]

<u>การออกแบบทางวิ่ง</u>

การออกแบบทางวิ่งที่ดีต้องมีลักษณะสมดุล ไม่แข็งตัวก่อนชิ้นงาน มีที่ว่างสำหรับเตรียมดักจับวัสดุที่เย็นตัวก่อนอุณหภูมิที่ทำแบบจริง (Cool Slug Well) ความดันลดต่ำสุดและอุณหภูมิลดต่ำสุด การออกแบบทางวิ่งทำได้หลายแบบดังนี้

1. แบบเต็มวงกลม (Full Round) เหมาะสำหรับวัสดุที่มีความหนืดสูง ไม่ต้องการความดันลดสูง ใช้กับแม่พิมพ์ชนิดแผ่นโลหะ 2 แผ่น และการแบ่งพื้นผิวเป็นแบบแบนราบ (รูปที่ 2.8)



รูปที่ 2.8 ทางวิ่งแบบเต็มวงกลม (Full Round) [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบครึ่งวงกลม (Half Round) เกิดความดันลดและอุณหภูมิลดลงสูงมาก ในปัจจุบันจึงไม่เป็นที่นิยม (รูปที่ 2.9)

รูปที่ 2.9 ทางวิ่งแบบครึ่งวงกลม (Half Round) [1]

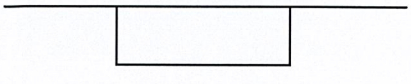
3. แบบสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoid) เหมาะกับวัสดุพลาสติกประเภทความหนืดต่ำๆ การหดตัวต่ำสามารถปลดชิ้นงานออกจากทางวิ่งง่ายเพราะมีลักษณะทำมุมที่เรียกว่า Draft Angle (รูปที่ 2.10)

รูปที่ 2.10 ทางวิ่งแบบสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoid) [1]

4. แบบสี่เหลี่ยมคางหมูที่ได้ปรับปรุงแล้ว (Modified Trapezoid) เนื่องจากแบบสี่เหลี่ยมคางหมูนั้นมีลักษณะเป็นเหลี่ยมๆ ทำให้การปลดชิ้นงานค่อนข้างยากจึงลดมุมด้วยการทำให้มีลักษณะมนๆ (รูปที่ 2.11)

รูปที่ 2.11 ทางวิ่งแบบสี่เหลี่ยมคางหมูที่ได้ปรับปรุงแล้ว (Modified Trapezoid) [1]

5. แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular) ปลดชิ้นงานยาก ไม่เป็นที่นิยม (รูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.12 ทางวิ่งแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular) [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบผังระบบทางวิ่ง

การออกแบบผังระบบทางวิ่งขึ้นอยู่กับจำนวนแบบพิมพ์ รูปร่างของส่วนประกอบ ชนิดของแม่พิมพ์ และชนิดของทางเข้า ในการออกแบบผังระบบทางวิ่งมีข้อควรพิจารณา 4 ข้อดังนี้

1. ความยาวของทางวิ่งควรจะต่ำสุดเพื่อลดความดันที่สูญเสียไป
2. ควรหลีกเลี่ยงทางวิ่งที่วางลาดทำให้เกิดมุมหรือการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เด่นชัด เพื่อป้องกันการเสียคุณภาพของพอลิเมอร์โดยทางกลและลดความดันที่สูญเสียไปตามลำดับ
3. ควรมีช่องว่างเตรียมไว้ทางด้านตรงข้ามของรูเปิด เพื่อดักจับวัสดุที่แข็งตัวก่อนที่จะถึงอุณหภูมิที่เกิดประสิทธิผล เพื่อช่วยให้ระบบทางวิ่งตรงส่วนแรกในแต่ละสาขาไหลออก
4. ระบบทางวิ่งควรมีลักษณะที่สมดุล

การออกแบบผังระบบทางวิ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อแม่พิมพ์ที่มีหลายโพรงแบบทั้งนี้เพื่อให้วัสดุเติมเต็มอยู่ในทุกโพรงแบบได้อย่างสม่ำเสมอ โดยมีความดันย้ำเท่ากันในทุกทางวิ่ง ด้วยเหตุนี้พลาสติกจึงเกิดการแข็งตัวในทุกๆที่ และในเวลาเดียวกัน การออกแบบผังระบบทางวิ่งสามารถทำได้หลายรูปแบบ แต่ที่นิยมเป็นแบบสมดุลธรรมชาติ โดยการทำให้เส้นทางการไหลมีความยาวเท่ากันและทำให้ขนาดของพื้นที่ตัดขวางทั้งหมดเท่ากัน การทำให้เส้นทางการไหลเท่ากันอาจวางผังเป็นรูปวงกลมโดยมีปลอกรูฉีดอยู่ตรงกลาง หรือเป็นแบบสมมาตร ดังแสดงในรูปที่ 2.13

ก. การวางผังทางวิ่งแบบวงกลม ข. การวางผังทางวิ่งแบบสมมาตร

รูปที่ 2.13 การวางผังทางวิ่งแบบสมดุลธรรมชาติ [1]

ทางเข้า (Gate)

ชนิดของทางเข้าเป็นฟังก์ชันกับตำแหน่งของทางเข้าและรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นงาน การเลือกชนิดของทางเข้าและรูปทรงเรขาคณิต ปริมาณของเครื่องจักรที่ใช้ในการตกแต่ง ศักยภาพของการพุ่ง (Jetting) และชนิดของแม่พิมพ์ที่ต้องการเป็นต้น

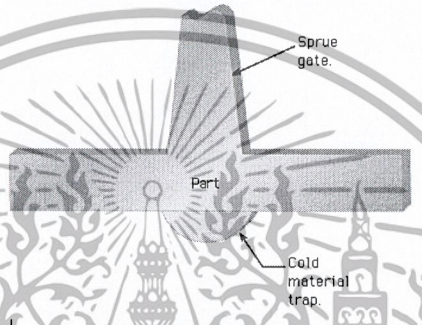
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชนิดของทางเข้า

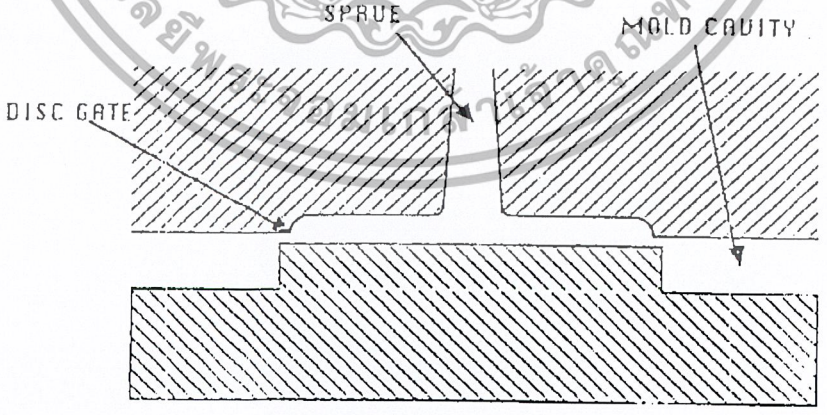
ชนิดของทางเข้ามีหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการออกแบบ

1. ทางเข้าแบบทางฉีดโดยตรง (Direct Sprue Gate) ทางเข้าแบบทางฉีดจัดเป็นทางเข้าแบบง่ายที่สุดโดยมีพื้นที่ภาคตัดขวางเป็นแบบวงกลมและมีขนาดใหญ่ ขนาดของทางเข้าแบบทางฉีดขึ้นอยู่กับความหนาของผนังและเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเปิดของหัวฉีด ทางเข้าแบบนี้ช่วยทำให้การออกแบบเครื่องมือสมดุลแต่เพิ่มระยะเวลาในการหล่อเย็น ทางเข้าแบบทางฉีดควรอยู่ตรงส่วนหนาที่สุดของชิ้นงานเพื่อป้องกันการพุ่งฉีดของพลาสติก (รูปที่ 2.14)



รูปที่ 2.14 ทางเข้าแบบฉีดโดยตรง [3]

2. ทางเข้าแบบดิสต์ (Disc Gate) ทางเข้าชนิดนี้เหมาะสำหรับชิ้นงานรูปทรงกระบอกหรือรูปทรงกลมใช้เพื่อปรับปรุงลักษณะการอัดแบบและกำจัดรอยต่อ (Weld Line) (รูปที่ 2.15)

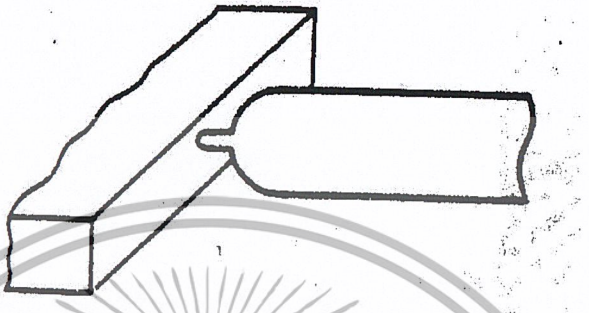


รูปที่ 2.15 ทางเข้าแบบดิสต์ [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

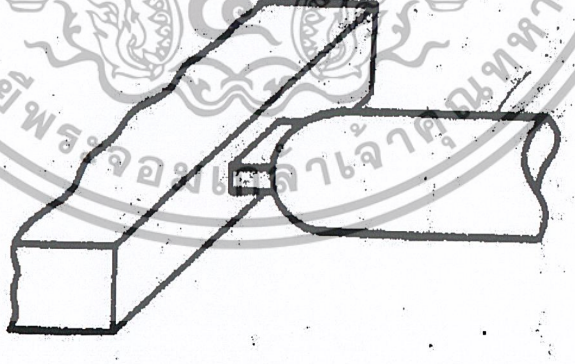
49261

3. ทางเข้าแบบพิน (Pin Gate) ทางเข้าชนิดนี้มีขนาดเล็กพอลิเมอร์มีโอกาสแข็งตัวก่อน และได้ความร้อนตลอดเวลาทำให้พอลิเมอร์เกิดการเสียสภาพ เหมาะกับระบบที่ใช้แม่แบบทางวิ่งร้อน หรือ วัสดุที่มีความหนืดต่ำๆ (รูปที่ 2.16)



รูปที่ 2.16 ทางเข้าแบบพิน [2]

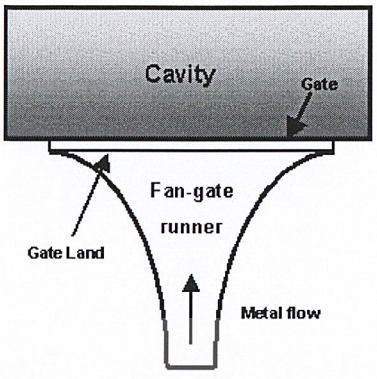
4. ทางเข้าแบบสี่เหลี่ยม (Rectangular Gate) ทางเข้าชนิดนี้เหมาะกับผลิตภัณฑ์ชิ้นงานใสและเหมาะกับวัสดุที่มีความหนืดสูง (รูปที่ 2.17)



รูปที่ 2.17 ทางเข้าแบบสี่เหลี่ยม [2]

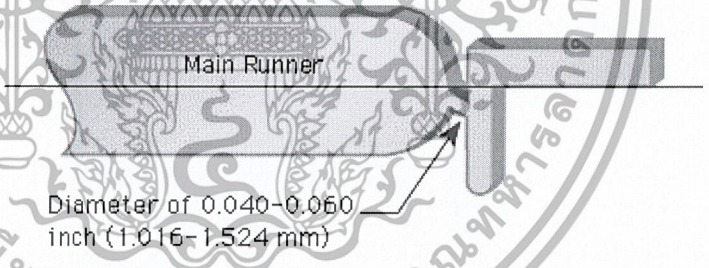
5. ทางเข้าแบบพัด (Fan Gate) ทางเข้าแบบนี้จะทำให้วัสดุไหลเข้าโพรงแบบที่มีพื้นที่ตรงทางเข้าค่อนข้างใหญ่จึงเหมาะกับการอัดแบบที่มีลักษณะแบนราบ ทางเข้าแบบนี้จะช่วยให้เกิดการแพร่ของการไหลของวัสดุไปยังการอัดแบบและลดรอยไหล และช่วยลดผลที่เกิดจากการจัดเรียงตัว แต่ทางเข้าชนิดนี้เวลาปลดชิ้นงานออกทำได้ยากจึงควรพิจารณาถึงข้อเสียส่วนนี้เวลาเลือกใช้ (รูปที่ 2.18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 ทางเข้าแบบพัด [3]

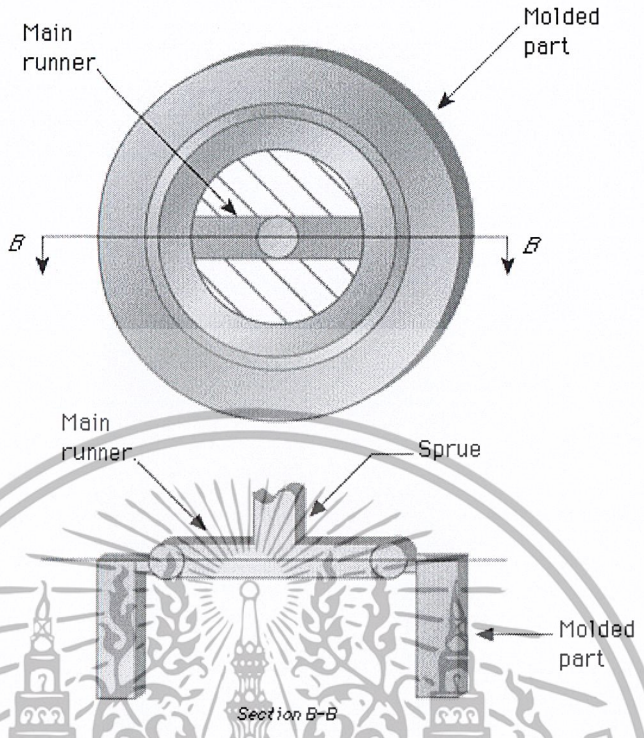
6. ทางเข้าแบบใต้น้ำ (Submarine Gate) ทางเข้าชนิดนี้เหมาะสำหรับการแยกทางเข้าออกจากทางวิ่งโดยอัตโนมัติ ในระหว่างที่มีการปลดชิ้นงานในผลิตภัณฑ์บางชนิดจำเป็นต้องมีใบมีดอยู่ตรงขอบของทางเข้าเพื่อช่วยทำความสะอาด โดยทางเข้าจะต้องมีลักษณะเป็นมุมเพื่อช่วยในการปลดชิ้นงานได้ง่ายขึ้น (รูปที่ 2.19)



รูปที่ 2.19 ทางเข้าแบบใต้น้ำ (Submarine Gate) [3]

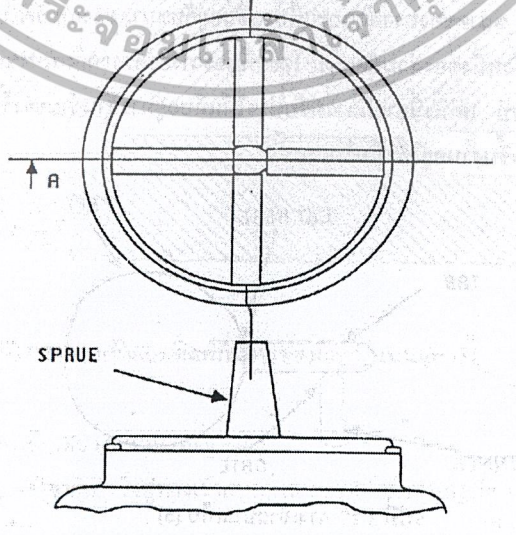
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทางเข้าแบบวงแหวน (Ring Gate) เหมาะกับชิ้นงานที่มีลักษณะทรงกลม (รูปที่ 2.20)



รูปที่ 2.20 ทางเข้าแบบวงแหวน (Ring Gate) [3]

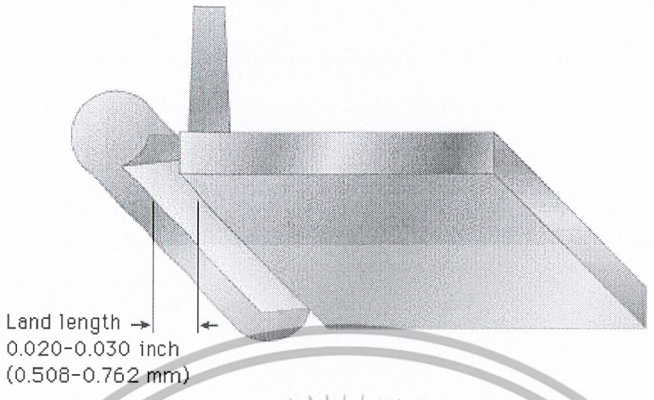
8. ทางเข้าแบบซี่ล้อรถ (Spoke Gate) ทางเข้าแบบนี้ใช้สำหรับการขึ้นแบบที่มีรูปร่างเป็นแบบท่อหรือวงกลม (รูปที่ 2.21)



รูปที่ 2.21 ทางเข้าแบบซี่ล้อรถ [1]

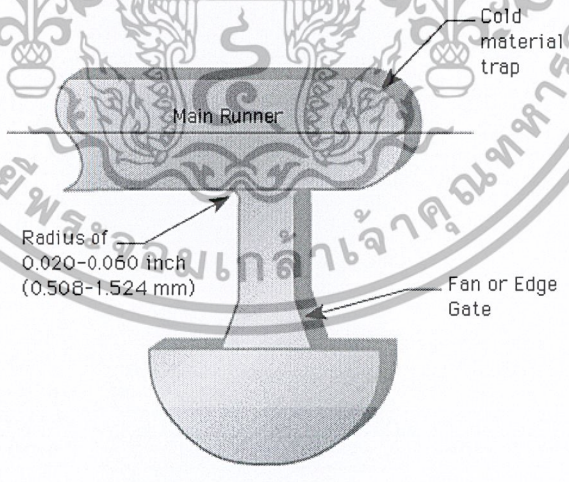
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ทางเข้าแบบครีบ (Flash Gate) ทางเข้าแบบนี้ใช้กับการออกแบบที่มีลักษณะแบนราบมีพื้นที่ค่อนข้างใหญ่ และต้องการความแบน และการโก่งต่ำที่สุด (รูปที่ 2.22)



รูปที่ 2.22 ทางเข้าแบบครีบ (Flash Gate) [3]

10. ทางเข้าแบบขอบ (Edge Gate) ทางเข้าชนิดนี้นิยมใช้เข้าทางด้านหน้า ด้านบนสุดหรือล่างสุดของชิ้นงาน เหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีพื้นผิวใหญ่และผนังบาง (รูปที่ 2.23)



รูปที่ 2.23 ทางเข้าแบบขอบ (Edge Gate) [3]

<u>ตำแหน่งของทางเข้า</u> (Gate Location)

เนื่องจากทางเข้ามีผลต่อลักษณะเติมเต็มและการอัดแบบ ตำแหน่งของที่ตั้งทางเข้าตรงโพรงแบบจึงมีความสำคัญพอๆ กับขนาดและชนิดของทางเข้า โดยรูปร่างของชิ้นแบบจะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของทางเข้านี้ โดยมีแนวทางในการเลือกตำแหน่งของทางเข้าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เลือกตำแหน่งของทางเข้าบริเวณที่หนาที่สุดของชิ้นงานเพื่อทำให้เกิดการไหลที่สม่ำเสมอและทำให้การอัดแบบทำได้ดีขึ้น
2. เพื่อรักษาให้เส้นใยอยู่ในตำแหน่งของทางเข้า
3. เพื่อไล่อากาศที่เกิดขึ้นขณะที่พอลิเมอร์หลอมเหลวในระหว่างการเติมเต็ม
4. วางทางเข้าเพื่อลดปัญหาที่เกิดจากรอยต่อให้น้อยที่สุด
5. ชิ้นงานที่มีลักษณะกลมหรือทรงกระบอกควรวางทางเข้าให้อยู่ตรงกลาง
6. วางทางเข้าตรงบริเวณพื้นที่อัดแบบที่ไม่มีความเค้นเกิดขึ้น
7. เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่มีหลายรอยต่อ และปัญหาในเรื่องการระบายอากาศควรใช้ทางเข้าจำนวนน้อยที่สุดเพื่อใช้เติมเต็มชิ้นงาน

2.5 ข้อบกพร่องของชิ้นงานในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด

ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีดมีหลายสาเหตุแต่พอจะแบ่งออกได้เป็นสาเหตุเนื่องจากวัสดุ แม่พิมพ์ รอบการอัดแบบและลักษณะของเครื่องจักรโดยปัญหาที่พบมีดังนี้

1. วัสดุส่วนเกิน (Flashing)

สาเหตุ

- วัสดุร้อนเกินไป
- ความดันสูงเกินไป
- การป้อนวัสดุมากเกินไป
- การป้อนวัสดุผิดปกติ
- เส้นแบ่งส่วนไม่ดี
- แม่พิมพ์บกพร่อง
- รอบการทำงานผิดปกติ
- แรงยึดแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ

การแก้ไข

- ปรับการไหลของวัสดุไม่ให้ชิ้นงานที่ได้อ่อนเกินไป
- แก้ไขอุณหภูมิของทรงกระบอก หัวฉีดหรือแม่พิมพ์ที่สูงเกินไป
- ปรับความดันของตัวยึดแม่พิมพ์ที่ต่ำเกินไป
- ปรับความดันในการฉีดที่สูงเกินไป
- ปรับเวลาในการฉีดที่นานเกินไป
- ปรับการป้อนวัสดุที่เร็วเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การฉีดไม่เต็มแม่พิมพ์ (Short Shot)

สาเหตุ

- ทางวิ่งเล็กเกินไป
- วัสดุแข็งตัวก่อนที่จะเติมเต็ม

การแก้ไข

- ปรับความดันที่ใช้ฉีดเพิ่มขึ้น
- เพิ่มความดันในการฉีดที่หายไปในระหว่างรอบการทำงาน
- เพิ่มขนาดของทางเข้า
- เพิ่มขนาดของทางวิ่ง
- ปรับเวลาของการฉีดไปข้างหน้าที่สั้นเกินไป
- ปรับความเร็วในการฉีดที่ต่ำเกินไป
- ปรับอัตราการเติมเต็มที่ไม่เท่ากันในโพรงแบบ
- ควบคุมการป้อนไม่ให้ต่ำหรือสูงเกินไป (ถ้าสูงไปจะทำให้ค่าความดันในการฉีดลดลง)

3. รอยยุบ (Sink Marks)

สาเหตุ

- พลาสติกในแม่พิมพ์ไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการหดตัว เนื่องจากความหนาของชิ้นงานหลัก และชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นซี่ ความดันในการฉีดต่ำเกินไปและเวลาของลูกสูบไปข้างหน้าสั้นเกินไป
- พลาสติกร้อนเกินไป
- ชิ้นงานที่ถูกปลดออกร้อนเกินไป
- ไม่มีส่วนรองรับน้ำหนักบนส่วนหน้าของเครื่องกระทุ้งกับส่วนป้อนโดยปริมาตร

การแก้ไข

- ทำวัสดุให้แห้ง
- เติมสารหล่อเย็น
- ลดของเหลวระเหยในวัสดุที่ใช้
- เปลี่ยนสภาวะของการหล่อเย็น
- ปรับการป้อนวัสดุที่ไม่เพียงพอ
- เพิ่มความดันในการฉีด
- เพิ่มเวลาของการฉีดไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความเปราะ (Brittleness)

สาเหตุ

- การเสียคุณภาพวัสดุระหว่างการอัดแบบ
- การออกแบบชิ้นงานมีขีดจำกัดทางด้านความแข็งทางกลต่ำ

การแก้ไข

- ทางด้านวัสดุ
  - ทำความสะอาดวัสดุปนเปื้อน
  - อบแห้งวัสดุ
  - ใช้วัสดุที่มีปริมาณการระเหยค่อนข้างต่ำ
  - ลดปริมาณการบดซ้ำใหม่
- ทางด้านแม่พิมพ์
  - ออกแบบชิ้นงานไม่ให้บางเกินไป
  - เปลี่ยนทางเข้าไม่ให้เล็กเกินไป
- การอัดแบบ
  - เพิ่มอุณหภูมิของทรงกระบอก
  - เพิ่มอุณหภูมิของหัวฉีด
  - เพิ่มความเร็วในการฉีด
  - เพิ่มความเร็วของการฉีดไปข้างหน้า
  - เพิ่มอุณหภูมิของแม่แบบ
- เครื่องจักร
  - เปลี่ยนกำลังความสามารถในการสร้างสภาพพลาสติกไม่ให้ต่ำเกินไป
  - กำจัดสิ่งขีดขวางของทรงกระบอกไม่ให้วัสดุเกิดการเสียคุณภาพ

5. การโค้งงอและการหดตัว

สาเหตุ

- การปลดชิ้นงานทำในขณะร้อนเกินไป
- พลาสติกเย็นเกินไป
- ความผันแปรของความหนา
- การป้อนวัสดุมากเกินไป
- ความไม่สมดุลตรงบริเวณทางเข้าของชิ้นงาน
- ระบบการออกแบบหรือการทำงานไม่ดี
- อุณหภูมิของแม่พิมพ์ไม่สม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วัสดุที่ถูกปล่อยออกมาจากบริเวณรอบทางเข้ามีมากเกินไป

การแก้ไข

- การอัดแบบ
  - เพิ่มรอบการทำงาน
  - เพิ่มความดันในการฉีดโดยไม่ให้เกิดการอัดมากเกินไป
  - เพิ่มเวลาของการฉีดไปข้างหน้าโดยไม่ให้เกิดการอัดมากเกินไป
  - เพิ่มการป้อนวัสดุแต่ไม่ให้เกิดการอัดมากเกินไป
  - ลดอุณหภูมิของวัสดุลง
  - รักษาการอัดให้ต่ำสุด
  - เพิ่มความเร็วในการฉีด
  - ลดกลไกการปลดชิ้นงาน
  - หล่อเย็นด้วยน้ำ
- แม่พิมพ์
  - เปลี่ยนขนาดของทางเข้า
  - เปลี่ยนตำแหน่งของทางเข้า
  - เพิ่มพื้นที่สำหรับปลดชิ้นงาน
  - ให้มีการระบายอากาศพอเพียงโดยเฉพาะชิ้นงานที่มีความลึก
  - เพิ่มความแข็งให้กับชิ้นงานโดยการเพิ่มความหนาของผนัง
  - เปลี่ยนการออกแบบชิ้นงานถ้ามีความแตกต่างในเรื่องของการหดตัวและการโก่งงอ

7. การฉีดพุ่ง (Jetting)

สาเหตุ

- ฉีดสารเข้าแม่พิมพ์เร็วเกินไป

การแก้ไข

- ปรับการฉีดที่เร็วเกินไป
- เปลี่ยนทางเข้าที่เล็กเกินไป
- เปลี่ยนบริเวณทางเข้าที่ยาวเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 CAI (Computer Aided Instruction) [6]

กระบวนการเรียนการสอน คือ การสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เมื่อผู้เรียนรับรู้ข้อมูลแล้วแปลผลแสดงว่ามีการเรียนรู้เกิดขึ้น

<u>การสื่อสารในกระบวนการเรียนการสอน</u> มี 2 ลักษณะคือ

1. การสื่อสารทางเดียว หรือ ระบบวงจรเปิด (Open-Loop System) เป็นการสื่อสารทางเดียว ผู้เรียนไม่สามารถสื่อสารไปยังผู้สอนได้ เช่น การเรียนทางไกลจากตำราและเอกสาร

2. การสื่อสารสองทาง หรือ ระบบวงจรปิด (Closed-Loop System) เป็นการสื่อสารที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถโต้ตอบกันได้ เช่น การเรียนการสอนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเพราะเมื่อผู้เรียนไม่เข้าใจในบทเรียนสามารถซักถามได้

การปฏิสัมพันธ์จึงจัดเป็นส่วนสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยที่ลักษณะการปฏิสัมพันธ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ อาจกระทำได้ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. การกดเมาส์ (Mouse Click) คือการใช้เมาส์คลิกที่วัตถุ เช่น การพลิกหน้า การเลื่อนขึ้นลง เป็นต้น
2. การกดแป้นพิมพ์ (Hot Key) คือการกดแป้นพิมพ์ลัด เช่น แป้นลูกศร แป้นอักษร Y=ใช่ N=ไม่ใช่ เป็นต้น
3. การพิมพ์ข้อความ คือการพิมพ์ข้อความตามเงื่อนไข ถ้าตรงกับผลลัพธ์ก็สามารถผ่านไปได้ เช่น การเติมคำในช่องว่าง หรือพิมพ์ตัวเลขเพื่อนำไปประมวลผล เป็นต้น
4. เสียง (Sound) คือการใช้เสียงเป็นสื่อโต้ตอบกับบทเรียน เช่น ฝึกการอ่านภาษาถ้าอ่านไม่ถูกหรือเสียงเพี้ยนจะให้มีการทบทวนใหม่หรือไม่ให้ผ่านไปหน้าต่อไป เป็นต้น

2.7 รูปแบบของสื่อการสอน CAI [6]

คำว่ารูปแบบ หมายถึง แบบแผนหรือแนวปฏิบัติ หรือข้อกำหนดที่สามารถปรับเข้ากับสภาวะจริง การสร้างสื่อ CAI ควรทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายมากที่สุดจึงจะเป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสิ่งต่างๆ ที่ผู้สอนทำอยู่แล้ว สามารถนำมาทำสื่อ CAI เช่น

1. บทเรียนสำเร็จรูป
2. ชุดการเรียนการสอน
3. บทเรียนโมดูล (Module)

สื่อต่างๆ เหล่านี้ผู้สอนก็ทำกันเป็นปกติอยู่แล้ว แต่จะจัดทำในกระดาษแล้วทำเป็นรูปเล่ม แต่ถ้านำมาประยุกต์ปรับปรุง แล้วให้เรียนกันในคอมพิวเตอร์ก็สามารถเป็นสื่อ CAI ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนรูปแบบที่นิยมในการสร้างสื่อ CAI เป็นดังนี้

1. การนำเสนอเนื้อหา (Knowledge Presentation)

การสร้างเนื้อหาต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ หรือความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ส่วนเนื้อหาไม่ควรมีเฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว แต่เนื้อหาควรจะมีสิ่งต่อไปนี้ด้วย เช่น มีภาพประกอบ มีเสียง หรือมีภาพยนตร์ประกอบด้วยถึงจะเรียกว่าเนื้อหาที่ดีและเหมาะสมกับความสามารถของสื่อการสอนแบบคอมพิวเตอร์

2. การโต้ตอบกับผู้เรียน (Interactivity)

โดยปกติการสอนที่ดี ควรเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นโต้ตอบระหว่างผู้สอนได้ ฉะนั้นสื่อ CAI ที่ดีควรให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดแก้ปัญหานั่นคือ มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับสื่อ CAI

3. การวัดและประเมินผล (Evaluation)

หลังจากผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาได้ใช้สื่อ CAI แล้ว สิ่งที่ผู้เรียนจะบอกผู้สอนได้ว่า เข้าไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือไม่ นอกจากการสังเกต สัมภาษณ์พูดคุยแล้ว สิ่งที่วัดได้เป็นรูปธรรมก็คือแบบทดสอบหรือข้อสอบหลังจากใช้สื่อ CAI แล้วอาจไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด แต่ก็ถือว่าเป็นที่นิยมกัน

ข้อได้เปรียบของคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน

1. คอมพิวเตอร์มีลักษณะเด่นที่จะช่วยให้ระบบการศึกษามีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการนำมาช่วยสอน ซึ่งเป็นการเรียนการสอนรายบุคคล โดยใช้บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีลักษณะเดียวกันกับการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล ด้วยแบบเรียนคอมพิวเตอร์
2. โปรแกรมช่วยสอนมีจุดเด่นอีกประการคือ ผู้เรียนสามารถเรียกรอบการเรียนได้รวดเร็วมาก ไม่ว่าจะเป็นการเรียนย้อนหลัง หรือ กระโดดข้ามไปข้างหน้า ทำให้ช่วยประหยัดเวลาการเรียน
3. ผู้เรียนที่เรียนรู้ค่อนข้างช้า จะมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นมากกว่าผู้เรียนที่เรียนรู้ได้ปกติ แม้ว่าสิ่งที่คงเหลือจากการเรียนรู้จะต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนในห้อง

สำหรับในแง่ของผู้ศึกษาโปรแกรมช่วยสอน

1. การได้เจรจาโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนพอใจมาก
2. นอกจากนั้นผู้เรียนสามารถควบคุมวิธีการเรียนของตนเองได้ผู้เรียนได้ใช้ความถนัดของตนเองให้มากที่สุด ถ้าสนใจมากก็อาจใช้เวลามาก สนใจน้อยก็ใช้เวลาน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนในลักษณะโปรแกรมช่วยสอน

สำหรับการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ในลักษณะโปรแกรมช่วยสอนนี้ ทางผู้ทำการวิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Macromedia Authorware Version 6 เป็นโปรแกรมหลักในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนดังกล่าว ซึ่งนอกจากโปรแกรมหลักดังกล่าวแล้ว ทางผู้ทำการวิจัยยังได้เลือกใช้โปรแกรม Adobe PhotoShop 6 ใช้ในการตกแต่งรูปภาพต่างๆ สำหรับหลักการของโปรแกรมที่ผู้ทำการวิจัยเลือกใช้มีดังนี้

2.9 โปรแกรม Macromedia Authorware [6]

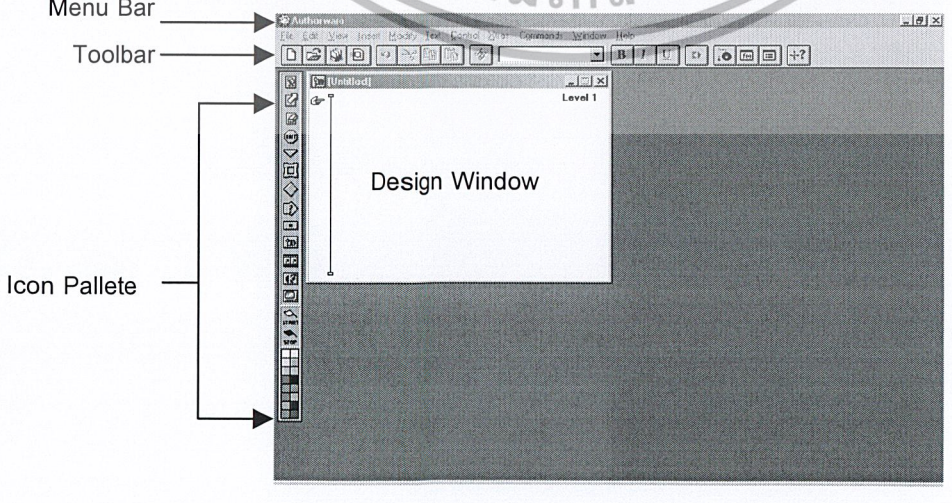
2.9.1 แนะนำ Authorware

Authorware เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างงานที่เรียกว่า “Presentation” หรือการนำเสนอข้อมูลซึ่งคล้ายกับโปรแกรม Microsoft Powerpoint แต่จะมีประสิทธิภาพมากกว่า จึงสามารถสร้างงานได้หลากหลายรูปแบบกว่าและ Authorware ยังเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถสร้างงานที่เป็นลักษณะมัลติมิเดีย (Multimedia) ที่การแสดงผล อาจจะเป็น ข้อความ รูปภาพกราฟฟิก การเคลื่อนที่ หรือภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบ และสามารถแสดงผลได้พร้อมๆกันด้วย

Authorware มีความสามารถในการสร้างโครงสร้างโปรแกรมได้ทันที โดยไม่ต้องเขียนลงกระดาษ โดยออกแบบการทำงานเหมือนกับการเขียนผังงาน (Flowchart) แต่ที่พิเศษกว่าคือ Authorware จะสร้างโปรแกรมตามการทำงานที่ออกแบบมาให้ทันทีโดยที่เราไม่ต้องเขียนโปรแกรมภาษา(Coding) ขึ้นมาเอง เพียงแต่ออกแบบว่าต้องการอะไรก็พอโดย Authorware จะมีสัญลักษณ์หรือไอคอนที่เราต้องการมาวางบนเส้น Flowline จากนั้น Authorware จะแสดงผลตามที่เรากำหนดไว้

2.9.2 จอภาพของ Authorware

เมื่อทำการเรียกโปรแกรม Authorware ขึ้นมา จะปรากฏ จอภาพของ Authorware ดังนี้

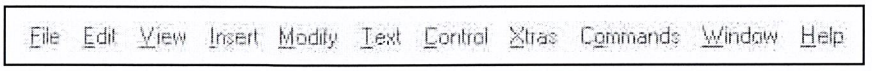


รูปที่ 2.24 จอภาพของ Authorware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจอภาพของ Authorware จะประกอบด้วย

Menu Bar เป็นเมนูที่ใช้สำหรับแสดงคำสั่งต่างๆ และควบคุมการทำงานของ Authorware ซึ่งมีลักษณะการใช้งานคล้ายกับเมนูคำสั่งของโปรแกรมทั่วๆไป ดังแสดงในรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 จอภาพเมนู

Toolbar เป็นรูปภาพปุ่มคำสั่งที่มีการใช้งานบ่อยๆ ซึ่งนำมาจากในเมนู นำมาสร้างเป็นไอคอนเล็กๆ เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน การใช้งานจะสื่อความหมายจากรูปภาพ ซึ่งถ้าเราไม่เข้าใจความหมายของ Toolbar อันใดให้เลื่อนเมาส์มาค้างไว้ที่ปุ่มนั้น จะมีข้อความบอกชื่อปุ่มคำสั่ง (Tooltip) แสดงให้เห็น และข้อความนี้จะหายไปเมื่อเลื่อนเมาส์ออกจากปุ่มนั้น ปุ่มต่างๆของ Toolbar มีดังนี้

New ใช้สำหรับสร้างไฟล์ใหม่

Open ใช้สำหรับเรียกไฟล์เก่าขึ้นมาใช้

Save All ใช้สำหรับบันทึกไฟล์ลงในแผ่นดิสก์

Import ใช้สำหรับนำเข้าไฟล์ที่ต้องการ

Undo ใช้สำหรับเรียกคำสั่งก่อนหน้าที่จะใช้คำสั่งปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cut ใช้สำหรับลบรายการหรือไอคอนที่ไม่ต้องการ

Copy ใช้สำหรับคัดลอกรายการที่ต้องการ

Paste ใช้สำหรับตัด-ปะรายการที่เลือก

Find ใช้สำหรับเปิด Dialog Box เพื่อการค้นหา

Text Styles ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของตัวอักษร

Bold ใช้สำหรับกำหนดอักษรให้เป็นตัวเข้ม

Italic ใช้สำหรับกำหนดตัวอักษรให้เป็นตัวเอียง

Underline ใช้สำหรับขีดเส้นใต้ให้กับอักษร

Restart ใช้สำหรับรันโปรแกรมจากจุดเริ่มต้นหรือจุดที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functions Window ใช้สำหรับเปิดจอภาพ Function

Variables Window ใช้สำหรับเปิดจอภาพ Variables

Help ใช้สำหรับเรียกไฟล์ข้อมูลให้ความช่วยเหลือ

เครื่องมือที่ใช้สร้างเนื้อหา (Icon Pallete) เป็นที่เก็บชุดคำสั่งรูปภาพหรือไอคอนเพื่อนำมาใช้ตามความต้องการโดยการคลิกที่ไอคอนที่ต้องการแล้วลากมาวางบน Flowline ซึ่งแต่ละไอคอนจะมีการทำงานดังนี้

Display Icon ใช้สำหรับแสดงข้อความหรือกราฟฟิกบนจอภาพโดยสามารถกำหนดรูปแบบการนำเสนอต่างๆ ให้เหมาะสมกับการนำเสนอได้

Motion Icon ใช้สำหรับสร้างการเคลื่อนที่ให้กับวัตถุที่กำหนดโดยสามารถกำหนดรูปแบบของการเคลื่อนที่ได้

Wait Icon ใช้สำหรับหยุดการทำงานของโปรแกรมเป็นการชั่วคราวเพื่อรอรับการตอบสนองจากผู้ใช้ตามเงื่อนไขการหยุดรอที่กำหนดไว้

Erase Icon ใช้สำหรับลบวัตถุหรือไอคอนที่ได้สร้างขึ้นหรือได้แสดงผลไปแล้วและสามารถกำหนดรูปแบบการลบได้จาก transition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Navigation Icon ใช้สำหรับการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างไอคอนต่างๆ ที่อยู่ใน Framework Icon ซึ่งจะมีหลายรูปแบบให้เลือก

Framework Icon ใช้สำหรับสร้างโครงสร้างหลักให้กับชิ้นส่วนต่างๆมีลักษณะคล้ายๆ กับเมนูที่มีทางเลือกอยู่ภายใน

Decision Icon ใช้สำหรับสร้างเส้นทางเลือกสำหรับการตัดสินใจและการประเมินผล

Interaction Icon ใช้สำหรับตรวจสอบการตอบสนองจากผู้ใช้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

Calculation Icon ใช้สำหรับสร้างสมการหรือกำหนดค่าให้กับตัวแปรรวมทั้งการตรวจสอบค่าตัวแปรด้วย

Map Icon ใช้สำหรับจัดกลุ่มให้กับไอคอนต่างๆ โดยการจัดกลุ่มนี้จะไม่มีผลกระทบต่อการทำงานและลำดับการทำงาน

Movie Icon ใช้สำหรับเรียกไฟล์ Movie และควบคุมการแสดงผลของภาพเคลื่อนไหวตามรูปแบบของไฟล์ข้อมูล

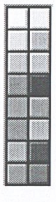
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sound Icon ใช้สำหรับเรียกไฟล์ข้อมูลเสียงและการควบคุมการแสดงผลของไฟล์เสียงด้วย

Video Icon ใช้สำหรับควบคุมการแสดงผลของเฟรมแต่ละเฟรมของวีดีโอภายนอกที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์

Start Flag ใช้สำหรับกำหนดจุดเริ่มต้นของการรันโปรแกรมเป็นช่วงๆ โดยใช้ควบคู่กับ Stop Flag

Stop Flag ใช้สำหรับกำหนดจุดสิ้นสุดของการรันโปรแกรมเป็นช่วงโดยจะใช้ควบคู่กับ Start Flag



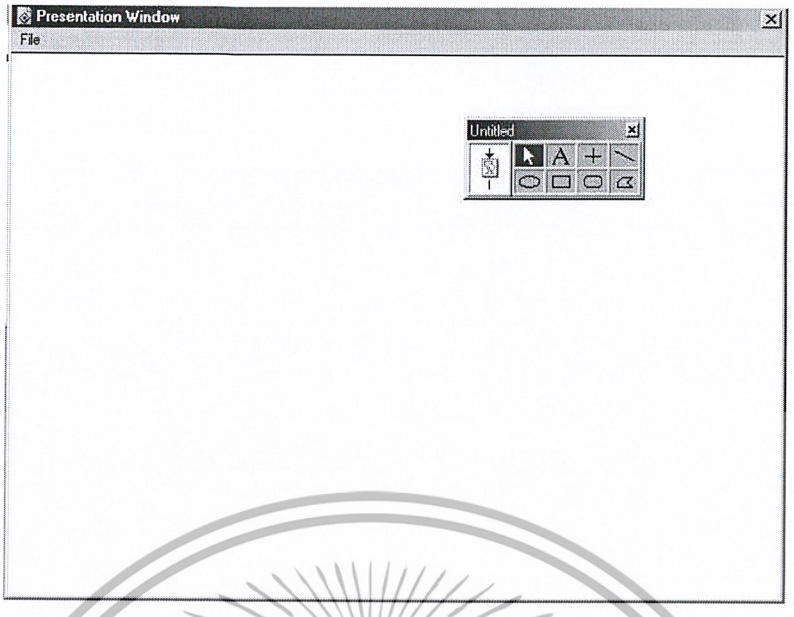
Color Pallete Icon ใช้สำหรับกำหนดสีให้กับไอคอน เพื่อให้ไอคอนที่เราต้องการเด่นขึ้น ทำให้สะดวกและง่ายต่อการค้นหา

Flowline เป็นเส้นทางเดินของโปรแกรม ที่เกิดจากการนำไอคอนมาวางเรียงลำดับกัน

Design Window เป็นกรอบหน้าต่าง ที่ใช้สำหรับการออกแบบ Application

Presentation Window เป็นกรอบหน้าต่างที่เกิดการนำเสนอข้อความรูปภาพที่เกิดจากการวางไอคอนเรียงลำดับกันบน Flowline ที่ Design Window (รูปที่ 2.26)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



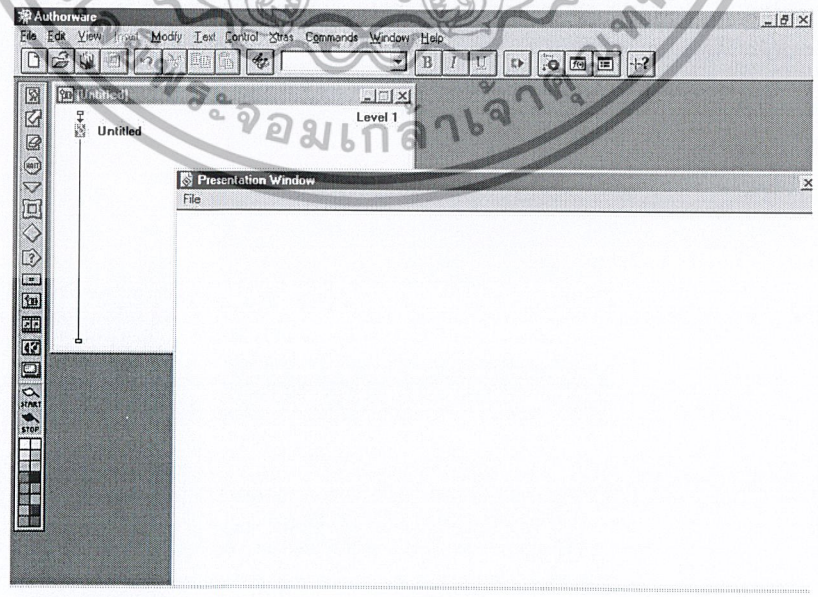
รูปที่ 2.26 จอภาพ Presentation window

2.9.3 การสร้าง Application

การเรียกใช้ไอคอน

1. เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่ไอคอนที่ต้องการ กดปุ่มเมาส์ซ้ายค้างไว้ จากนั้นลากมาวางบน Flowline

2. ดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอน ก็จะเข้าไปยังหน้าจอ Presentation หรือ หน้าจอ Property ของไอคอนนั้นๆ



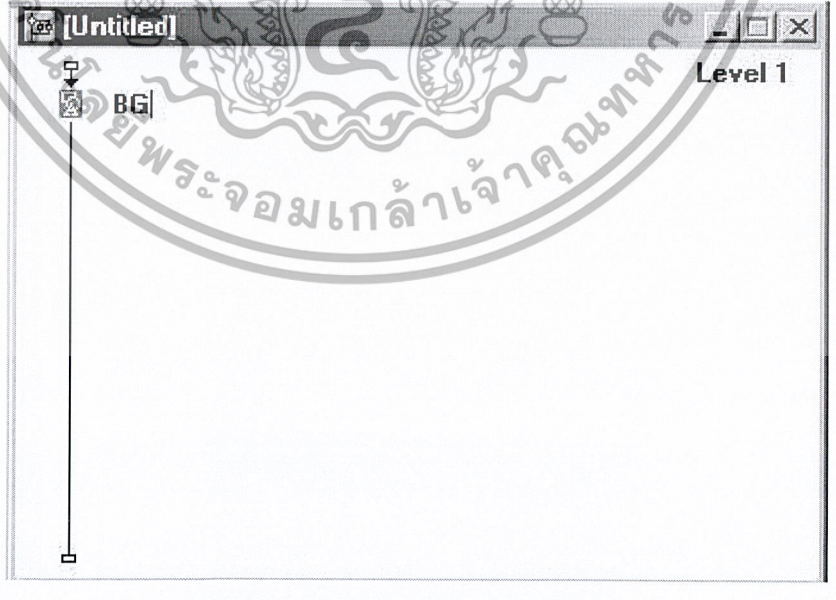
รูปที่ 2.27 จอภาพการเรียกใช้ไอคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งชื่อให้ไอคอน

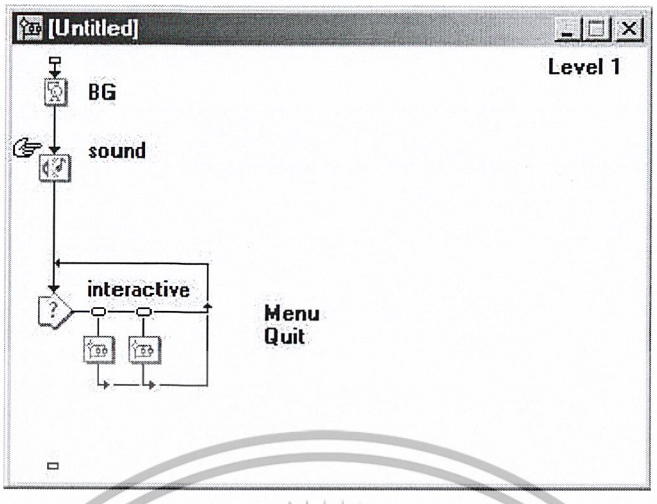
1. ใช้เมาส์คลิกที่รูปหรือที่ไอคอนที่ต้องการตั้งชื่อบน Flowline
2. จะปรากฏแถบสว่างที่รูปและที่ชื่อของไอคอน พิมพ์ชื่อที่ต้องการทับลงไป ในที่นี้ตั้งชื่อว่า BG
3. กดปุ่ม Enter

รูปที่ 2.28 จอภาพเมื่อคลิกที่ไอคอนที่ต้องการตั้งชื่อ



รูปที่ 2.29 จอภาพการตั้งชื่อให้ไอคอนที่เลือกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



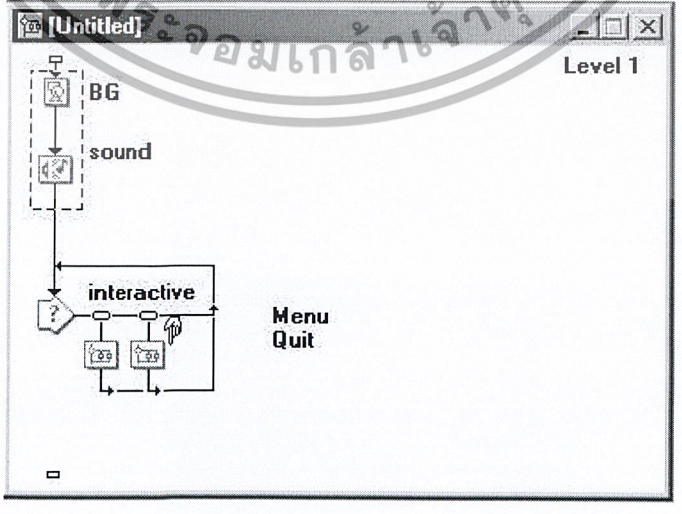
รูปที่ 2.30 จอภาพการตั้งชื่อให้ไอคอน

ไอคอนบน Flowline โดยการย้ายครั้งละ 1 ไอคอน

1. คลิกการย้ายตำแหน่งที่ไอคอนที่ต้องการย้าย โดยการเลือกไอคอนครั้งละมากกว่า 1 ไอคอน สามารถทำได้ 2 วิธีดังนี้

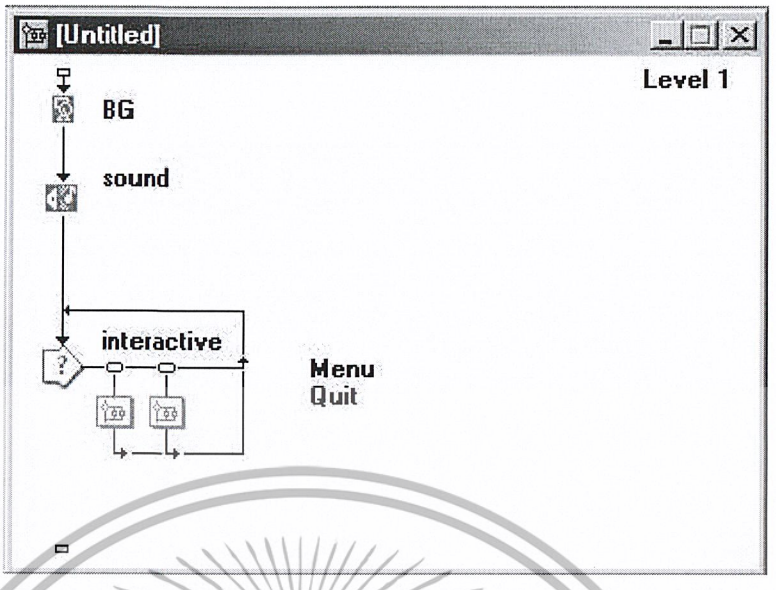
วิธีที่ 1 กดปุ่ม Shift ค้างไว้ และคลิกเมาส์ที่ไอคอนต่างๆ ที่ต้องการเลือก ซึ่งปรากฏแถบสว่างที่ไอคอนที่ได้เลือกไว้

วิธีที่ 2 คลิกเมาส์ที่ไอคอนแรกซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของกลุ่มไอคอนที่ต้องการเลือก กดปุ่มเมาส์ทางซ้ายค้างไว้ แล้วลากไปยังไอคอนสุดท้ายที่ต้องการเลือก จะปรากฏรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าล้อมกรอบไอคอนที่เลือกไว้ปล่อยเมาส์ จะปรากฏแถบสว่างที่ไอคอนที่ได้เลือกไว้



รูปที่ 2.31 จอภาพการเลือกไอคอนที่ต้องการย้าย

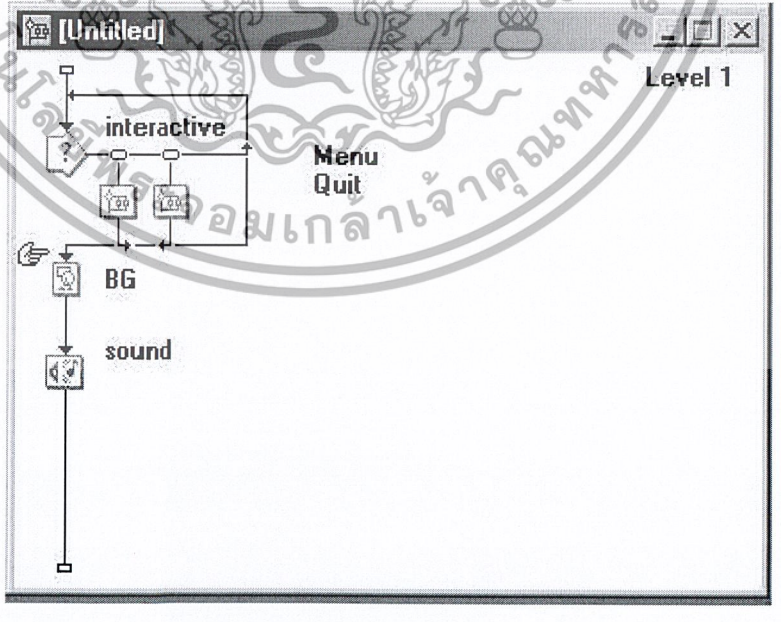
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 จอภาพไอคอนที่ได้เลือกไว้

2. เลือกคำสั่ง Edit และ Cut จากนั้นเลื่อนเมาส์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการบน Flowline คลิกเมาส์ 1 ครั้งจะปรากฏรูปมือชี้นมาชี้ไปที่ตำแหน่งที่ต้องการบน Flowline

3. เลือกคำสั่ง Edit และ Paste ไอคอนที่เลือกไว้จะปรากฏตรงตำแหน่งที่ต้องการ



รูปที่ 2.33 จอภาพการย้ายไอคอนครั้งละมากกว่า 1 ไอคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 โปรแกรม Adobe PhotoShop 6 [7]

โปรแกรม Adobe PhotoShop 6 นับว่าเป็นโปรแกรมวาดและตกแต่งที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ผลิตโดยบริษัท Adobe System Incorporated ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตกราฟฟิกที่มีชื่อเสียง บริษัทนี้เป็นเจ้าของโปรแกรมทางด้านการจัดการสิ่งพิมพ์ (Desktop Publishing) หรือที่นิยมเรียกย่อ ๆ ว่า DTP หลายโปรแกรม เช่น Adobe Page Maker และ Adobe Illustrator ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมสูงเช่นกัน

โปรแกรม PhotoShop ถูกนำมาประยุกต์ในงานประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. งานตกแต่งภาพ (Retouching)

คือ การนำภาพมาตกแต่งไปจากภาพต้นฉบับ ยกตัวอย่างเช่น การนำใบหน้าคนหนึ่งไปใส่ไว้กับร่างอีกคนหนึ่ง และการนำภาพเก่าๆ มาแต่งเป็นภาพใหม่ เป็นต้น

2. งานสร้างภาพกราฟฟิก (Graphics)

ภาพกราฟฟิกคือภาพที่ถูกวาดขึ้นมา โดยอาจจะวาดในคอมพิวเตอร์หรือวาดในกระดาษแล้วสแกนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ภาพกราฟฟิกเหล่านี้สามารถวาดและตกแต่งให้สวยงามได้ด้วย PhotoShop เช่น นำภาพจากโปรแกรม 3 มิติ มาช่วยในการตกแต่ง ทำปกหนังสือและทำโฮมเพจในอินเตอร์เน็ต ด้วยโปรแกรม PhotoShop เป็นต้น

3. งานสร้างอักษร

การสร้างอักษรสวยๆ สามารถทำง่ายๆ ใน PhotoShop ทั้งอักษรที่มีลวดลายแปลกๆและอักษร 3 มิติ เป็นต้น

2.10.1 รายละเอียดของส่วนประกอบต่าง ๆของหน้าจอ มีดังต่อไปนี้

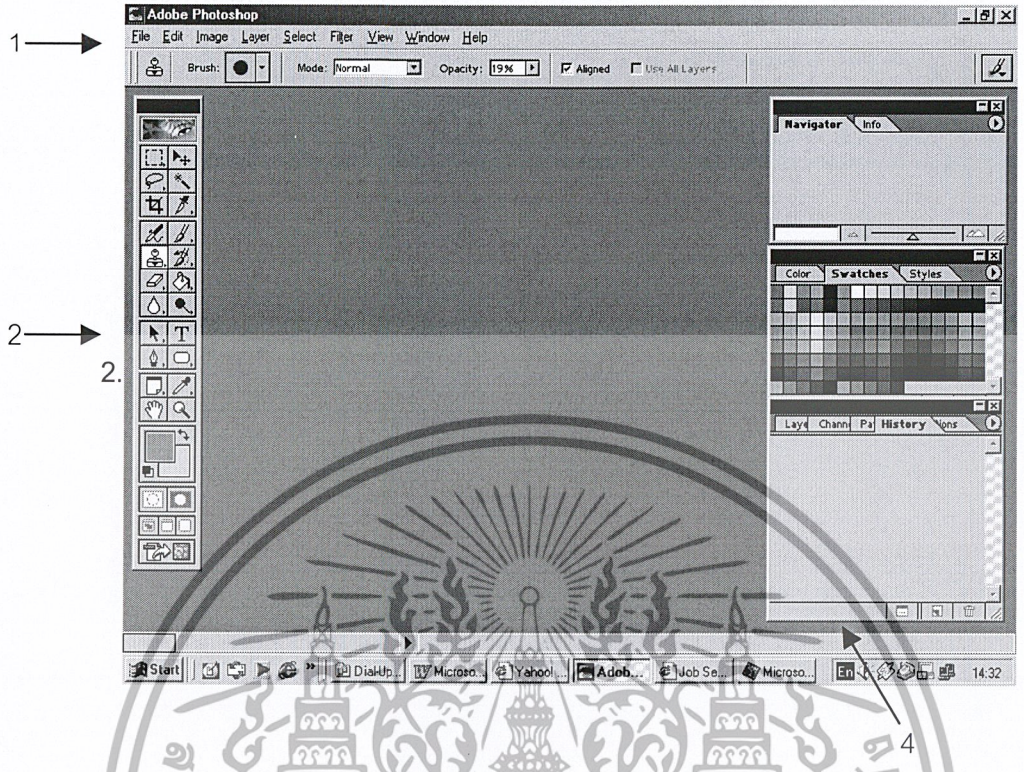
1. **เมนู** (Menu) : เป็นการรวบรวมการใช้งานทุกคำสั่ง

2. **กล่องเครื่องมือ** (Toolbox) : เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวาดภาพและการตกแต่งภาพ

3. **พาเลท** (Palette) : กรอบที่ใช้ปรับเปลี่ยนคุณสมบัติที่จะช่วยในการวาดและตกแต่งภาพ ควบคู่กับเครื่องมือในกล่องเครื่องมือ

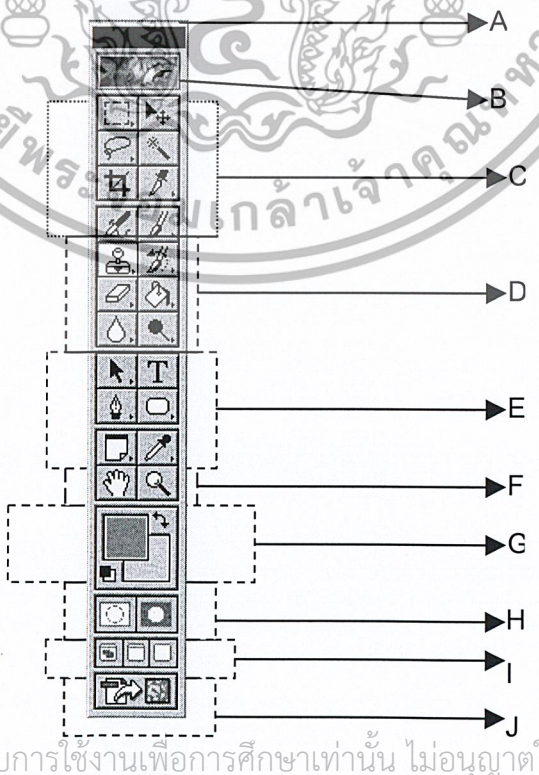
4. **แถบสถานะ** (Status Bar) : ใช้แสดงข้อความในขณะทำงาน ถ้าไม่พบแถบสถานะให้เลือกเมนู Window>Show Status Bar เพื่อเปิดแถบสถานะ สำหรับส่วนประกอบของโปรแกรม PhotoShop 6 มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.34 หน้าจอของโปรแกรม Adobe PhotoShop 6.0

2.10.2 กลุ่มคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรม Adobd PhotoShop 6.0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A. กดเมาส์เพื่อลาก Toolbox ไปวางยังตำแหน่งต่างๆ บนหน้าจอ

B. Adobe Online เข้าสู่ website ของบริษัท Adobe System

C. กลุ่มคำสั่ง Selection เกี่ยวกับการเลือก

D. กลุ่มคำสั่ง Edit เกี่ยวกับการวาดและตกแต่งภาพ

E. กลุ่มคำสั่งพิเศษเกี่ยวกับการตกแต่งภาพที่นอกเหนือจากกลุ่มคำสั่ง Edit

F. กลุ่มคำสั่ง Selection เกี่ยวกับการเลือก

G. กลุ่มคำสั่ง View เกี่ยวกับการมองภาพในรูปแบบต่างๆ

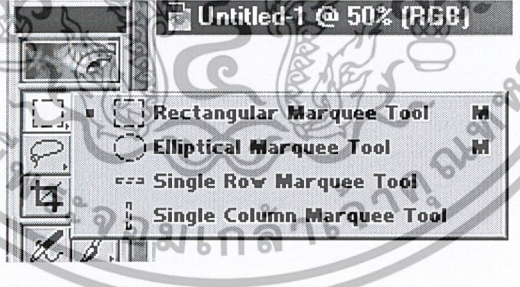
H. กลุ่มคำสั่งในการเลือกสี Foreground คือ สีที่ปรากฏเมื่อเติมหรือวาดลงไปและสี Background คือสีที่ปรากฏเมื่อทำการลบหรือตัดบริเวณนั้นออก

I. กลุ่มคำสั่ง Quick Mask เกี่ยวกับการจองพื้นที่เลือกอีกรูปแบบหนึ่ง

J. สลับการทำงานระหว่างโปรแกรม PhotoShop และ Ready

2.10.3 **การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในโปรแกรม** Adobe PhotoShop 6.0

1. Marquee Tool: เป็นเครื่องมือที่ให้เราทำการเลือกแบบ มีรูปแบบตายตัว เช่น การเลือกพื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยม วงกลมโดยวิธีง่ายๆ เพียงลากเมาส์ผ่านพื้นที่ภาพเท่านั้น Marquee Tool แบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็น 4 รูปแบบ คือ



รูปที่ 2.35 Marquee Tool

- Rectangular Marquee Tool (⬚) : สามารถสร้างการเลือกเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสี่เหลี่ยมจตุรัส

- Elliptical Marquee Tool (◯) : สามารถสร้างการเลือกที่เป็นวงกลมและวงรี

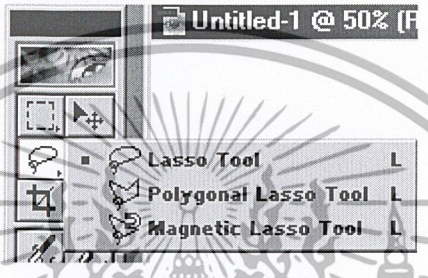
- Single Row Tool (▭): เป็นการเลือกพื้นที่เป็นแนวเส้นตรงในแนวนอนความกว้าง 1 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Single Column Tool ( ): เป็นการเลือกพื้นที่เป็นแนวเส้นตรงในแนวตั้ง ความยาว 1 พิกเซล

2. Move Tool ( ): เป็นการตัดพื้นที่ที่เลือกไว้ไปแปะลงในตำแหน่งที่ต้องการทั้งในไฟล์เดียวกัน หรือต่างไฟล์ก็ได้

3. Lasso Tool: เป็นเครื่องมือในการเลือกอีกแบบหนึ่งที่ให้สามารถทำการเลือกอาณาเขต ได้อย่างอิสระ จนกว่าจะบรรจบปิดด้วยตัวเอง Lasso Tool แบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็น 3 รูปแบบ คือ



รูปที่ 2.36 Lasso Tool

- Lasso Tool ( ): เป็นการเลือกแบบ Free Hand คือเลือกโดยอิสระด้วยมือ

- Polygonal Lasso Tool ( ): เป็นการเลือกแบบสร้างขอบเป็นเส้นตรงหลายเหลี่ยม

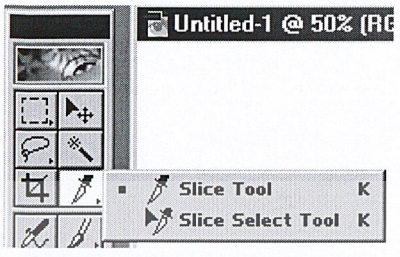
- Magnetic Lasso Tool ( ): เป็นการเลือกที่ทำได้อย่างรวดเร็วถ้าเปรียบเทียบก็คงเหมือนกับมีแม่เหล็กที่ดูดขอบเส้นเข้าหาตำแหน่งที่เลือกมีประโยชน์อย่างยิ่งกับการเลือกเส้นขอบที่มีสี

4. Magic Wand Tool ( ): เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเลือกโดยอาศัยค่าสีโปรแกรม จะเลือกเฉพาะสีที่มีความคล้ายกับตำแหน่งที่ click Mouse มากๆเท่านั้นทำให้ไม่ต้องลากเส้นขอบของพื้นที่ที่ต้องการเลือกเหมือนอย่างที่ผ่านมาใน Magic Wand โดยสามารถเลือกพื้นที่ที่ต้องการได้โดยการ Click Mouse เท่านั้น จุดประสงค์โดยทั่วไปของการใช้ Magic Wand คือใช้เลือกบริเวณที่มีสีใกล้เคียงกัน

5. Crop Tool ( ): เป็นเครื่องมือในการเลือกบางส่วนของภาพที่ต้องการใช้และตัดส่วนที่เหลือของภาพทิ้งไป เพื่อให้ภาพที่ได้มีขนาดเล็กลง ซึ่งจะส่งผลให้ไฟล์ภาพมีขนาดเล็กลงด้วย การทำงานของเครื่องจะเร็วขึ้น เพราะไม่ต้องเสียเวลาไปประมวลผลส่วนอื่นที่ไม่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Slice Tool : เป็นการแบ่งภาพที่จะนำไปแสดงบนเว็บออกเป็นส่วนย่อยที่เรียกว่า Slice สามารถปรับแต่งภาพในแต่ละส่วนที่กำหนดให้ Slice ได้แตกต่างกัน หมายความว่าอาจกำหนดให้ Slice หนึ่งในภาพใช้ฟอร์แมต GIF ส่วนอีก Slice หนึ่งในภาพเดียวกันใช้ฟอร์แมต JPEG ได้



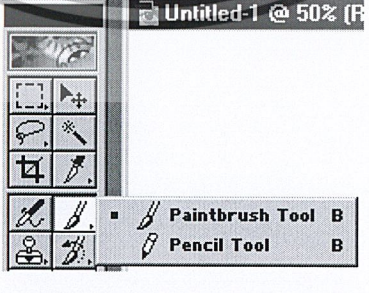
รูปที่ 2.37 Slice Tool

- Slice Tool ( ): เป็นการแบ่งภาพที่จะนำไปแสดงบนเว็บออกเป็นส่วนย่อยที่เรียกว่า Slice ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการนำภาพขนาดใหญ่มาแสดง โดยจะทำให้ภาพอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการได้ง่ายขึ้น

- Slice Select Tool ( ): เป็นการกำหนดพื้นที่ที่ต้องการสร้างเป็น Slice ก่อน ซึ่งจะสามารถกำหนดพื้นที่ได้แม่นยำกว่า SliceTool

7. Airbrush Tool ( ): เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพ่นสี คือ ลักษณะของสีจะมีความฟุ้งกระจาย มากกว่าการระบายสีด้วย Paintbrush Tool เหมาะสำหรับงานสร้างสีหรือเงาเพียงบางส่วนของภาพ สำหรับการใช้งานและ Option Palette ของ Airbrush Tool นั้นมีลักษณะเหมือนกับ Paintbrush Tool

8. Paintbrush Tool : เป็นเครื่องมือที่ใช้ระบายสีโดยใช้พู่กัน โดยแบ่งเป็น 2 แบบ



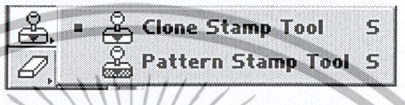
รูปที่ 2.38 Paintbrush Tool

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Paintbrush Tool ( ): เป็นเครื่องมือที่ใช้ระบายสีโดยใช้พู่กัน โดยสามารถเลือกลักษณะหัวพู่กันและกำหนดขนาดหัวพู่กันได้

- Pencil Tool ( ): เป็นคำสั่งที่ใช้ในการวาดภาพเช่นเดียวกับคำสั่ง Paintbrush Tool หรือ Airbrush Tool แต่ลักษณะของเส้นที่เกิดจาก Pencil Tool จะเป็นเส้นคม มีขอบที่ชัดเจน จึงเหมาะสำหรับการวาดภาพเป็นแบบร่างแห หรือการขีดเส้นต่างๆ

9. Stamp Tool : เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำสำเนาของภาพ คือ จากภาพเดิมที่มีอยู่ สามารถทำสำเนาเพื่อคัดลอกส่วนใดส่วนหนึ่งของภาพได้ทั้งในไฟล์เดียวกันหรือต่างไฟล์ ซึ่งมีวิธีในการทำสำเนาอยู่ 2 ลักษณะ ดังนี้



รูปที่ 2.39 Stamp Tool

- Clone Stamp Tool ( ): เป็นการทำสำเนาแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

- Pattern Stamp Tool ( ): เป็นการทำสำเนาภาพแบบหนึ่งต่อจำนวนมาก

10. History Brush Tool : เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการกู้ภาพเดิมกลับมา

รูปที่ 2.40 History Brush Tool

- History Brush Tool ( ): เป็นการเรียกภาพเดิมก่อนที่จะมีการทำบางสิ่งบางอย่างลงไปให้กลับคืนมา

- Art History Tool ( ): เป็นการระบายสีให้ภาพมีลักษณะเหมือนภาพวาด ซึ่งจะทำการระบายสีพร้อมด้วยการกำหนดความแตกต่างของ Style, Fidelity, Size และ Tolerance ทำให้ภาพมีลักษณะของสีและศิลปะที่แตกต่างกันออกไป

11. Eraser Tool : เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการลบ ด้วยการลากเมาส์ลงบนส่วนของเลเยอร์ที่ต้องการลบ การลบนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.41 Eraser Tool

- Eraser Tool ( ): เป็นการลบส่วนที่ไม่ต้องการของภาพออก

- Background Eraser Tool ( ) : เป็นการลบพิกเซลบนเลเยอร์ตรงส่วนของ Background ที่อยู่รอบๆ ออบเจกซ์ให้มีลักษณะโปร่งใส

- Magic Eraser Tool ( ) : เป็นการลบพิเซลบนเลเยอร์ที่มีความคล้ายคลึงให้มีลักษณะโปร่งใส

12. Gradient Tool ( ) : เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการไล่โทนสี จากสีหนึ่งไปยังสีหนึ่ง โดยแต่ละสีแต่ละช่วงของการไล่โทนสีนั้น สามารถกำหนดเองได้ โดยทั่วไปแล้วมักใช้ในการสร้าง Background ของภาพ และสร้างตัวอักษร

13. Paint Bucket Tool ( ) : เป็นการเทสีลงในภาพตามตำแหน่งที่กดเมาส์ลงไป

14. Focus Tool : เป็นเครื่องมือที่มีคำสั่งเกี่ยวกับการปรับความคมชัดของภาพ Focus Tool สามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

รูปที่ 2.42 Focus Tool

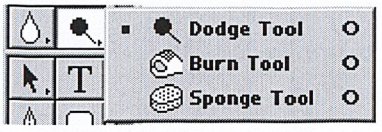
- Blur Tool ( ) : เป็นการทำให้ภาพดูพร่ามัว ฉะนั้นในกรณีที่เป็นขอบภาพ จะช่วยลดความคมของขอบภาพ ทำให้ขอบภาพดูกลมกลืนไม่โดดเด่น ในกรณีเป็นพื้นที่ทั่ว ๆไป จะช่วยลดรายละเอียดของภาพในบริเวณนั้น

- Sharpen Tool ( ): เป็นการเน้นความเข้มของขอบภาพ และเพิ่มความคมชัดของภาพ เพื่อให้เห็นรายละเอียดของภาพมากยิ่งขึ้น

- Smudge Tool ( ) : เป็นการสีภาพให้ดูเรียบเนียน กลมกลืน ลักษณะการทำงานคล้ายๆ กับการเอานิ้วเกลี่ยสีที่เปียก ซึ่งจะทำให้สีกระจายไปตามทิศทางที่นิ้วเกลี่ยนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. Toning Tool ( ) : เป็นเครื่องมือที่มีคำสั่งเกี่ยวกับการปรับโทนสีของภาพ Toning Tool สามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้



รูปที่ 2.43 Toning Tool

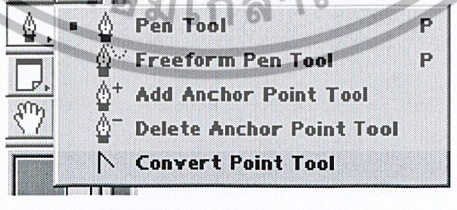
- Dodge Tool ( ) : เป็นการปรับความสว่างของภาพ โดยสีที่สว่างขึ้นจะเป็นสีของตัวมันเอง หรือที่เรียกว่าเป็นการสร้าง Highlight ให้กับภาพ

- Burn Tool ( ) : เป็นการเพิ่มความเข้มของภาพ โดยจะทำให้ส่วนที่ใช้เครื่องมือนี้เข้มขึ้นด้วยสีของมันเอง หรือที่เรียกว่าเป็นการสร้าง Shadow (เงา) ให้กับภาพ

- Sponge Tool ( ) : เป็นการปรับสีของภาพให้ดูซีดและจางลง หรือจะให้มีเนื้อที่อิ่มขึ้น เห็นรายละเอียดของภาพมากยิ่งขึ้น

16. Direct Selection Path ( ) : เป็นเครื่องมือในการเคลื่อนย้ายตำแหน่งของจุดและเส้น

17 Pen Tool :เป็นเครื่องมือที่เปรียบเสมือนปากกาสำหรับใช้ในการวาดรูป ซึ่งเป็นการวาดภาพแบบเวคเตอร์ ซึ่งข้อดีของภาพแบบเวคเตอร์คือ เราสามารถย่อ ขยาย ยืด หด เส้นที่สร้างขึ้นได้โดยไม่สูญเสียรายละเอียดของภาพ หรือภาพไม่แตกต่างนั่นเอง คำสั่งในกลุ่มของ Pen Tool มีหลายคำสั่งดังนี้



รูปที่ 2.44 Pen Tool

- Pen Tool ( ) : เป็นการวาดเส้นด้วยปากกา และสามารถสร้างเส้นแบบปราณีตได้

- Freeform Pen Tool ( ) : เป็นการสร้างเส้น Path ตามการลากเมาส์อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Add Anchor Point Tool ( ) : เป็นเครื่องมือสำหรับเพิ่มจุดในแนวเส้น

- Delete( ) : เป็นเครื่องมือสำหรับลบจุดในแนวเส้น

- Convert Point Tool ( ) : เป็นเครื่องมือสำหรับเปลี่ยนแขนของเส้น Path ให้เป็นเส้นโค้งหรือเส้นตรง

18. Type Tool ( ) : เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพิมพ์อักษรแบบทั่วๆไป ในแนวนอน สีของข้อความที่พิมพ์คือ สีของ Foreground โดยสามารถปรับรูปแบบ ปรับสีของอักษร และสามารถปรับแก้ไขตัวอักษร และสามารถปรับแก้ไขตัวอักษรได้ตลอดเวลา

19. **การสร้างภาพเป็นรูปแบบต่าง ๆ** มีดังนี้

รูปที่ 2.45 Shape Tool

- Rectangle Tool ( ) : เป็นการสร้างภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยม

- Rounded Rectangle Tool ( ) : การสร้างภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมปลายมน

- Elliptical Tool ( ) : การสร้างภาพเป็นรูปวงกลมและวงรี

- Polygon Tool ( ) : การสร้างภาพเป็นรูปหลายเหลี่ยม

- Line Tool ( ) : การลากเส้นในลักษณะต่างๆ

- Custom Shape Tool ( ) : การสร้างภาพเป็นรูปร่างต่างๆ ที่กำหนดให้

20. Notes ( ) : เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการโน๊ตย่อข้อความต่างๆ ลงในภาพ

21. Audio Annotation Tool ( ) : เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกเสียงการพูดโดยบันทึกผ่านไมโครโฟน

22. Eyedropper Tool ( ) : เป็นเครื่องมือที่ทำให้สามารถเลือกสีจากภาพที่มีอยู่ได้

23. Color Sample Tool ( ) : เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าสีที่ตำแหน่งต่างๆ กันได้ถึง 4 ตำแหน่ง เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24. Measure Tool ( ) : เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระยะทางและมุมของตำแหน่งของวัตถุสองตำแหน่งได้ เพื่อให้การทำงานสะดวกรวดเร็วและแม่นยำขึ้น

25. Hand Tool ( ) : ใช้ในการเลื่อนภาพเพื่อดูภาพในทุกจุดได้ เพื่อให้การทำงานสะดวกรวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

26. Zoom Tool ( ) : เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการย่อขยายภาพ เพื่อให้สามารถตกแต่งภาพได้ง่ายและมีความละเอียดมากขึ้น สามารถขยายภาพได้จนถึงส่วนที่ย่อยที่สุดของภาพ คือ พิกเซล

2.11 โครงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี พ.ศ. 2544 นนท์ หมื่นจบ ธิติมา กนกนุเคราะห์ [8] ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมการเรียนกระบวนการอัดรีดแบบปฏิสัมพันธ์โดยโครงงานดังกล่าวได้นำเนื้อหาในเรื่องกระบวนการอัดรีดมานำเสนอในรูปแบบโปรแกรมการเรียน โดยใช้โปรแกรมไมโครซอร์ฟ วิชวล เบสิค 6 (Microsoft Visual Basic 6) โดยมีโปแรกรมเสริมคือ โปรแกรม อโดบี โฟโตซอร์พ 6 (Adobe PhotoShop 6) และโปรแกรม แมคโครมีเดีย แฟลช 5 (Macromedia Flash 5)

ในปี พ.ศ. 2542 เจตน์ จิตเมตตา [9] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาเคมีอินทรีย์ 1 โดยโครงงานดังกล่าวได้นำเนื้อหาวิชาเคมีอินทรีย์ 1 มานำเสนอในรูปแบบของโปรแกรมช่วยสอน (Computer Aided Instruction) โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 4 เป็นโปรแกรมหลักในการพัฒนาและออกแบบโปรแกรม โดยลักษณะเด่นของโครงงานวิจัยนี้คือมีเนื้อหาทั้งหมดตรงกับวิชาเคมีอินทรีย์ 1 ทำให้เป็นการง่ายสำหรับผู้สอนในการสอนควบคู่ไปกับการนำเสนอเนื้อหาโดยโปรแกรมดังกล่าว

ในปี พ.ศ. 2542 วิไลลักษณ์ เลี้ยงบุตร สมชาย สัจจปิยะนิจกุล และ อาทิตย์ เวชสิทธิ์ [10] ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมช่วยสอนปริภูมิเวกเตอร์และการแปลงเชิงเส้น โครงงานดังกล่าวทำการสร้างโปรแกรมช่วยสอนในเรื่องการแปลงเชิงเส้น และปริภูมิเวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware Version 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจในบทเรียนของวิชาพีชคณิตเชิงเส้นได้ดียิ่งขึ้น

ในปี พ.ศ. 2542 ฤชุรี จิตรจรูญ ฤทธิ์ฤดี จิระโพธิรัตน์ ศิริวรรณ เศรษฐโกมุท [11] ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมช่วยสอนสำหรับฟังก์ชันของตัวแปรเชิงซ้อนและการประยุกต์ โครงงานดังกล่าวทำการสร้างโปรแกรมช่วยสอนในเรื่องฟังก์ชันของตัวแปรเชิงซ้อนและการประยุกต์ โดยใช้โปรแกรม Authorware Version 4

ในปี พ.ศ. 2541 ศศิธร สินธัญญาธรรม สรญา เทียนธวัชกุล และ สุรัชนี ศุอรรถสิทธิ์ [12] ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมช่วยสอนในหัวข้อเรื่องเวกเตอร์ฟิวด์ โดยโครงงานดังกล่าว ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัฒนาการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการช่วยสอนบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ การพัฒนาต้นแบบโปรแกรม โปรแกรมช่วยสอนในหัวข้อเรื่องเวกเตอร์ฟิลด์

ในปี พ.ศ. 2541ณัฐวุฒิ อดุลสีหวัตต์ และ ทรงธรรม ตั้งสัจจะโสภณ [13] ได้ทำการวิจัยเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโครงสร้างข้อมูล โดยโครงงานดังกล่าวได้นำเนื้อหาวิชาโครงสร้างข้อมูลมา ได้พัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authoware version 4.0 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาโครงสร้างข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น โปรแกรมนี้สร้างขึ้นโดยมีเนื้อหาตามหัวข้อในวิชาโครงสร้างข้อมูล แต่ออกแบบหน้าต่างของบทเรียนให้ผู้ใช้สามารถเลือกข้ามไปเรียนในหัวข้อที่ต้องการได้ เพื่อการใช้งานที่มีประสิทธิภาพโปรแกรมควรติดตั้งและใช้งานบน Windows 95 และเครื่องคอมพิวเตอร์ควรมีการ์ดเสียง

ในปี พ.ศ. 2540 สุธิดา ศรีสารคาม [14] ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องภาวะไขมันในเลือดสูงกับโรคหลอดเลือดหัวใจ โดยโครงงานดังกล่าวได้นำเรื่องภาวะไขมันในเลือดสูงกับโรคหลอดเลือดหัวใจ เพื่อเสริมทักษะและกระตุ้นความสนใจการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Multimedia Toolbook

ในปี พ.ศ. 2539 กวินญาณี เหลืองอร่าม [15] ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติทางเคมีคลินิค โดยโครงงานดังกล่าวได้นำประเภทของเครื่องมือวิเคราะห์อัตโนมัติทางเคมีคลินิค หลักการเลือกใช้มาสร้างเป็นโปรแกรมช่วยสอนโดยใช้โปรแกรม Authorware

ในปี พ.ศ. 2539 สุนันทา กาพิน [16] ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ โดยโครงงานดังกล่าวได้นำเรื่องเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการมาสร้างเป็นโปรแกรมช่วยสอนซึ่งสามารถศึกษาเรียนรู้และค้นคว้าข้อมูลได้สะดวกรวดเร็ว โดยโปรแกรมนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลเรื่องเครื่องแก้วซึ่งประกอบไปด้วย ชนิดของแก้ว ประเภทของแก้ว การเทียบมาตราฐานเครื่องแก้ว การล้างเครื่องแก้ว รวมถึงเครื่องใช้พลาสติกต่างๆที่เข้ามาแทนภาชนะแก้วในห้องปฏิบัติการ

ในปี พ.ศ. 2539 กุลธิดา จีนประชา จีราภา นิ่มทรงธรรม และ นภาภรณ์ เถื่อนเมือง [17] ได้ทำการวิจัยเรื่อง สื่อการสอนด้านคอมพิวเตอร์เบื้องต้นโดยคอมพิวเตอร์ โดยโครงงานดังกล่าวได้นำเนื้อหาการใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้นมานำเสนอในรูปแบบของโปรแกรมช่วยสอน (Computer Aided Instruction) โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 4.0 ภายใต้วินโดวส์ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิจัยและการดำเนินงาน

การวิจัยนี้เป็นการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ในลักษณะโปรแกรมช่วยสอน เพื่อนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้เข้ากับการเรียนการสอนและให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาและทำความเข้าใจด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนต่างๆดังต่อไปนี้ ศึกษาเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย การศึกษาโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการดำเนินงานโครงสร้างโปรแกรม

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้

1. คอมพิวเตอร์รุ่นเอ เอ็ม ดี ดูรอน 950 MHz Ram 64 MB
2. คอมพิวเตอร์รุ่นเพนเทียมทรี 850 MHz Ram 64 MB
3. พรินเตอร์ Hewlett Packard Laserjet 5000N
4. สแกนเนอร์ รุ่น Scanjet 6300 C
5. โมเด็ม
6. ไดรว์สำหรับบันทึกข้อมูลลงแผ่นซีดี (CD-Writer)

3.2 เนื้อหาในการวิจัย

เนื้อหาต่างๆ ครอบคลุมในเรื่อง กระบวนการอัดแบบชนิดฉีด (Injection Molding) ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. กระบวนการอัดแบบชนิดฉีด
   1.1 บทนำเกี่ยวกับกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด
   1.2 หลักการกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด
2. เครื่องจักรในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด
   2.1 หน้าที่ของหน่วยสร้างสภาพพลาสติก
   2.2 ลักษณะเฉพาะของหน่วยสร้างสภาพพลาสติก
   2.3 ข้อกำหนดของหน่วยสร้างสภาพพลาสติก
   2.4 หน้าที่ของหน่วยยึดแม่พิมพ์
   2.5 ข้อกำหนดของหน่วยยึดแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การออกแบบแม่พิมพ์

3.1 ชนิดแม่พิมพ์

- แม่พิมพ์แบบทางวิ่งเย็น
- แม่พิมพ์แบบทางวิ่งร้อน
- แม่พิมพ์แบบวางเรียงซ้อน

3.2 การออกแบบทางวิ่ง

- การออกแบบผังระบบทางวิ่ง
- ชนิดทางเข้า
- ตำแหน่งของทางเข้า

4. ข้อบกพร่องของชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด

3.3 การศึกษาโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิจัย

ทำการศึกษาพิจารณาว่าในการวิจัยโครงงานครั้งนี้ ต้องมีการนำโปรแกรมใดบ้างมาใช้ในการสร้างและพัฒนาโปรแกรม โดยมีการศึกษาทั้งตัวโปรแกรมหลักและโปรแกรมเสริมสำหรับตกแต่งและสร้างลูกเล่นต่างๆ ดังนี้

ศึกษาและเลือกโปรแกรมหลักในการสร้างและพัฒนาโปรแกรม

เนื่องด้วยวัตถุประสงค์ของการสร้างและพัฒนาโปรแกรมในการวิจัยนี้ ต้องการให้รูปแบบของโปรแกรมเป็นลักษณะมัลติมิเดียซึ่งมีทั้งข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว และ เสียง ง่ายต่อการนำไปใช้งาน และเลือกบทเรียนที่ต้องการศึกษาได้ ผู้ทำการวิจัยจึงเลือกใช้โปรแกรม Macromedia Authorware Version 6 เป็นโปรแกรมหลักในการสร้างโปรแกรมในการวิจัยนี้

ศึกษาและเลือกโปรแกรมเสริมสำหรับตกแต่งรูปภาพและเทคนิคต่างๆ

สำหรับโปรแกรมเสริมที่ใช้สำหรับตกแต่งรูปภาพและลูกเล่นต่างๆ ในการสร้างโปรแกรมในการวิจัยนี้ ผู้ทำการวิจัยเลือกใช้โปรแกรม Adobe PhotoShop Version 6 เพื่อออกแบบส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้ (User Interface)

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการศึกษางานต่างๆ

1. ศึกษาเนื้อหากระบวนการอัดแบบชนิดฉีด (Injection Molding) ที่จะนำมาสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ในลักษณะโปรแกรมช่วยสอน
2. จัดทำหัวเรื่องและเนื้อหาทั้งหมดที่จะนำเสนอลงในโปรแกรม
3. จัดทำรายละเอียดในแต่ละหัวข้อ โดยมีการจัดเรียงตามลำดับให้มีความสัมพันธ์กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ศึกษาโปรแกรม Macromedia Authorware Version 6 และ Adobe PhotoShop Version 6
5. ศึกษาขั้นตอนการบันทึกเสียงโดยใช้โปรแกรม Gold Wave
6. นำเนื้อหามาสร้างเป็นโปรแกรมช่วยสอนและทำการตกแต่งหน้าจอ
7. บันทึกเสียงบรรยาย
8. ตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 โครงสร้างโปรแกรม

โปรแกรมช่วยสอนในเรื่องกระบวนการอัดแบบชนิดฉีดนี้ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. ส่วนของโปรแกรมการเรียน
2. ส่วนของโปรแกรมแบบทดสอบ

4.2 การทำงานของส่วนโปรแกรมการเรียน

ในส่วนของโปรแกรมการเรียนนี้ แสดงเนื้อหาในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีดโดยแยกเนื้อหาออกเป็น 4 เรื่องดังนี้คือ

1. บนนำของกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด
2. เครื่องจักรในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด
3. การออกแบบแม่พิมพ์
4. ข้อบกพร่องของชิ้นงานและวิธีการแก้ไข

4.3 การทำงานของโปรแกรมแบบทดสอบ

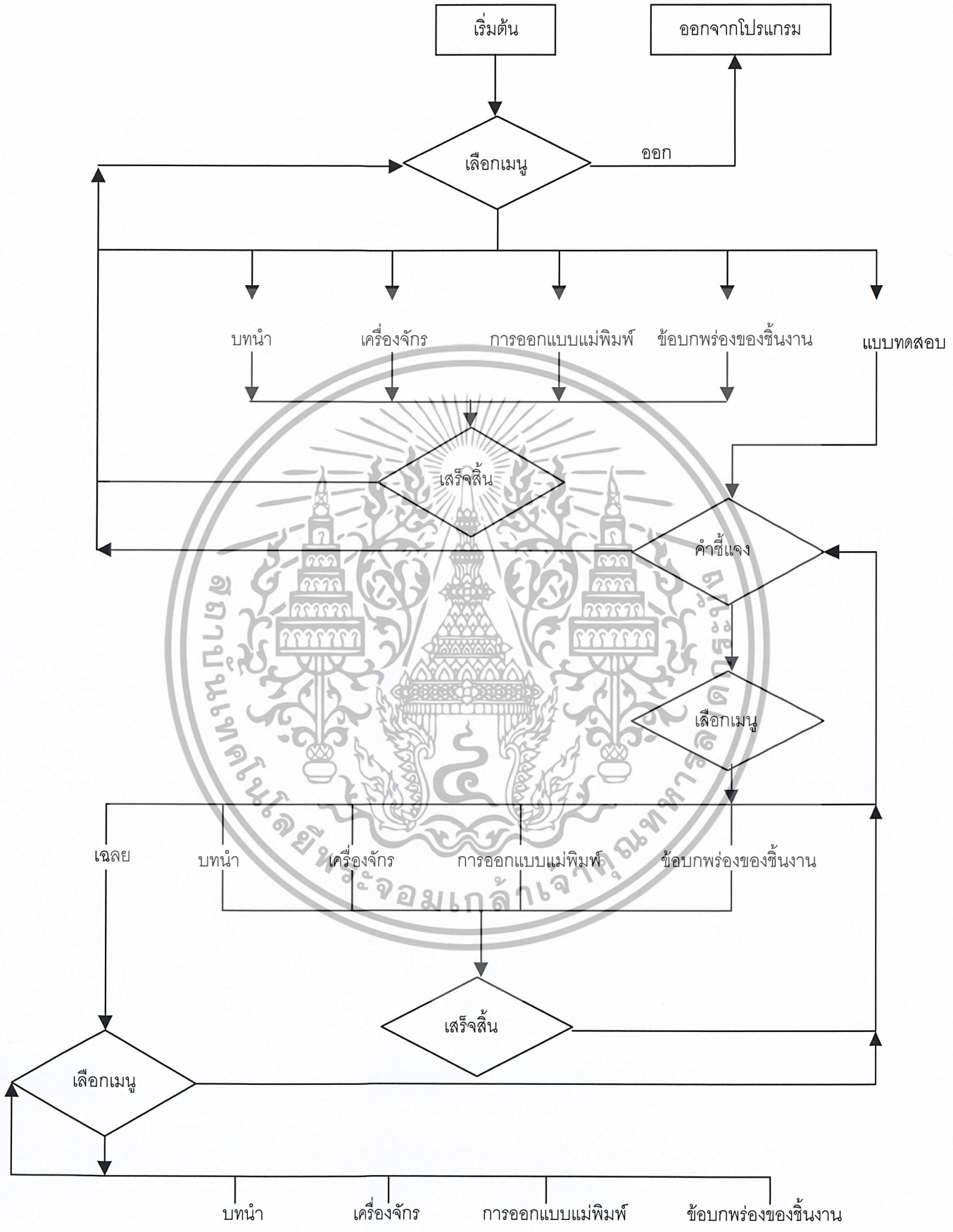
ในส่วนของโปรแกรมแบบทดสอบนี้ จัดทำไว้สำหรับทดสอบความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่ได้ศึกษา ในโปรแกรมแบบทดสอบนี้มีบททดสอบทั้งสิ้น 4 บทด้วยกันดังนี้

1. พื้นฐานทางเคมีพอลิเมอร์
2. เครื่องจักรในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด
3. การออกแบบแม่พิมพ์
4. ข้อบกพร่องของชิ้นงานและวิธีการแก้ไข

4.4 แผนงานโปรแกรมช่วยสอนในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด

แผนงานโปรแกรมช่วยสอนนี้เป็นการแสดงภาพรวมทั้งหมดของโปรแกรมโดยแผนงานนี้เริ่มแสดงจากส่วนแรกของโปรแกรมไปจนสิ้นสุดโปรแกรม ดังรูป 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

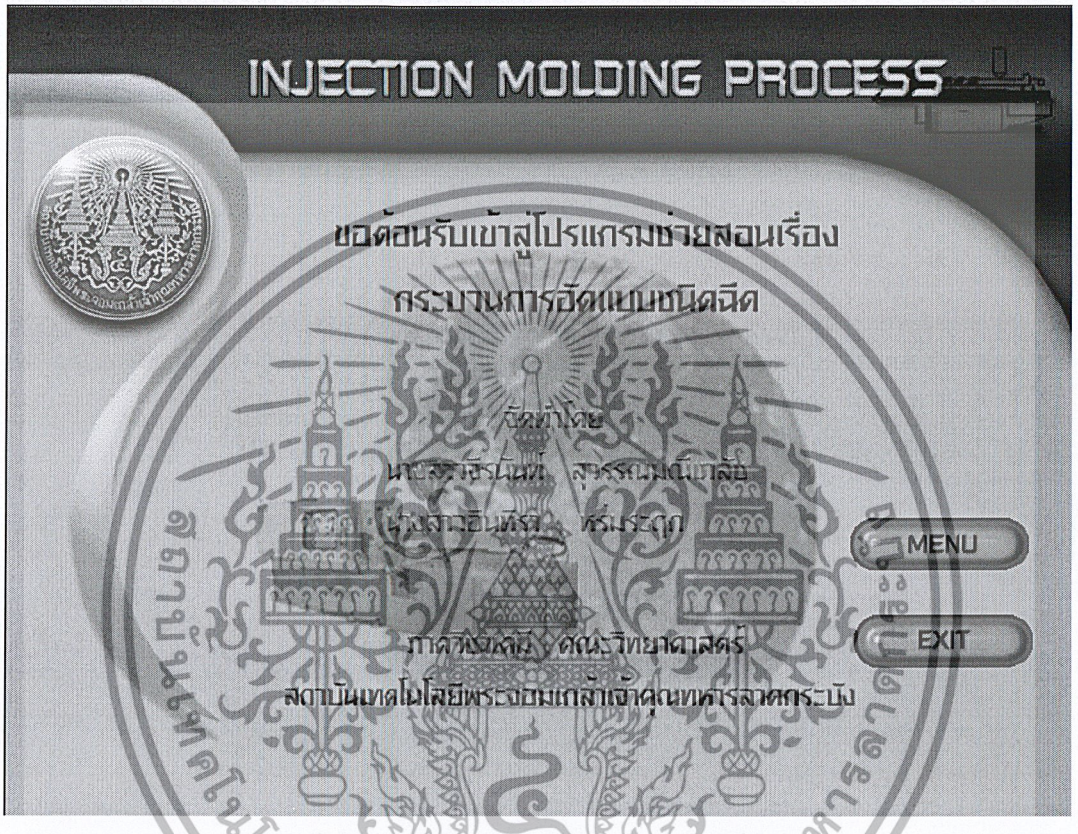


รูปที่ 4.1 แผนผังภาพรวมของโปรแกรมช่วยสอนในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมช่วยสอนในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด</u>

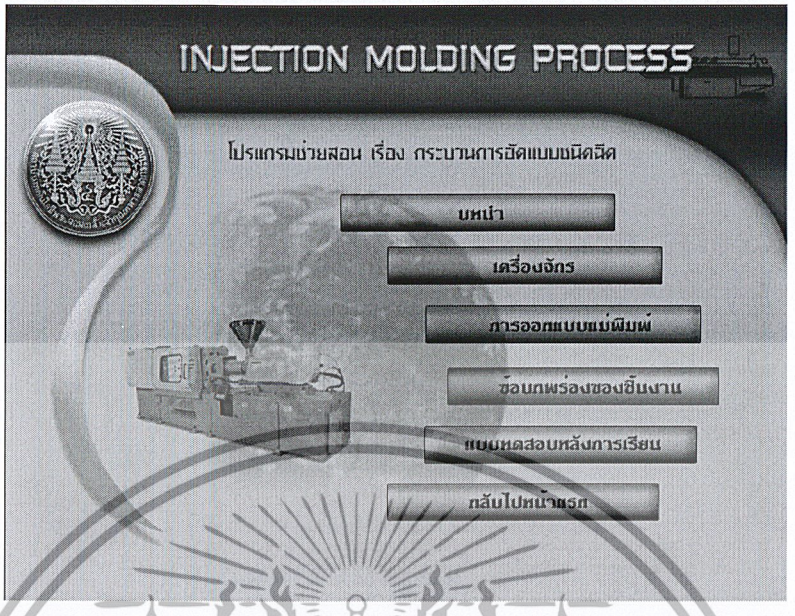
1. เมื่อเปิดโปรแกรมหน้าจอแรกจะปรากฏให้เห็นดังรูปที่ 4.2 ซึ่งหน้าจอนี้ให้เลือกว่าจะออกจากโปรแกรมหรือจะไปหน้าเมนู หากต้องการออกจากโปรแกรมก็ click ที่ปุ่ม “Exit” ถ้าหากต้องการไปหน้าเมนูก็ Click ที่ปุ่ม “Menu”



รูปที่ 4.2 หน้าจอแรกเมื่อเปิดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

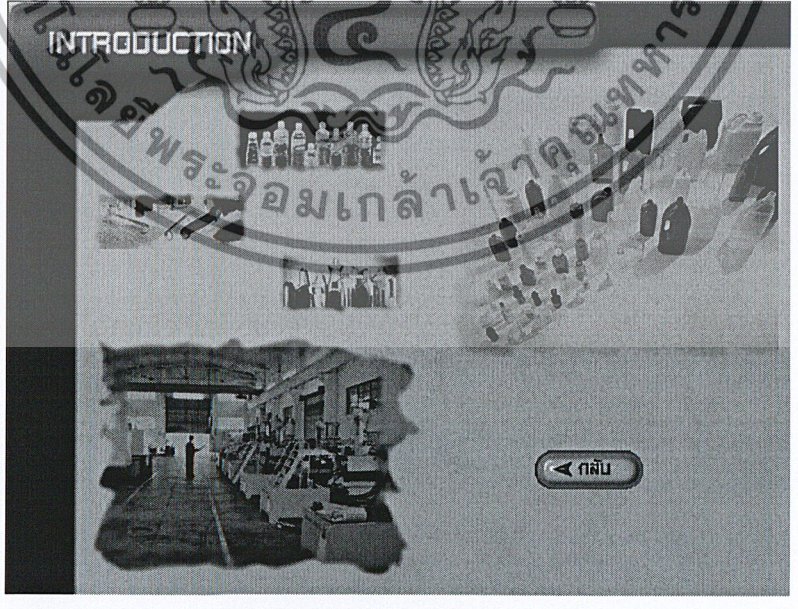
2. เมื่อผู้ใช้ Click ปุ่ม “Menu” จะพบหน้าเมนูซึ่งจะมีปุ่มต่างๆให้เลือกดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 หน้าจอเมนูหลักของโปรแกรม

3. จากเมนูหลักของโปรแกรม

จากรูปที่ 4.3 ถ้าผู้ใช้เลือกปุ่ม “ บทนำ” ส่วนนี้จะได้ศึกษาถึงประโยชน์ของกระบวนการอัดแบบชนิดฉีดซึ่งมีหน้าจอดังรูปที่ 4.4



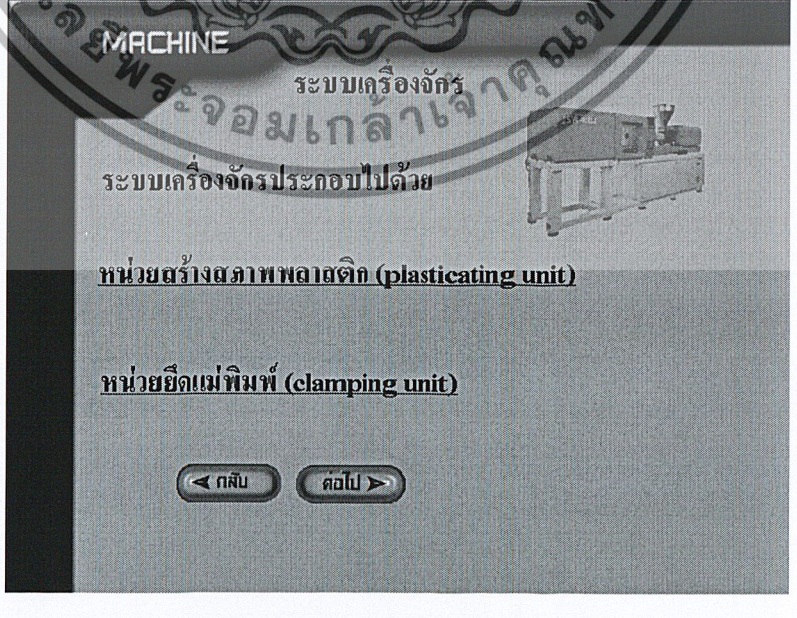
รูปที่ 4.4 หน้าจอบทนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 ถ้าผู้ใช้เลือกปุ่ม “เครื่องจักร” จะพบหน้าจอดังซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.5 โดยในหน้าจอนี้จะมีปุ่มให้เลือกคือ ระบบเครื่องจักร ตัวแปรที่มีผล และ กลับ

รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงเรื่องเครื่องจักร

จากรูปที่ 4.5 หากผู้ใช้เลือก Click เข้าไปศึกษาในเรื่องระบบเครื่องจักรจะพบหน้าจอดังรูปที่ 4.6 โดยในหน้าจอนี้อธิบายส่วนประกอบในระบบเครื่องจักรซึ่งมีหัวเรื่องให้เลือกเข้าไปศึกษาคือ หน่วยสร้างสภาพพลาสติกและหน่วยยึดแม่พิมพ์



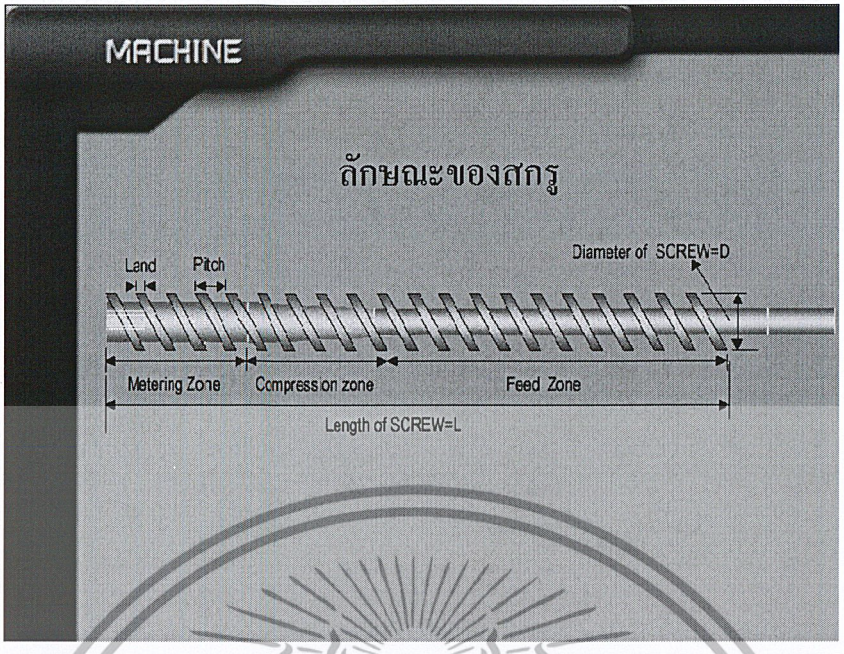
รูปที่ 4.6 หน้าจอในระบบเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

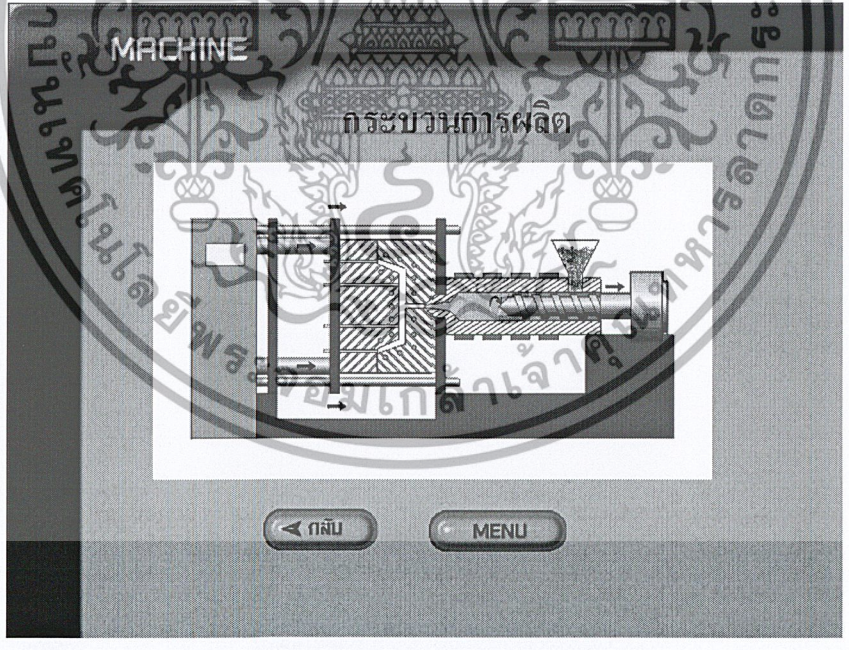
จากรูปที่ 4.6 หากผู้ใช้เลือกเข้าไปศึกษาในเรื่องหน่วยสร้างสภาพพลาสติกเนื้อหาเกี่ยวกับหน้าที่ของหน่วยสร้างสภาพพลาสติก และ ลักษณะสกรูที่ใช้โดยมีหน้าจอดังรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8 ตามลำดับ เมื่อศึกษาหน้าที่ของหน่วยสร้างสภาพพลาสติกและลักษณะสกรู หากผู้ใช้ต้องการศึกษาในเรื่องกระบวนการผลิตก็สามารถ Click ที่ปุ่ม “ต่อไป” ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.9 ในเนื้อหากระบวนการผลิตนี้แสดงรอบการทำงานของเครื่องจักรใน 1 รอบการทำงานซึ่งจะมีการอธิบายประกอบกับการทำงานของเครื่องจักร เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาเมื่อศึกษาจบแล้วจะมีปุ่ม”กลับ” เมื่อ Click กลับไปยังหน้าจอดังรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงหน้าที่ของหน่วยสร้างสภาพพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



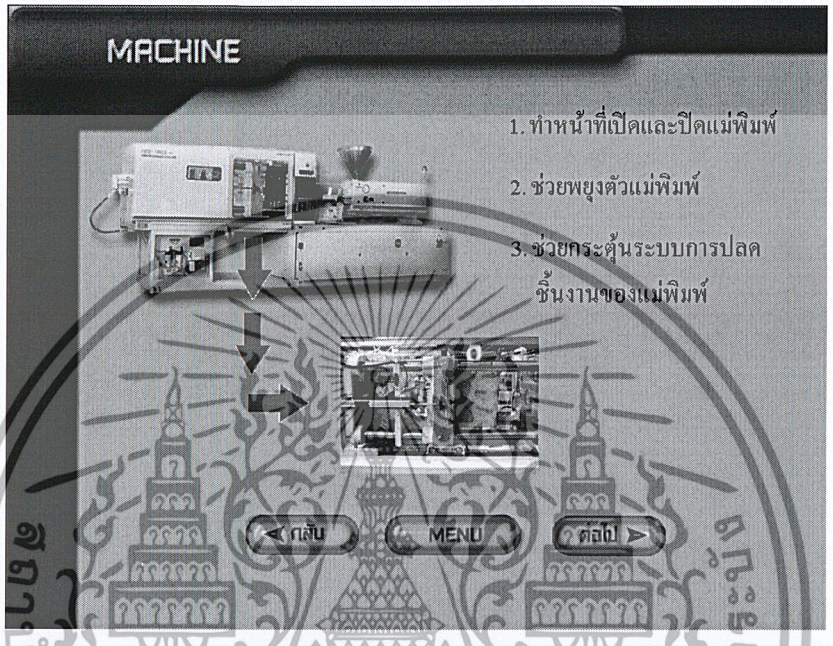
รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงลักษณะของสกรู



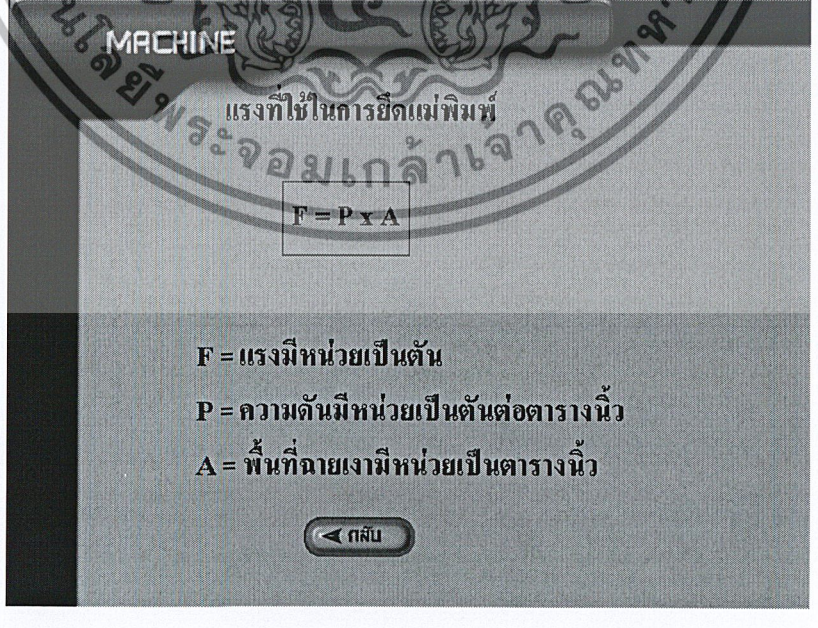
รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่4.6 หากผู้ใช้เลือกเข้าไปศึกษาในเรื่องหน่วยยึดแม่พิมพ์จะแสดงถึงหน้าที่ของหน่วยยึดแม่พิมพ์ และลักษณะของหน่วยยึดแม่พิมพ์ โดยแสดงหน้าจอดังรูปที่ 4.10 ซึ่งหน้าจอนี้ถ้า Click ที่ปุ่ม “ต่อไป” จะศึกษาถึงแรงที่ใช้ในการยึดแม่พิมพ์ ดังรูปที่ 4.11 หากผู้ใช้ศึกษาในหัวข้อนี้จบแล้วก็ Click ปุ่ม “กลับ” ไปยังหน้าจอดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงหน่วยยึดแม่พิมพ์



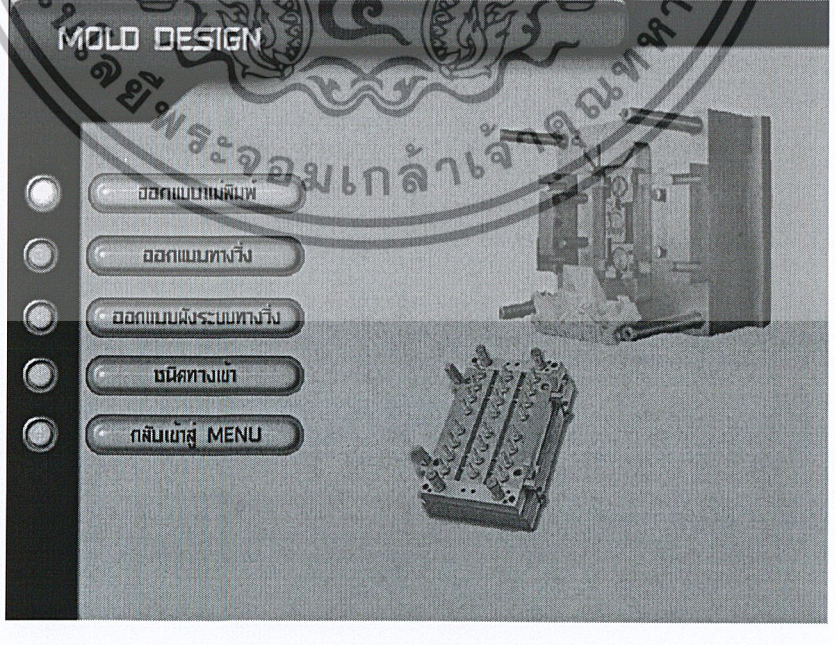
รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงแรงที่ใช้ในการยึดแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 หากผู้ใช้เลือก Click “ต่อไป” จะได้ศึกษาตัวแปรที่มีผลจะกล่าวถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด ดังแสดงในรูปที่ 4.12 หากผู้ใช้เลือก Click ปุ่ม “กลับ” ก็ไปยังหน้าจอเมนูหลักดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการผลิต

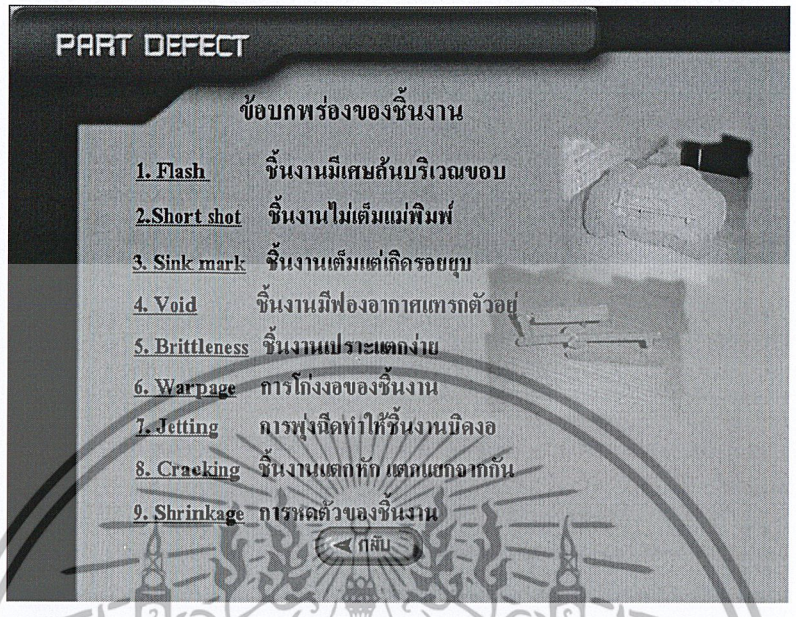
จากรูปที่ 4.3 เมื่อผู้ใช้เลือก Click ปุ่ม “การออกแบบแม่พิมพ์” จะพบหน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 หน้าจอการออกแบบแม่พิมพ์

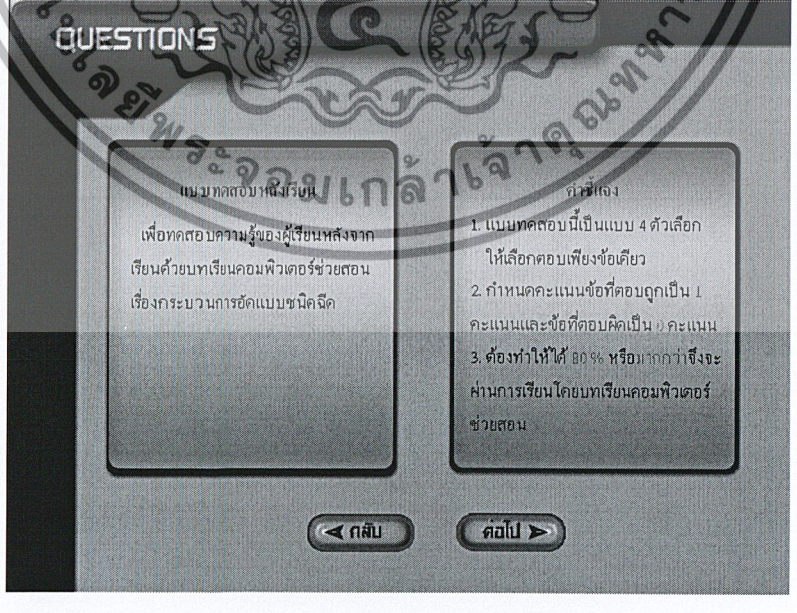
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 หากผู้ใช้ Click ที่ปุ่ม “ข้อบกพร่องของชิ้นงาน” มีเนื้อหากล่าวถึงสาเหตุและวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องชนิดต่างๆ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 หน้าจอแสดงข้อบกพร่องชนิดต่างๆ

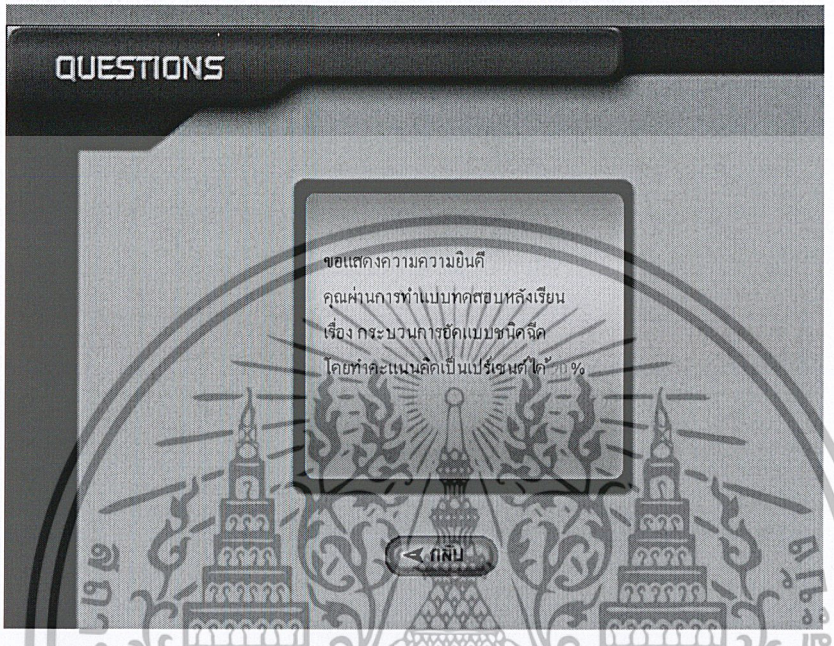
จากรูปที่ 4.3 เมื่อผู้ใช้ Click ที่ปุ่ม “ แบบทดสอบหลังการเรียน” จะพบหน้าจอดังแสดงในรูปที่ 4.15 ซึ่งเป็นคำแนะนำในการทำแบบทดสอบ



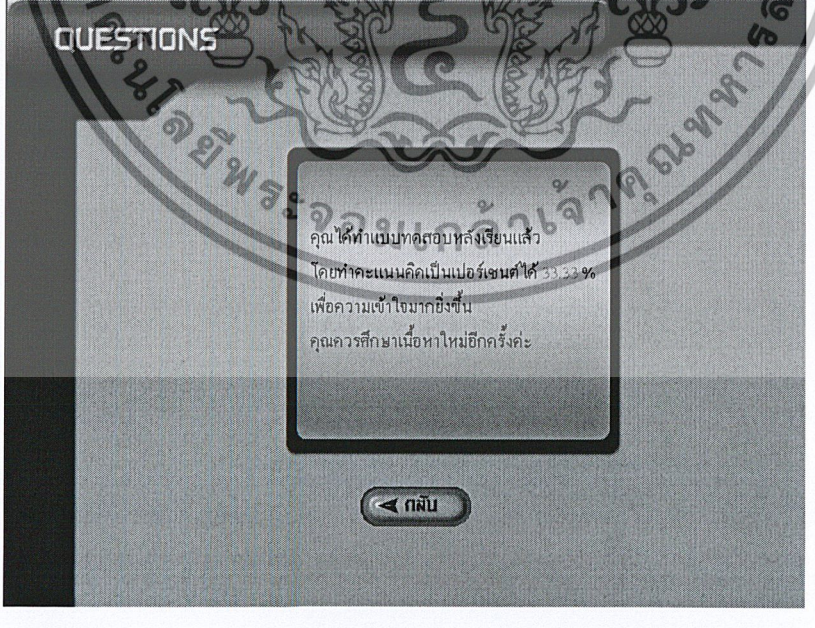
รูปที่ 4.15 หน้าจอแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนนี้ในแต่ละเรื่องนั้นผู้ใช้ได้ทำแบบทดสอบให้จบในแต่ละชุด โดยผู้ใช้ไม่มีโอกาสที่จะออกจากโปรแกรมในระหว่างที่ทำแบบทดสอบนี้ และต้องทำแบบทดสอบให้ได้อย่างน้อย 80% จึงถือว่าผ่านหากทำแบบทดสอบแล้วได้คะแนนน้อยกว่า 80% จะมีคำแนะนำให้กลับไปศึกษาใหม่ดังรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.16 หน้าจอแสดงเมื่อทำแบบทดสอบได้คะแนนมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.17 หน้าจอแสดงเมื่อทำแบบทดสอบได้คะแนนน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัย ศึกษา สร้าง และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด (Computer Aided Instruction for Injection Molding Process) เพื่อใช้เป็นสื่อช่วยสอนให้นักศึกษาหรือผู้ที่สนใจนำไปศึกษาหาความรู้ในเรื่องกระบวนการอัดแบบชนิดฉีดซึ่งเป็นกระบวนการที่นิยมอย่างแพร่หลาย โดยโปรแกรมช่วยสอนนี้จัดทำขึ้นโดยมีเนื้อหาครอบคลุมในเรื่องเครื่องจักรในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด การออกแบบแม่พิมพ์ ชนิดของแม่พิมพ์ ชนิดของทางเข้า การออกแบบทางวิ่ง สาเหตุและวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องของชิ้นงาน ข้อดีของกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด เมื่อผู้ใช้ศึกษาในแต่ละเรื่องจบแล้วจะนำเข้าสู่ส่วนคำถามท้ายบทเรียนซึ่งแบ่งออกเป็น 4 เรื่องดังนี้คือ

1. พื้นฐานทางเคมีพอลิเมอร์
2. เครื่องจักรในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด
3. การออกแบบแม่พิมพ์
4. ข้อบกพร่องของชิ้นงาน

โดยเมื่อทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนร้อยแล้วโปรแกรมจะทำการคำนวณคะแนนและแสดงผลให้ผู้ใช้ได้ทราบถึงคะแนน โดยในระหว่างที่ผู้ใช้ทำคำถามท้ายบทอยู่นั้น ผู้ใช้ไม่สามารถออกจากโปรแกรมได้ จะต้องทำคำถามท้ายบทให้เสร็จเสียก่อนถึงจะออกจากโปรแกรมได้ และจะต้องทำคะแนนให้ได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ถึงจะผ่านการทดสอบ

ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องกระบวนการอัดแบบชนิดฉีดนี้มีลักษณะเป็นมัลติมิเดีย (Multimedia) โดยมีการนำเสนอข้อมูล ทั้งในรูปแบบของอักษร ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว และมีเสียงอธิบายประกอบการสอนซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งานมีความสนใจมากยิ่งขึ้นและสามารถเข้าใจข้อมูลที่นำเสนอได้ง่าย รวดเร็ว มีความเข้าใจได้มากกว่าการนำเสนอด้วยอักษรเพียงอย่างเดียว และหากผู้ใช้งานไม่เข้าใจในส่วนไหนยังสามารถกลับไปศึกษาจนกว่าจะเข้าใจได้ หรือหากผู้ใช้งานสนใจในเรื่องใดเป็นพิเศษก็สามารถเลือกศึกษาได้

สำหรับโปรแกรมหลัก (Main Program) ที่ใช้คือ โปรแกรม Macromedia Authorware Version 6.0 ใช้ในการสร้างบทเรียนกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด นอกจากนี้ยังใช้โปรแกรม Adobe PhotoShop Version 6.0 ใช้ในการตกแต่งภาพเพื่อเพิ่มความสวยงามและความน่าสนใจแก่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้โปรแกรมช่วยสอนในเรื่องกระบวนการอัดแบบชนิดฉีดที่พัฒนาขึ้นมานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบอื่นในอนาคต เพื่อใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาด้านโปรแกรมการเรียนการสอนที่ดีต่อไป

ข้อดีของบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. สามารถนำบทเรียนโปรแกรมช่วยสอนไปเป็นสื่อประกอบการสอน หรือสามารถศึกษาด้วยตนเอง
2. สามารถกระตุ้นความสนใจให้เกิดการอยากเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด เพราะเป็นการนำเทคโนโลยีทางการศึกษาสมัยใหม่มาใช้
3. สามารถทบทวนเนื้อหาซ้ำไปมาในบางจุดที่ไม่เข้าใจได้
4. เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนอื่นๆ ต่อไป

ข้อจำกัดของบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แม้ว่าบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีประโยชน์สูงกว่าสื่อการสอนอื่นๆ แต่อาจมีข้อด้อยบางประการได้เช่นกัน ได้แก่

1. ไม่ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากผู้เรียนถูกกำหนดให้เรียนรู้ตามบทเรียนที่เขียนขึ้นเท่านั้น
2. การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างกลุ่มผู้เรียน และผู้เรียนและผู้สอน ลดน้อยลง ทำให้ผู้เรียนขาดการพัฒนาตนเองทางด้านสังคมอย่างเหมาะสม
3. หลักการสำคัญของบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนการสอนจึงไม่อาจ แทนผู้สอนได้โดยสมบูรณ์ ดังนั้นหากใช้ผิดหลักการอาจเป็นผลเสียต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้โปรแกรมช่วยสอน
2. ควรทำโปรแกรมช่วยสอนในรูปแบบการเรียนการสอนผ่านทางอินเตอร์เน็ต
3. ควรใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ ในเรื่องของการแสดงสี กราฟิก การเคลื่อนไหว เสียง โดยใช้เทคโนโลยีสื่อหลายทาง (Multimedia) ที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการนำมาสร้างบทเรียนในรูปแบบของการเรียนโดยใช้โปรแกรมช่วยสอน
4. โปรแกรมช่วยสอนนี้เหมาะสำหรับใช้ในการทบทวนบทเรียนก่อนเข้าเรียนหรือหลังจากเรียนในห้องเรียนแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] สมศักดิ์ วรมงคลชัย. 2543. **เทคโนโลยีพอลิเมอร์** 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[2] Robert Malloy. 1994. **Plastic Part Design for Injection Molding**. New York: Hanser Pulishers.

[3] http://www.rtpcompany.com/info/molding/design/graphics/edgegate.gif

[4] http://www.plasticstechnology.com/injection/

[5] http://www.modplas.com/

[6] วีระพนธ์ คำดี. 2543. **สร้างงานมัลติมีเดียสมบูรณ์แบบ โดยใช้** Macromedia Authorware 5. กรุงเทพ: ซัคเซสมีเดีย.

[7] ประชา พฤกษ์ประเสริฐ ปิยะ นากสงค์ และอุษณีย์ เหลืองอร่าม. 2543. **คู่มือการเรียนรู้และเทคนิคการใช้งาน** Adobe Photoshop 5.5. กรุงเทพ: ซัคเซสมีเดีย.

[8] นนท์ หมื่นจบ และธิติมา กนกนุเคราะห์. 2544. **โปรแกรมการเรียนกระบวนการอัดรีดแบบปฏิสัมพันธ์**. โครงงานวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[9] เจตน์ จิตเมตตา. 2542. **การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาเคมีอินทรีย์** 1. โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[10] วิไลลักษณ์ เลี้ยงบุตร สมชาย สัจจปิยะนิจกุล และอาทิตย์ เวชสิทธิ์. 2542. **โปรแกรมช่วยสอนปริภูมิเวกเตอร์และการแปลงเชิงเส้น**. โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[11] ฤชุรี จิตรจรูญ ฤทธิ์ฤดี จิระโพธิรัตน์ และศิริวรรณ เศรษฐโกมุท. 2542. **โปรแกรมช่วยสอนสำหรับฟังก์ชันของตัวแปรเชิงซ้อนและการประยุกต์**. โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[12] ศศิธร สินธัญญาธรรม สรญา เทียนธวัชกุล และสุรัชนี ศุอรรถสิทธิ์. 2541. **โปรแกรมช่วยสอนในหัวข้อเรื่องเวกเตอร์ฟิวด์**. โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] ณัฐวุฒิ อดุลสีหวัตต์ และทรงธรรม ตั้งสัจจะโสภณ. 2541. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโครงสร้างข้อมูล**. โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[14] สุธิดา ศรีสารคาม. 2540. **โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องภาวะไขมันในเลือดสูงกับโรคหลอดเลือดหัวใจ**. โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

[15] กวินญาณี เหลืองอร่าม. 2539. **โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติทางเคมีคลินิค**. โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

[16] สุนันทา กาพิน. 2539. **โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ**. โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

[17] กุลธิดา จีนประชา จีราภา นิ่มทรงธรรม และนภาภรณ์ เถื่อนเมือง. 2539. **สื่อการสอนด้านคอมพิวเตอร์เบื้องต้นโดยคอมพิวเตอร์**. โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ระบบที่ใช้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด ได้รวบรวมเนื้อหา รูปประกอบ และภาพเคลื่อนไหว เรื่องกระบวนการอัดแบบชนิดฉีด โปรแกรมได้ถูกบรรจุลงใน ซีดี-รอม (CD-ROM) สำหรับคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานควรมีสมบัติ ดังนี้

- PC ที่มี CPU รุ่น Pentium ขึ้นไป
- หน่วยความจำ RAM 32 MB ขึ้นไป
- ระบบปฏิบัติการ Window 9x / NT / 2000
- จอสี ขนาด 14 นิ้ว ขึ้นไป ความละเอียด (Resolution) 800 x 600 ขึ้นไป สี High Color 256 Colors
- เมาส์
- ไดร์ฟสำหรับเล่นแผ่นแผ่นซีดี-รอม (CD-ROM Drive)
- การ์ดเสียง (Sound Card) พร้อมลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้