



การสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข

Construction and Evaluation of The Computer Assisted Instruction of
Digital Circuit and Logic Design
Course: Number System

วรชัย ศรีสมุดคำ
ณัฐพล ภูระหงษ์

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนประเภทวิจัยการเรียนการสอนจาก
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2559

การสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข

Construction and Evaluation of The Computer Assisted Instruction of
Digital Circuit and Logic Design
Course: Number System

วรชัย ศรีสมุดคำ
ณัฐพล ภูระหงษ์

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนประเภทวิจัยการเรียนการสอนจาก
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2559

ชื่อโครงการวิจัย	: การสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข
	: Construction and Evaluation of The Computer Assisted Instruction of Digital Circuit and Logic Design
	Course: Number System
ชื่อผู้วิจัย	: ว่าที่ ร.ต.วรชัย ศรีสมุดคำ นายณัฐพล ภูระหงษ์
สาขาวิชา	: วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะ/มหาวิทยาลัย	: คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ปีงบประมาณ	: 2559

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข เป็นสื่อการเรียนการสอนที่เรียกว่า CAI (Computer Assisted Instruction) เพื่อให้ผู้เรียนเข้ามาศึกษาด้วยตนเอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการเรียนรู้และช่วยแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดด้านเวลาด้านสถานที่ เมื่อผู้สอนมีเวลาจำกัดในการสอนและผู้เรียนมีจำนวนมากการดูแลของผู้สอนก็ทำได้อย่างไม่ทั่วถึง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนการสอนแบบเดิม ดังนั้น จึงต้องอาศัยสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อมากระตุ้นให้ผู้เรียนมีความต้องการเรียนมากกว่าเรียนในรูปแบบเดิม ๆ จากการทดลองการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 20 คน โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน พบว่า กลุ่มตัวอย่างทำคะแนนทดสอบก่อนเรียนเฉลี่ยได้ 15.75 คะแนน เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้ทำการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วได้ทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทันที ทำคะแนนเฉลี่ยได้ 18.30 คะแนน พบว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากคะแนนทดสอบก่อนเรียนเฉลี่ย 2.55 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 12.75 แสดงให้เห็นว่าหลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลขแล้ว ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นกว่าเดิม

จากการทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข จากนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 20 คน พบว่าค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.24 ซึ่งทั้งหมดมีความพึงพอใจอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข สำเร็จได้เนื่องจากบุคคลหลายท่านได้กรุณาช่วยเหลือให้ข้อมูลข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแนะนำ ความคิดเห็น และกำลังใจแก่ผู้เขียน

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและกำลังใจในการทำงาน และขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ได้สนับสนุนทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ช่วยส่งเสริม สนับสนุน กระตุ้นเตือนและเป็นกำลังใจตลอดมาให้คณะผู้วิจัย

วรชัย ศรีสมุดคำ
ณัฐพล ภูระหงษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
วิธีการศึกษาค้นคว้า	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
ทฤษฎีเรื่องระบบตัวเลขของรายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ	4
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	23
เครื่องมือที่ใช้	26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	38
กลุ่มตัวอย่าง	38
การเก็บรวบรวมข้อมูล	38
สถิติที่ใช้ในการค้นคว้า	38
การวัดความพึงพอใจของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	39
การวิเคราะห์ข้อมูล	40
การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบตัวเลข	40
แบบประเมินความพึงพอใจ	56

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	57
ผลของการทดสอบ	57
การวิเคราะห์ผลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน	58
การวิเคราะห์ผลประเมินความพึงพอใจ	59
ข้อเสนอแนะจากผู้ประเมิน	60
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	61
สรุปผลการวิจัย	61
อภิปรายผลการวิจัย	62
ปัญหาและการแก้ไข	63
ข้อเสนอแนะ	63
บรรณานุกรม	64
ประวัติผู้วิจัย	65

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางการเปรียบเทียบเลขฐานต่าง ๆ กับเลขฐานสิบ	5
2.2 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างเลขฐานแปดกับเลขฐานสอง	10
2.3 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างเลขฐานสิบหกกับเลขฐานสอง	12
4.1 ตารางแสดงการหาค่าของประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	57
4.2 ตารางแสดงผลประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	59

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างการแปลงเลขโดยวิธีลัด	14
2.2 ตัวอย่างการแปลงเลขโดยวิธีลัด	15
2.3 ตัวอย่างการแปลงเลขโดยวิธีลัด	15
2.4 ตัวอย่างการแปลงเลขโดยวิธีลัด	16
2.5 ขั้นตอนการเปิดโปรแกรม Adobe Flash Professional CS6	26
2.6 ส่วนประกอบของโปรแกรม Adobe Flash Professional CS6	27
2.7 ส่วนประกอบของโปรแกรม Adobe Flash Professional CS6	28
2.8 หน้าจอแนะนำ Adobe Photoshop CS3	30
2.9 ภาพการแสดงตัวอย่างกราฟิกไฟล์ทั้งสองประเภท	30
2.10 ส่วนประกอบหน้าจอโปรแกรม	31
2.11 ภาพแสดงถึงความละเอียดของภาพ	32
2.12 เลเยอร์	32
2.13 แสดงถึงภาพที่เป็น Grayscale เป็นโหมดสีขาว/ดำ	33
2.14 แสดงถึงภาพที่เป็น Duotone เป็นภาพที่มีสีมากกว่าแบบขาว/ดำ	33
2.15 แสดงถึงภาพที่เป็น 3 RGB Color เป็นโหมดสีที่นิยมใช้กันมาก	34
2.16 แสดงถึงภาพที่เป็น CMYK Color เป็นโหมดสีที่ใช้ในระบบงานพิมพ์	34
2.17 แสดงถึงภาพเครื่องมือของโปรแกรม	35
3.1 แผนผังโครงสร้างแสดงลำดับขั้นตอนการเชื่อมโยงของสื่อบทเรียนออนไลน์	41
3.2 การเปิดใช้งาน Adobe Flash Professional CS6	41
3.3 การออกแบบหน้าแรกของบทเรียน เรื่องระบบตัวเลข	42
3.4 หน้าแรกของบทเรียน เรื่องระบบตัวเลข	43
3.5 การออกแบบหน้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบตัวเลข	43
3.6 หน้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบตัวเลข	44
3.7 การออกแบบหน้าแบบทดสอบก่อนเรียน ของบทเรียน	44
3.8 หน้าแบบทดสอบก่อนเรียน ของบทเรียน	45
3.9 การออกแบบหน้าทดสอบหลังเรียน ของบทเรียน	45
3.10 หน้าทดสอบหลังเรียน ของบทเรียน	46
3.11 การออกแบบวิธีการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	46
3.12 หน้าวิธีการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	46
3.13 การออกแบบหน้าคณะผู้จัดทำ	47
3.14 หน้าคณะผู้จัดทำ	47
3.15 การออกแบบหน้าจอย่อยของบทเรียน เรื่องระบบตัวเลข	48
3.16 หน้าจอย่อยบทเรียน เรื่องระบบตัวเลข	48
3.17 การออกแบบหน้าจอย่อยบทเรียน เรื่องการเปลี่ยนเลขฐานของระบบตัวเลข	49

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.18 หน้าจอย่อยบทเรียน เรื่องการเปลี่ยนเลขฐานของระบบตัวเลข	49
3.19 การออกแบบหน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องการเปลี่ยนแปลงเลขฐานด้วยวิธีลัด	50
3.20 หน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องการเปลี่ยนแปลงเลขฐานด้วยวิธีลัด	50
3.21 การออกแบบหน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องการบวกเลขฐานต่าง ๆ	51
3.22 หน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องการบวกเลขฐานต่าง ๆ	51
3.23 การออกแบบหน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องคอมพลิเมนต์	52
3.24 หน้าจอบทเรียนเรื่องคอมพลิเมนต์	52
3.25 การออกแบบหน้าจอการทำแบบทดสอบก่อนเรียน	53
3.26 หน้าจอการทำแบบทดสอบก่อนเรียน	53
3.27 การออกแบบหน้าจอที่แสดงผลคะแนนที่ได้ของบททดสอบก่อนเรียน	54
3.28 หน้าจอที่แสดงผลคะแนนที่ได้ของบททดสอบก่อนเรียน	54
3.29 การออกแบบหน้าจอที่แสดงผลคะแนนที่ได้ของบททดสอบหลังเรียน	55
3.30 หน้าจอที่แสดงผลคะแนนที่ได้ของบททดสอบหลังเรียน	55

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การปรับเปลี่ยนของสังคมโลกภาวัตน์ไปสู่สังคมเศรษฐกิจแบบพึ่งพาความรู้ (Knowledge Economy) ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนในระดับต่าง ๆ ของสถานศึกษาได้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในกระบวนการจัดการเรียนการสอนต่างไปจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทำให้บทบาทของสถานศึกษาและคณาจารย์ได้เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งแต่เดิมนั้นมีบทบาทในฐานะผู้นำ และคอยกำกับติดตามกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนตามหลักสูตร กลายมาเป็นผู้สนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงความรู้ที่ผู้เรียนมีความสนใจและเสริมสร้างผู้เรียนให้มีศักยภาพเพียงพอในการเรียนรู้เพื่อบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามผู้เรียนต้องการให้ดีที่สุดซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในแนวทางใหม่ ๆ นี้เป็นที่มาของการจัดการเรียน โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Centered)

ทิศทางการจัดการเรียนการสอนที่ปรับเปลี่ยนไปนี้ ทำให้คณะผู้วิจัยเห็นว่าเป็นประเด็นที่น่าท้าทาย นำที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มีความมุ่งหมายหลัก คือ การเสริมสร้างศักยภาพและมุ่งผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สามารถประยุกต์ใช้งานด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวทางหนึ่งในการเสริมสร้างศักยภาพความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ สอดคล้องกับรูปแบบ การจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ได้แก่ การส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ นักศึกษามีองค์ความรู้มากขึ้นกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ในเนื้อหารายวิชา หรือเกณฑ์มาตรฐานที่ผู้สอนคาดหวัง ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้นักศึกษาเกิดแรงกระตุ้นและพยายามพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง ให้ดียิ่งขึ้น โดยมีการใช้พื้นฐานจากการเรียนการสอนปกติในห้องเรียนมาเป็นตัวผลักดัน ซึ่งเท่ากับเป็นการสร้างและพัฒนาจิตพิสัยให้ใฝ่รู้อีกทางหนึ่ง

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข โดยออกแบบให้บทเรียนมีเนื้อหาที่ชัดเจน และมีความสะดวกในการใช้งาน มีรูปแบบการนำเสนอที่ตรงประเด็น ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข
2. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข มีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1. ประชาชนและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน จากนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
2. เนื้อหาของบทเรียนรายวิชาการออกแบบวงจรรดิจิทัลและตรรกะ
 - 2.1 ระบบตัวเลข
 - 2.2 การเปลี่ยนฐานของระบบตัวเลข
 - การแปลงเลขฐานสิบ ให้เป็นเลขฐานสอง เลขฐานแปด และเลขฐานสิบหก
 - การแปลงเลขฐานสอง เลขฐานแปด และเลขฐานสิบหก เป็นเลขฐานสิบ
 - การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานแปดและการแปลงเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสอง
 - การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหก และการแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสอง
 - การแปลงเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสิบหก และการแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานแปด
 - 2.3 การเปลี่ยนเลขฐานต่าง ๆ โดยวิธีลัด
 - 2.4 การบวกเลขฐานต่างๆ
 - 2.5 การ Complement
 - การลบเลขฐานสองโดยใช้ 1' s Complement
 - การลบเลขฐานสองโดยใช้ 2' s Complement
 - 2.6 แบบทดสอบก่อนเรียน
 - 2.7 แบบทดสอบหลังเรียน
3. โปรแกรมที่ใช้จัดทำสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.1 โปรแกรม Adobe Flash Professional CS6 สำหรับสร้างสื่อการเรียนการสอน
 - 3.2 โปรแกรม Adobe Photoshop CS3 สำหรับออกแบบตกแต่งภาพ

วิธีการศึกษาค้นคว้า

1. ค้นหาข้อมูลเรื่องระบบตัวเลข รายวิชาการออกแบบวงจรถอดิจิทัลและตรรกะ
2. ศึกษาการใช้โปรแกรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างสื่อ
3. ออกแบบโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. ทดสอบการใช้งานและปรับปรุงแก้ไขให้ใช้งานได้ทุกส่วน
6. ทดสอบและหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง
7. สรุปผลการทดลอง
8. จัดทำรูปเล่มวิจัยฉบับสมบูรณ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้งานได้จริง สำหรับการเรียนรู้ในรายวิชาการออกแบบวงจรถอดิจิทัลและตรรกะ
2. เพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอนรายวิชาการออกแบบวงจรถอดิจิทัลและตรรกะ สำหรับผู้เรียนที่ได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีความเข้าใจมากขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข ทางคณะผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นข้อมูลสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากเรื่องระบบตัวเลขเป็นขั้นพื้นฐานของเนื้อหาในบทเรียนรายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ คณะผู้วิจัยจึงได้ใช้ทฤษฎีและหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีเรื่องระบบตัวเลขของรายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ
2. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. เครื่องมือที่ใช้
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีเรื่องระบบตัวเลขของรายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ

1.1 ข้อมูลเรื่องระบบตัวเลข

ระบบตัวเลขที่มนุษย์เราต้องเกี่ยวข้องและรู้จักกันมากที่สุด คือเลข 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 รวม 10 ตัว ตัวเลขทั้ง 10 นี้ ใช้เป็นเครื่องมือหลักในการนับจำนวนทั้งหลายตามความต้องการ ดังนั้นฐานของระบบตัวเลขชุดนี้จึงถูกกำหนดเป็น เลขฐานสิบ (Decimal Number) เพราะมีสัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าตัวเลขจำนวนต่าง ๆ 10 แบบ ไม่ซ้ำกัน แต่ละแบบมีเพียง 1 ตำแหน่ง ค่าของตัวเลขที่มีค่ามากกว่า 9 ขึ้นไปเป็นจำนวนตัวเลขที่เกิดจากการนำตัวเลข 10 ตัว ดังกล่าวเรียงประกอบกันขึ้น เช่น สองร้อยแปดสิบเก้าจะเขียนแทนด้วยตัวเลข 289 เป็นต้น

ค่าของตัวเลขทุกจำนวนที่เขียนขึ้นมานั้น เขียนขึ้นมาในรูปแบบอย่างย่อทั้งสิ้น วิธีการเขียนที่ถูกต้องจะต้องมีค่าของฐานกำกับไว้ด้วยเช่น $(3184)_{10}$ หรือ $(3184)_{10}$ แต่อย่างไรก็ตามการเขียนแบบนี้ยังคงเป็นแบบย่ออยู่นั่นเอง เพราะถ้าจะแสดงกันอย่างเต็มที่แล้วจะต้องเขียนเป็น $(3 \times 10^3) + (1 \times 10^2) + (8 \times 10^1) + (4 \times 10^0)$ ที่หมายถึงว่าตัวเลขเป็นเลขฐานสิบ เพราะมีเลข 10 คูณอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ทุกตัว กำลังของเลขสิบเป็นตัวบอกถึงตำแหน่งของสัมประสิทธิ์ ต่อไปถ้าต้องการแสดงค่าของตัวเลข 3184 ในเลขฐานเก้า ก็เขียนได้ว่า $(3184)_9$ หรือ $(3184)_9$ ซึ่งย่อมาจาก $(3 \times 9^3) + (1 \times 9^2) + (8 \times 9^1) + (4 \times 9^0)$ ค่าของตัวเลขนี้จะตรงกับค่าของตัวเลขในฐานสิบคือ $(2344)_{10}$

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว เครื่องคำนวณสมองกลหรือคอมพิวเตอร์ก็ถูกพัฒนาขึ้น หลักการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ก็อาศัยการไหลหรือหยุดไหลของสัญญาณไฟฟ้าในช่วงจังหวะเวลาต่างๆกัน ซึ่งเหมือนกับการเปิดปิดสวิทช์นั่นเอง การทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละส่วนจึงเป็นแบบ 2 จังหวะตลอดเวลา ด้วยเหตุนี้ค่าตัวเลขในเลขฐานสองจึงแทรกเข้ามามีบทบาทเพราะมันมีค่า 0 กับ 1 ซึ่งสมมูลกับค่าปิดเปิดของสวิทช์ นอกจากเลขฐานสอง

แล้วก็ยังมีเลขฐานแปด และเลขฐานสิบหกอีกด้วย เพราะสะดวกต่อการนำไปใช้ในการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์

ตัวเลขแต่ละระบบจะมีจำนวนตัวเลขที่ใช้เหมือนกับชื่อของระบบตัวเลขนั้นและมีฐานของจำนวนตามชื่อของมันด้วย เช่น

- ระบบเลขฐานสอง ประกอบด้วยตัวเลขจำนวน 2 ตัว คือ 0 และ 1
- ระบบเลขฐานแปด ประกอบด้วยตัวเลขจำนวน 8 ตัว คือ 0, 1, 3, 4, 5, 6 และ 7
- ระบบเลขฐานสิบ ประกอบด้วยตัวเลขจำนวน 10 ตัว คือ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, และ F (เมื่อ A = 10, B = 11, C = 12, D = 13, E = 14, F = 15)

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบเลขฐานต่างๆ กับเลขฐานสิบ

เลขฐานสิบ Decimal	เลขฐานสอง Binary	เลขฐานแปด Octal	เลขฐานสิบหก Hexadecimal
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11

(ที่มา: น.อ. ธวัชชัย เลื่อนฉวี และ พ.ต. อนุรักษ์ เลื่อนศิริ, 2557 : 2)

1.2 การเปลี่ยนเลขฐานของระบบตัวเลข

การใช้เลขฐานต่างๆร่วมกันตั้งแต่จำนวนสองฐานขึ้นไป ย่อมมีความสับสนเกี่ยวกับค่าของมัน เช่น $(1101010)_2$ มีค่าเท่าใดในเลขฐานสิบ หรือ $(375)_8$ มีค่าเท่าใดในเลขฐานสอง เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงเลขฐานของตัวเลขเหล่านั้นไปอยู่ในฐานเดียวกันการแปลงเลขจากฐานหนึ่งไปยังอีกฐานหนึ่ง ในระบบคอมพิวเตอร์จะเกี่ยวข้องกับเฉพาะเลขฐานสอง เลขฐานแปด และเลขฐานสิบหก ดังนั้นสิ่งที่ควรศึกษาต่อไปคือ

- การแปลงเลขฐานสิบ ให้เป็นเลขฐานสอง เลขฐานแปด และเลขฐานสิบหก
- การแปลงเลขฐานสอง เลขฐานแปด และเลขฐานสิบหก ให้เป็นเลขฐานสิบ
- การแปลงเลขฐานสอง ให้เป็นเลขฐานแปด และเลขฐานสิบหก
- การแปลงเลขฐานแปด และเลขฐานสิบหก ให้เป็นเลขฐานสอง
- การแปลงเลขฐานแปด ให้เป็นเลขฐานสิบหก
- การแปลงเลขฐานสิบหก ให้เป็นเลขฐานแปด

1.2.1 การแปลงเลขฐานสิบ ให้เป็นเลขฐานสอง เลขฐานแปด และเลขฐานสิบหก

การแปลงเลขฐานสิบที่เป็นจำนวนเต็มให้เป็นเลขฐานสอง เลขฐานแปด และเลขฐานสิบหก มีหลักการง่ายๆ และคล้ายคลึงกัน ซึ่งวิธีการคือ ให้นำเลขฐานสิบหารด้วยฐานของเลขที่ต้องการจะแปลง โดยหารไปเรื่อยๆจนหารต่อไปไม่ได้ เช่น

- ถ้าต้องการแปลงเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานสอง ก็ให้นำ 2 หารเลขฐานสิบนั้นๆ
- ถ้าต้องการแปลงเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานแปด ก็ให้นำ 8 หารเลขฐานสิบนั้นๆ
- ถ้าต้องการแปลงเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานสิบหก ก็ให้นำ 16 หารเลขฐานสิบนั้นๆ

เศษที่เหลือจากการหารแต่ละครั้งก็คือคำตอบที่ต้องการ โดยเศษที่เหลือจากการหารครั้งแรกเป็นหลักของเลขที่มีนัยความสำคัญต่ำสุด (Least Significant Digit, LSD) และเศษที่เหลือจากการหารครั้งสุดท้ายเป็นหลักของเลขที่มีนัยความสำคัญสูงสุด (Most Significant Digit, MSD)

ส่วนการแปลงเลขฐานสิบที่เป็นทศนิยมให้เป็นเลขฐานอื่นๆ ทำได้โดยการคูณจำนวนทศนิยมของเลขฐานสิบนั้นๆ ด้วยฐานของเลขที่ต้องการแปลงหลายๆครั้งตามจำนวนทศนิยมที่ต้องการ เช่น

- ถ้าต้องการแปลงทศนิยมของเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานสอง ก็ให้นำ 2 คูณทศนิยมของเลขฐานสิบนั้นๆ
- ถ้าต้องการแปลงเลขทศนิยมของเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานแปด ก็ให้นำ 8 คูณทศนิยมของถ้าต้องการแปลงทศนิยมของเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานสิบหก ก็ให้เอา 16 คูณทศนิยมของเลขฐานสิบนั้นๆ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการคูณที่เป็นเลขจำนวนเต็มก็คือคำตอบที่ต้องการ ขอให้ลองศึกษาจากตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 จงแปลง $(35)_{10}$ ให้เป็นเลขฐานสอง

วิธีทำ

2	35		
2	17	เศษ 1	→
2	8	เศษ 1	
2	4	เศษ 0	↑
2	2	เศษ 0	
2	1	เศษ 0	
	0	เศษ 1	→

LSD (นัยสำคัญต่ำสุด)

MSD (นัยสำคัญสูงสุด)

คำตอบคือ

$$(35)_{10} = (10011)_2$$

ตัวอย่างที่ 2 จงแปลง $(0.6875)_{10}$ ให้เป็นเลขฐานสอง

วิธีทำ

0.6875	0.3750	0.7500	0.5000
x	x	x	x
2	2	2	2
1.3750	0.7500	1.5000	1.0000

คำตอบคือ

$$(0.6875)_{10} = (0.1011)_2$$

ตัวอย่างที่ 3 จงแปลง $(41.53125)_{10}$ ให้เป็นเลขฐานสอง

วิธีทำ

2	41	
2	20	เศษ 1
2	10	เศษ 0
2	5	เศษ 0
2	2	เศษ 1
2	1	เศษ 0
	0	เศษ 1

คำตอบคือ

$$(41)_{10} = (101001)_2$$

ตัวอย่างที่ 4 จงแปลง $(58)_{10}$ ให้เป็นเลขฐานแปด

วิธีทำ

$$\begin{array}{r|l} 8 & 58 \\ & 7 \quad \text{เศษ 2} \\ \hline & 0 \quad \text{เศษ 7} \end{array}$$

คำตอบคือ $(58)_{10} = (72)_8$

ตัวอย่างที่ 5 จงแปลง $(87)_{10}$ ให้เป็นเลขฐานสิบหก

วิธีทำ

$$\begin{array}{r|l} 16 & 87 \\ & 5 \quad \text{เศษ 7} \\ \hline & 0 \quad \text{เศษ 5} \end{array}$$

คำตอบคือ $(87)_{10} = (57)_{16}$

1.2.2 การแปลงเลขฐานสอง เลขฐานแปด และเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสิบ

การแปลงเลขฐานสอง เลขฐานแปด และเลขฐานสิบ ทำได้โดยการนำเลขแต่ละตำแหน่งของเลขฐานนั้นๆ คูณด้วยน้ำหนัก ของเลขฐานนั้น แล้วนำมารวมกันทั้งหมดก็จะได้คำตอบที่ต้องการ ขอให้ศึกษาตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 6 จงแปลง $(110110)_2$ ให้เป็นเลขฐานสิบ

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } (110110)_2 &= 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 \\ &= 32 + 16 + 0 + 4 + 2 + 0 \\ &= (54)_{10} \end{aligned}$$

อธิบาย หลักหน่วย 0 มีน้ำหนักเป็น 2^0

หลักสิบคือ 1 มีน้ำหนักเป็น 2^1

หลักร้อยคือ 1 มีน้ำหนักเป็น 2^2

หลักพันคือ 0 มีน้ำหนักเป็น 2^3 เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 7 จงแปลง $(0.101)_2$ ให้เป็นเลขฐานสิบ

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } (0.101)_2 &= 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 0.5 + 0 + 0.125 \\ &= (0.625)_{10} \end{aligned}$$

อธิบาย ทศนิยมตัวแรกคือ 1 มีน้ำหนักเป็น 2^{-1}

ทศนิยมตัวที่สองคือ 0 มีน้ำหนักเป็น 2^{-2}

ทศนิยมตัวที่สามคือ 1 มีน้ำหนักเป็น 2^{-3}

1.2.3 การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานแปด และการแปลงเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสอง

การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานแปดทำได้โดยการแปลงเลขฐานสองให้เป็นเลขฐานสิบก่อน จากนั้นก็แปลงเลขฐานสิบที่ได้ให้เป็นเลขฐานแปด ก็จะได้คำตอบที่ต้องการ ในทำนองเดียวกันการแปลงเลขฐานแปดให้เป็นเลขฐานสองทำได้โดยการแปลงเลขฐานแปดให้เป็นเลขฐานสิบก่อน แล้วนำเลขฐานสิบที่ได้แปลงเป็นเลขฐานสองต่อไป แต่วิธีดังกล่าวเป็นวิธีที่ยุ่งยาก วิธีการแปลงง่ายจะใช้วิธี

แทนเลขฐานแปดหนึ่งหลักด้วยเลขฐานสองจำนวน 3 Bits (คำว่า Bit ย่อมาจาก Binary Digit) ดังแสดงตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเลขฐานแปดกับเลขฐานสอง

เลขฐานแปด Octal Number	เลขฐานสอง Binary Number
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

(ที่มา: น.อ. ธวัชชัย เลื่อนฉวี และ พ.ต. อนุรักษ์ เลื่อนศิริ, 2557 : 2)

จากตารางที่ 2.2 จะเห็นได้ว่า เลขฐานแปดหนึ่งหลักสามารถแทนได้ด้วยเลขฐานสองจำนวน 3 Bits ดังนั้น การแปลงเลขฐานให้เป็นเลขฐานแปด หรือการแปลงเลขฐานแปดให้เป็นเลขฐานสอง จึงทำได้โดยการแปลงค่าต่างๆ ตามตารางที่ 2.2 กล่าวคือ หากต้องการแปลงเลขฐานสองให้เป็นเลขฐานแปด ก็ให้แบ่งเลขฐานสองออกเป็นชุดละ 3 bits โดยนับจากทางขวามาทางซ้าย ถ้าชุดสุดท้ายมีไม่ถึง 3 Bits ก็ให้เติมเลข 0 ลงไป แต่ถ้าเลขเป็นเลขทศนิยม การแบ่งเลขฐานสองเป็นชุด ให้นับจากทางซ้ายไปทางขวา เมื่อแบ่งเป็นชุดแล้วก็ให้แทนค่าเลขฐานแปดตามตารางที่ 2.2 สำหรับการแปลงเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสองก็ทำได้โดยการแทนค่าเลขฐานแปดแต่ละหลักด้วยเลขฐานสองตามตารางที่ 2.2 เช่นเดียวกัน

ตัวอย่างที่ 8 จงแปลง $(110111010)_2$ ให้เป็นเลขฐานแปด

วิธีทำ ให้พิจารณาตามตาราง

$$110 = 6 \quad 111 = 7 \quad 010 = 2$$

$$(110111010)_2 = (110 \ 111 \ 010)_2 = (672)_8$$

ตัวอย่างที่ 9 จงแปลง $(11101001000.01011)_2$ ให้เป็นเลขฐานแปด

วิธีทำ ให้พิจารณาตามตาราง

$$001 = 3 \quad 101 = 5 \quad 001 = 1 \quad 000 = 0 \quad 010 = 2 \quad 110 = 6$$

$$(11101001000.01011)_2 = (011 \ 101 \ 001 \ 000.010 \ 110)_2 = (3510.26)_8$$

ตัวอย่างที่ 10 จงแปลง $(637)_8$ ให้เป็นเลขฐานสอง

วิธีทำ ให้พิจารณาตามตาราง

$$\begin{array}{lll} 6 = 110 & 3 = 011 & 7 = 111 \\ (637)_8 = (110011111)_2 \end{array}$$

ตัวอย่างที่ 11 จงแปลง $(524.61)_8$ ให้เป็นเลขฐานสอง

วิธีทำ ให้พิจารณาตามตาราง

$$\begin{array}{lllll} 5 = 101 & 2 = 010 & 4 = 100 & 6 = 110 & 1 = 001 \\ (524.61)_8 = (101\ 010\ 100.110\ 001)_2 = (101010100.110001)_2 \end{array}$$

1.2.4 การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหก และการแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสอง

การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหกและการแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสอง ทำได้โดยการแปลงเป็นเลขฐานสิบก่อน ตามที่กล่าวมาแล้ว ส่วนวิธีง่าย ๆ ก็คล้ายๆกับการแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานแปดหรือการแปลงเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสอง ซึ่งมีข้อต่างกัน คือ เลขฐานแปดหนึ่งหลักแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 3 bits ส่วนเลขฐานสิบหกหนึ่งหลักแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 4 bits ความสัมพันธ์ระหว่างเลขฐานสองกับเลขฐานสิบหกแสดงตามตารางที่ 2.3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเลขฐานสิบหกหนึ่งหลักสามารถแทนได้ด้วยเลขฐานสอง 4 bits กล่าวคือ หากต้องการแปลงเลขฐานสองให้เป็นเลขฐานสิบหก ให้แบ่งเลขฐานสองออกเป็นชุดละ 4 bits โดยนับจากทางขวามาซ้าย ถ้าชุดสุดท้ายมีไม่ถึง 4 bits ก็ให้เติม 0 ลงไป แต่ถ้าเลขเป็นทศนิยม การแบ่งเลขฐานสองเป็นชุดให้นับจากทางซ้ายไปทางขวา เมื่อแบ่งชุดแล้วก็ให้แทนค่าเลขฐานสิบหกตามตารางที่ 2.3 ส่วนการแปลงเลขฐานสิบหกเป็นไปทางขวา เมื่อแบ่งเป็นชุดแล้วก็ให้แทนค่าเลขฐานสิบหก ตามตารางที่ 2.3 ส่วนการแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสอง ก็ทำได้โดยการแทนค่าเลขฐานสิบหกแต่ละหลักด้วยเลขฐานสองตามตารางที่ 2.3 เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเลขฐานสิบหกกับเลขฐานสอง

เลขฐานสิบหก Hexadecimal	เลขฐานสอง Binary
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111

(ที่มา: น.อ. รัชชัย เลื่อนฉวี และ พ.ต. อนุรักษ์ เกื่อนศิริ, 2557 : 2)

ตัวอย่างที่ 12 จงแปลง $(100100111100)_2$ ให้เป็นเลขฐานสิบหก

วิธีทำ พิจารณาจากตารางที่ 1.3

$$\text{จะได้ } 1001 = 9 \quad 0111 = 3 \quad 1100 = C$$

$$(100100111100)_2 = (1001 \ 0011 \ 1100)_2$$

$$\text{คำตอบคือ} \quad = (93C)_{16}$$

ตัวอย่างที่ 13 จงแปลง $(11111100001101.100011)_2$ ให้เป็นเลขฐานสิบหก

วิธีทำ พิจารณาจากตารางที่ 1.3

$$\begin{array}{llll} \text{จะได้} & 0011 = 3 & 1111 = F & 0000 = 0 \\ & 1101 = D & 1000 = 8 & 1100 = C \end{array}$$

$$(11111100001101.100011)_2 = (0001\ 1111\ 0000\ 1101.\ 1000\ 1100)_2$$

$$\text{คำตอบคือ} \quad = (3F0D.8C)_{16}$$

ตัวอย่างที่ 14 จงแปลง $(1BE4)_{16}$ ให้เป็นเลขฐานสอง

วิธีทำ $1 = 001$ $B = 1011$ $E = 1110$ $4 = 0100$

$$(1BE4)_{16} = (001\ 1011\ 1110\ 0100)_2$$

$$\text{คำตอบคือ} \quad = (110111100100)_2$$

ตัวอย่างที่ 15 จงแปลง $(A69.238)_{16}$ ให้เป็นเลขฐานสอง

วิธีทำ $A = 1010$ $6 = 0110$ $9 = 1001$ $2 = 0010$ $3 = 0011$ $8 = 1000$

$$(A69.238)_{16} = (1010\ 0110\ 1001.0010\ 0011\ 1000)_2$$

$$\text{คำตอบคือ} \quad = (101001101001.001000111)_2$$

1.2.5 การแปลงเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสิบหก และการแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานแปด

การแปลงเลขฐานฐานแปดเป็นเลขฐานสิบหก และการแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานแปด มีวิธีการคือให้แปลงเป็นเลขฐานสองก่อน แล้วจึงแปลงไปยังเลขฐานที่ต้องการอีกครั้ง ขอให้ศึกษาจากตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 16 จงแปลง $(3721)_8$ ให้เป็นเลขฐานสิบหก

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad (3721)_8 &= (011\ 111\ 010\ 001)_2 \\ &= (0111\ 1101\ 0001)_2 \\ &= (7D1)_{16} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 17 จงแปลง $(6504.327)_8$ ให้เป็นเลขฐานสิบหก

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad (6504.327)_8 &= (110\ 101\ 000\ 100.011\ 010\ 111)_2 \\ &= (1101\ 0100\ 0100.0110\ 1011\ 1000)_2 \\ &= (D44.6B8)_{16} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 18 จงแปลง $(7CE2)_{16}$ ให้เป็นเลขฐานแปด

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad (7CE2)_{16} &= (0111\ 1100\ 1110\ 0010)_2 \\ &= (111\ 110\ 011\ 100\ 010)_2 \\ &= (76342)_8 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 19 จงแปลง $(369.08)_{16}$ ให้เป็นเลขฐานแปด

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad (369.08)_{16} &= (0011\ 0110\ 1001\ .0000\ 1000)_2 \\ &= (001\ 101\ 101\ 001.000\ 010)_2 \\ &= (1551.02)_8 \end{aligned}$$

1.3 การแปลงเลขฐานโดยวิธีลัด

การแปลงจากฐานหนึ่งไปอีกฐานหนึ่งตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เป็นวิธีการทางทฤษฎีทั่วไปยังมีอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งอาจเรียกว่า วิธีลัดก็ได้ กล่าวคือ การแปลงเลขฐานใดๆ ก็แล้วแต่ หากแปลงให้อยู่ในรูปของเลขฐานสองแล้วก็จะทำให้ง่ายต่อการแปลงให้เป็นเลขฐานอื่นๆต่อไป เช่น ถ้าต้องการแปลงเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานสิบหก ก็ให้แปลงเลขฐานสิบนั้นให้เป็นเลขฐานสองก่อน แล้วจึงแปลงต่อให้เป็นเลขฐานสิบหก หรือต้องการแปลงเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานแปด ก็ให้แปลงเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานสองก่อนแล้วจึงแปลงต่อให้เป็นเลขฐานแปด หรือถ้าต้องการแปลงเลขฐานสิบหกให้เป็นเลขฐานสิบ ก็ให้แปลงเลขฐานสิบหกนั้นให้เป็นเลขฐานสองก่อน แล้วจึงแปลงต่อให้เป็นเลขฐานสิบ เป็นต้น ข้อสำคัญคือ การแปลงเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานสอง และการแปลงเลขฐานสองให้เป็นเลขฐานสิบ จะมีวิธีการทำง่ายๆและมีความถูกต้องได้อย่างไร ไม่ยาก ขอให้พิจารณาน้ำหนักของเลขฐานสองดังต่อไปนี้

(ก)..	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
(ข)..	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125	0.0625

ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างการแปลงเลขโดยวิธีลัด

(ที่มา: น.อ. ธวัชชัย เลื่อนฉวี และ พ.ต. อนุรักษ์ เลื่อนศิริ, 2557 :14-15)

ตัวเลข 2 บรรทัดข้างบนนี้ คือน้ำหนักของเลขฐานสอง เลขยกกำลังเต็มบวกคือเลขจำนวนเต็มและเลขยกกำลังเต็มคือลบคือเลขทศนิยม ในการแปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสอง หรือการแปลงเลขฐานสองให้เป็นเลขฐานสิบ พิจารณาจากเลข 2 บรรทัดข้างบนนี้ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 20 $(756.5625)_{10} = (?)_2$

วิธีทำ ในขั้นตอนให้ถามตนเองว่า ตัวเลขที่บรรทัด (๗) มีตัวเลขอะไรบ้างที่บวกกันแล้วได้ผล ลัพธ์ เป็น 756.5625 คำตอบก็คือ $512 + 128 + 64 + 32 + 16 + 4 + 0.5 + 0.0625 = 756.5625$ จากนั้นให้ใส่เลข 1 และเลข 0 ตามตำแหน่งน้ำหนักของตัวเลขบรรทัด (๗) คือ

...	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125	0.0625
			↓		↓	↓	↓	↓	↓				↓				↓
			1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0		1
นั่นคือ $(756.5625)_{10} = (1011110100.1001)_2$																	

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการแปลงเลขโดยวิธีลัด

(ที่มา: น.อ. ธวัชชัย เลื่อนฉวี และ พ.ต. อนุรักษ์ เกื่อนศิริ, 2557 :14-15)

ตัวอย่างที่ 21 $(1101111001.1101)_2 = (?)_{10}$

วิธีทำ ให้ใส่เลขฐานสองตามน้ำหนักของมันเทียบกับบรรทัด (๗) แล้วให้นำตัวเลขที่บรรทัด (๗) ตรงกับเลข 1 มาบวกกันก็จะได้คำตอบที่ต้องการดังนี้

..	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125	0.0625
			↓	↓		↓	↓	↓	↓			↓	↓	↓	↓	↓	
			1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	
นั่นคือ $(1101111001.1101)_2 = (512+256+64+32+16+8+1+0.5+0.25+0.0625)_{10}$ $= (889.8125)_{10}$																	

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการแปลงเลขโดยวิธีลัด

(ที่มา: น.อ. ธวัชชัย เลื่อนฉวี และ พ.ต. อนุรักษ์ เกื่อนศิริ, 2557 :14-15)

เมื่อสามารถแปลงเลขฐานสิบให้เป็นเลขฐานสอง และแปลงเลขฐานสองให้เป็นเลขฐานสิบ ด้วยวิธีต่างๆดังกล่าวนี้ ก็สามารถแปลงให้เป็นเลขฐานอื่น ๆ ต่อไปได้โดยง่าย

ตัวอย่างที่ 22 $(834.782)_{10} = (?)_8$

วิธีทำ ให้แปลง $(834.782)_{10}$ เป็นเลขฐานสองก่อนดังนี้

$$(834.782)_{10} = 512 + 256 + 64 + 2 + 0.5 + 0.25 + 0.03125$$

...	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125	0.0625	0.03125...
		↓	↓		↓					↓		↓	↓	↓		↓
		1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1

ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการแปลงเลขโดยวิธีลัด

(ที่มา: น.อ. ธวัชชัย เลื่อนฉวี และ พ.ต. อนรรักษ์ เลื่อนศิริ, 2557 :14-15)

$$\begin{aligned} \text{นั่นคือ } (834.782)_{10} &= (1101000010.11001)_2 \\ &= (001\ 101\ 000\ 010.110\ 010)_2 \\ &= (1502.62)_8 \end{aligned}$$

1.4 การบวกเลขฐานต่างๆ

การบวกตัวเลขฐานต่างๆจะมีวิธีการบวกเหมือนกันทั้งหมด เพื่อความเข้าใจในวิธีการบวกเลข จึงขออธิบายวิธีการบวกเลขฐานสิบที่ถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 23 จงบวก $(7536)_{10}$ เข้ากับ $(3527)_{10}$

วิธีทำ

$$\begin{array}{r} (7536)_{10} \\ + \\ (3527)_{10} \\ \hline (11063)_{10} \end{array}$$

จากตัวอย่างที่ 23 อธิบายวิธีการบวกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

- ตัวที่ 1 (หลักหน่วย) $6+7 = 13$ ให้เอา 10 ไปลบก่อน (การที่เอา 10 ไปลบออกเนื่องจากเป็นเลขฐานสิบ) จะได้ $13 - 10 = 3$ ผลลัพธ์คือ 3 แล้วทดไป 1

- ตัวที่ 2 (หลักสิบ) $3+2 = 5$ รวมตัวทอดอีก 1 จึงเท่ากับ 6 เป็นเลขไม่ถึง 10 ก็ไม่ต้องเอา 10 ไปลบแต่อย่างใด ผลลัพธ์คือ 6 และไม่มีตัวทอด

- ตัวที่ 3 (หลักร้อย) $5+5 = 10$ ให้เอา 10 ไปลบออก จะได้ $10 - 10 = 0$ ผลลัพธ์คือ 0 ทด 1

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

1. จงแปลง $(35)_{10}$ ให้เป็นเลขฐานสอง
 - ก. $(100011)_2$
 - ข. $(110000)_2$
 - ค. $(001110)_2$
 - ง. $(000011)_2$

2. จงแปลง 101111110_2 ให้เป็นเลขฐานแปด
 - ก. 576_8
 - ข. 777_8
 - ค. 989_8
 - ง. 999_8

3. จงแปลง $(58)_{10}$ ให้เป็นเลขฐานแปด
 - ก. $(82)_8$
 - ข. $(99)_8$
 - ค. $(72)_8$
 - ง. $(32)_8$

4. จงแปลง $(87)_{10}$ ให้เป็นเลขฐานสิบหก
 - ก. $(66)_{16}$
 - ข. $(57)_{16}$
 - ค. $(77)_{16}$
 - ง. $(88)_{16}$

5. จงแปลง $(3721)_8$ ให้เป็นเลขฐานสิบหก
 - ก. $(8D1)_{16}$
 - ข. $(7D1)_{16}$
 - ค. $(1D1)_{16}$
 - ง. $(3D1)_{16}$

6. จงแปลง 6504_8 ให้เป็นเลขฐานสิบหก
 - ก. $D44_{16}$
 - ข. $D77_{16}$
 - ค. $D44_{16}$
 - ง. $D55_{16}$

7. จงบวกเลขฐานสองต่อไปนี้ $(1100)_2 + (1010)_2$
- ก. $(10110)_2$
 - ข. $(10001)_2$
 - ค. $(11001)_2$
 - ง. $(11111)_2$
8. จงแปลง $(87)_{10}$ เป็นเลขฐานสิบหก
- ก. 57_{16}
 - ข. 62_{16}
 - ค. 11_{16}
 - ง. 99_{16}
9. จงบวกเลขฐานสองต่อไปนี้ $(1101.11)_2 + (1011.10)_2$
- ก. $(11011.01)_2$
 - ข. $(11001.01)_2$
 - ค. $(11111.01)_2$
 - ง. $(11101.11)_2$
10. จงหาค่า $(1100111)_2$ ให้อยู่ในรูป 1's Complement
- ก. $(1011000)_2$
 - ข. $(1111000)_2$
 - ค. $(0011000)_2$
 - ง. $(1111111)_2$
11. เลขฐานสอง $(1111011010)_2$ เปลี่ยนเป็นเลขฐานสิบหกมีค่าเท่าใด
- ก. $(3DA)_{16}$
 - ข. $(3AD)_{16}$
 - ค. $(3DB)_{16}$
 - ง. $(3AD)_{16}$
12. ข้อใดคือสัญลักษณ์สูงสุดของระบบเลขฐานสิบหก
- ก. A
 - ข. 0
 - ค. F
 - ง. E

13. เลขฐานสอง $(1010)_2 + (1011)_2$ มีค่าเท่าไร
ก. $(10001)_2$
ข. $(10011)_2$
ค. $(10101)_2$
ง. $(11111)_2$
14. จงบวกเลขฐานแปดต่อไปนี้ $(4336)_8 + (5435)_8$
ก. 11773_8
ข. 11679_8
ค. 12235_8
ง. 55566_8
15. เลขฐานแปดค่า $(70)_8$ เปลี่ยนเป็นเลขฐานสิบมีค่าเท่าใด
ก. $(56)_{10}$
ข. $(57)_{10}$
ค. $(58)_{10}$
ง. $(33)_{10}$
16. จงหาค่า 2s' Complement ของ 100101000
ก. 11010111
ข. 11001011
ค. 11011000
ง. 11111111
17. ระบบเลขฐานสอง ประกอบด้วย เลขอะไรบ้าง
ก. 0 และ 1
ข. 1 และ 2
ค. 0 และ 9
ง. 1 และ 6
18. B ในระบบเลขฐานสิบหก คือเลขใดในระบบฐานสิบ
ก. 10
ข. 11
ค. 12
ง. 15

19. จงแปลง $(6E)_{16}$ ให้เป็นเลขฐานสิบ
- ก. $(110)_{10}$
 - ข. $(111)_{10}$
 - ค. $(101)_{10}$
 - ง. $(011)_{10}$
20. จงแปลง $(110110)_2$ ให้เป็นเลขฐานสิบ
- ก. $(24)_{10}$
 - ข. $(34)_{10}$
 - ค. $(44)_{10}$
 - ง. $(20)_{10}$

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI ย่อมาจากคำว่า COMPUTER-ASSISTED หรือ AIDED INSTRUCTION หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ วิดีทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุดโดยมีเป้าหมายที่สำคัญก็คือ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และกระตุ้นให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวอย่างที่ดีของสื่อการศึกษาในลักษณะตัวต่อตัว ซึ่งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หรือการโต้ตอบพร้อมทั้งการได้รับผลป้อนกลับ (FEEDBACK) นอกจากนี้ยังเป็นสื่อ ที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถที่จะประเมิน และตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา

2.2 คุณลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

คุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 4 ประการ ได้แก่

2.2.1 สารสนเทศ (Information) หมายถึง เนื้อหาสาระที่ได้รับการเรียบเรียง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ การนำเสนออาจเป็นไปในลักษณะทางตรง หรือทางอ้อมก็ได้ ทางตรงได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทตัวต่อตัว เช่นการอ่าน จำ ทำความเข้าใจ ผูกฝน ตัวอย่าง การนำเสนอในทางอ้อมได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมและการจำลอง

2.3.2 ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล คือลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อประเภทหนึ่งจึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลให้มากที่สุด

2.3.3 การโต้ตอบ (Interaction) คือการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเรียน การสอนรูปแบบที่ดีที่สุดคือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด

2.3.4 การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการ เสริมแรงอย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหมายรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการ ทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

2.3 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

2.3.1 ช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน สามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะ และเพิ่มเติมความรู้ เพื่อปรับปรุงการเรียนของตน

2.3.2 ผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลา และสถานที่ที่สะดวก

2.3.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้น สนุกสนานไปกับการเรียน

2.4 ข้อพึงระวังของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4.1 ผู้สอนจะต้องมีความพร้อม ความชำนาญในการสอนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4.2 ผู้สอนควรมีการวางแผน และเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เรียนให้รอบคอบ ก่อนนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้อย่างเหมาะสม

2.4.3 การผลิตคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้มาตรฐานเป็นสิ่งสำคัญมาก หากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสม จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่ายและไม่ต้องการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ๆ

2.4.4 ผู้ที่สนใจสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรที่คำนึงเวลาในการผลิตว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้มาตรฐานนั้นต้องใช้เวลาเท่าไร
ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ (CAI)

2.5 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ (CAI)

2.5.1 ประเภทการสอน (Tutorial) เป็นแบบผู้ช่วยสอน คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่สอน โดยเสนอเนื้อหาให้ผู้เรียนได้ศึกษา ต่อจากนั้นจะมีการตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ หากตอบไม่ได้ก็จะได้รับคำแนะนำเนื้อหาใหม่ และให้ตอบคำถามใหม่จนกว่าจะเข้าใจ โปรแกรมจะเสนอบทเรียนใหม่และเน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ซึ่งคำตอบอาจตอบได้หลายวิธี เป็นประเภท CAI ที่นิยมใช้กันมากที่สุด

2.5.2 ประเภทฝึกหัดและปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นการให้ผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัดหลังจากที่ได้เรียนเนื้อหาใหม่ ๆ แล้ว หรือมีการฝึกซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดทักษะหรือเป็นการแก้ปัญหาแบบท่องจำ เช่นการฝึกท่องจำคำศัพท์ ฝึกบวก ลบ คูณ หาร เป็นต้น

2.5.3 ประเภทสถานการณ์จำลอง (Simulation) CAI แบบนี้ออกแบบเพื่อสอนเนื้อหาใหม่ และทบทวนหรือเสริมในสิ่งที่ได้เรียนหรือทดลองไปแล้ว โดยใช้สถานการณ์จำลองเป็นการเลียนแบบหรือจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามความจริง หรือตามธรรมชาติ

2.5.4 ประเภทเกม (Game) เป็นการเรียนรู้จากการเล่น อาจจะเป็นประเภทให้แข่งขันเพื่อไปสู่ชัยชนะหรือเป็นประเภทเกมความร่วมมือ คือ เล่นเป็นทีมเพื่อฝึกการทำงานเป็นทีม อาจใช้เกมในการสอนคำศัพท์ เกมการคิดคำนวณ หรือเกมจับผิด เป็นต้น

2.5.5 ประเภทการทดลอง (Tests) เพื่อทดสอบผู้เรียนโดยตรงหลังจากที่ได้เรียนเนื้อหาหรือฝึกปฏิบัติได้แล้ว โดยผู้เรียนจะทำแบบทดสอบผ่านคอมพิวเตอร์ ซึ่งเมื่อคอมพิวเตอร์รับคำตอบแล้วก็จะบันทึกผล ประมวลผลตรวจให้คะแนน และเสนอผลให้ผู้เรียนทราบทันทีที่ทำข้อสอบเสร็จ

2.6 ข้อดีของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน

2.6.1 ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ในอัตราความเร็วของตนเอง เนื่องจากคอมพิวเตอร์ในฐานะเป็นสื่อการเรียนการสอนของการเรียนเป็นรายบุคคลที่ดีสามารถจัดกระบวนการเรียนการสอนตามความสามารถของแต่ละบุคคลที่จะเรียนตามอัตราความเร็วของแต่ละคน โดยที่ผู้เรียนไม่ต้องรอหรือเร่งการตอบสนอง (respond) และไม่ต้องรอข้อมูลย้อนกลับ (feed back) จากครูเพราะคอมพิวเตอร์สามารถให้ข้อมูลกลับ แก่ผู้เรียนทุกคนในเวลาเดียวกันโดยใช้ระบบการเจียดเวลา (Time Sharing)

2.6.2 ผู้เรียนจะเรียนที่ไหนเมื่อใดก็ได้ ด้วยความก้าวหน้าของระบบการสื่อสารทำให้ผู้เรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ติดต่อถ่ายทอดความรู้กับผู้อื่น หรือศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากโปรแกรมที่กำหนดไว้ได้ทุกเวลาที่ต้องการจะเรียนในทุก ๆ แห่ง

2.6.3 ผู้เรียนสามารถเรียนได้จากสื่อประสม (Multi media) จากระบบคอมพิวเตอร์ เนื่องจากระบบไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนในปัจจุบันได้รับการพัฒนาจนสามารถที่จะแสดงภาพลายเส้นที่เคลื่อนไหวและการเสนอบทเรียนเป็นภาษาไทย การต่อวงจรระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมสื่ออื่นให้เสนอบทเรียนในเวลาที่เหมาะสมกับการตอบสนองของผู้เรียน จะทำให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนดีขึ้นมาก

2.6.4 ผู้เรียนสามารถทราบผลการเรียนของตนเองในการปฏิบัติกิจกรรมรวดเร็วกว่าสื่ออื่น ๆ เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีลักษณะเด่น คือการเก็บข้อมูลย้อนคำตอบของกิจกรรมไว้ในหน่วยความจำหรือแผ่นดิสก์ได้ครั้งละมาก ๆ เมื่อผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละกิจกรรมแล้วระบบคอมพิวเตอร์สามารถบอกคำตอบหรือผลเฉลี่ยของกิจกรรมที่ถูกต้องได้ทันที

2.7 ข้อจำกัดของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน

2.7.1 ขาดบทเรียนสำเร็จรูปที่ใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน ถึงแม้ว่าจะมีการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ในต่างประเทศเกี่ยวกับการสอนวิชาต่าง ๆ แต่วิชาเหล่านี้ไม่ได้จัดกระบวนการเรียนการสอนตามหลักสูตรของประเทศไทย ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรงจำเป็นต้องมีการนำมาพัฒนาหรือปรับปรุงให้เหมาะสมกับหลักสูตรของประเทศไทย และเป็นภาษาไทยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.7.2 ขาดบุคลากรที่มีความรู้ทางด้าน การออกแบบระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระบบการเรียนการสอน แต่ละท้องถิ่นของประเทศไทย ซึ่งมีความแตกต่างกันทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ผู้มีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์อย่างดีขาดความรู้ด้านการจัดระบบการศึกษา และฝึกอบรมบุคลากรในสาขาวิชาอื่น ๆ และผู้ที่มีความรู้ในด้านการจัดระบบการศึกษา

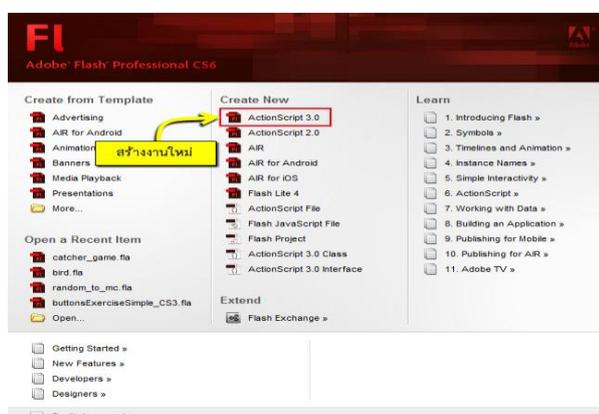
เครื่องมือที่ใช้

3.1 เครื่องมือที่ใช้

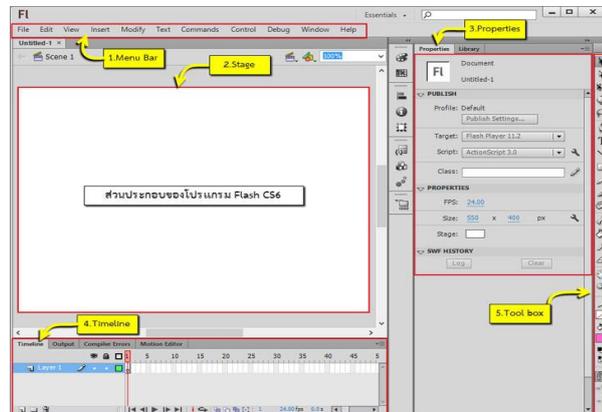
3.3.1. Adobe Flash Professional CS6

โปรแกรม Flash เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการสร้างสื่อมัลติมีเดีย ภาพเคลื่อนไหว (Animation), ภาพกราฟิกที่มีความคมชัด เนื่องจากเป็นกราฟิกแบบเว็บเตอร์ (Vector), สามารถเล่นเสียงและวิดีโอ แบบสตรีมโอได้, สามารถสร้างงานให้โต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive Multimedia) มีฟังก์ชันสำหรับการเขียนโปรแกรม (Action Script) และยังทำงานในลักษณะ CGI โดยเชื่อมต่อการเขียนโปรแกรมภาษาอื่นๆ ได้มากมาย เช่น ภาษา PHP, JSP, ASP, ASP.NET, C/C++, C#, C#.NET, VB, VB.NET, JAVA และอื่นๆ โดยเฉพาะข้อดีของโปรแกรม Flash คือ ความสามารถในการบีบอัดไฟล์ให้มีขนาดเล็ก มีผลทำให้แสดงผลได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังแปลงไฟล์ไปอยู่ในฟอร์แมตอื่น ได้หลากหลาย เช่น avi, mov, gif, wav, emf, eps, ai, dxf, bmp, jpg, gif, png เป็นต้น

โปรแกรม Flash เริ่มมีชื่อเสียงประมาณปี พ.ศ. 2539 จนถึง ปัจจุบันได้ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะเทคโนโลยีเว็บ ทำให้การนำเสนอทำได้ที่น่าสนใจ นอกจากนี้โปรแกรม Flash ยังสามารถสร้างแอปพลิเคชัน (Application) เพื่อใช้ทำงานต่างๆ รองรับการใช้งานกับอุปกรณ์ที่ เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และทำงานได้กับหลายๆ แพลตฟอร์ม (Platform)

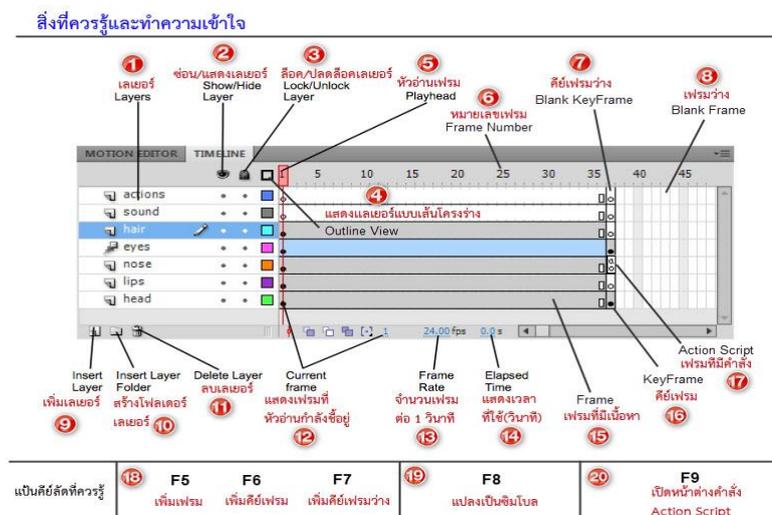


ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนการเปิดโปรแกรม Adobe Flash Professional CS6
(ที่มา : อภิวัฒน์ วงศ์กัณหา, 2555)



ภาพที่ 2.6 ส่วนประกอบของโปรแกรม Adobe Flash Professional CS6
(ที่มา : อภิวัฒน์ วงศ์กัณหา, 2555)

1. Menu Bar (เมนูบาร์) เป็นส่วนสำหรับแสดงรายการคำสั่งต่าง ๆ ของโปรแกรม
2. Stage (สแตจ) เป็นส่วนที่เรากำหนดขอบเขตขนาดของการทำงาน เป็นพื้นที่ส่วนที่ใช้ในการวางวัตถุต่าง ๆ หรืออาจจะเรียกว่า "เวที" เมื่อมีการนำเสนอผลงานจะแสดงเฉพาะวัตถุบน Stage นี้เท่านั้น
3. Properties (พร็อพเพอร์ตี้) เป็นส่วนกำหนดคุณสมบัติให้กับวัตถุต่าง ๆ ที่เราใช้งานทั้งการกำหนดค่าต่าง ๆ หรือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแก้ไขวัตถุไหนก็นำเมาส์ไปคลิกที่วัตถุนั้นก่อน
4. Timeline (ไทม์ไลน์) มีไว้สำหรับควบคุมการทำงานและกำหนดการนำเสนอผลงานตลอดจนการเคลื่อนไหวต่าง ๆ
5. Toolbox (ทูลบ็อกซ์) เป็นกลุ่มของเครื่องมือในการสร้างงานและจัดการวัตถุต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยปุ่มเครื่องมือย่อยต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างงาน



ภาพที่ 2.7 ส่วนประกอบของโปรแกรม Adobe Flash Professional CS6
 (ที่มา : อภิวัฒน์ วงศ์กัณหา, 2555)

อะโดบี แฟลช (อังกฤษ: Adobe Flash) (ในชื่อเดิม ซ็อกเวฟแฟลช - Shockwave Flash และ แมโครมีเดียแฟลช - Macromedia Flash) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนสื่อมัลติมีเดียที่เอาไว้ใช้สร้างเนื้อหาเกี่ยวกับ Flash ซึ่งตัว Flash Player พัฒนาและเผยแพร่โดย อะโดบีซิสเต็มส์ (เริ่มต้นพัฒนาโดยบริษัท ฟิวเจอร์แวร์ ต่อหลังเปลี่ยนเป็น แมโครมีเดีย ซึ่งภายหลังถูกควรวมกิจการเข้ากับ อะโดบี) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำให้ เว็บเบราว์เซอร์ สามารถแสดงตัวมันได้ ซึ่งมันมีความสามารถในการรองรับ ภาพแบบเวกเตอร์ และ ภาพแบบแรสเตอร์ และมีภาษาสคริปต์ที่เอาไว้ใช้เขียนโดยเฉพาะ เรียกว่า แอ็กชันสคริปต์ (ActionScript) และยังสามารถเล่นเสียงและวิดีโอ แบบสตรีมได้แต่ในความหมายจริงๆ แล้ว แฟลช คือโปรแกรมแบบ integrated development environment (IDE) และ Flash Player คือ virtual machine ที่ใช้ในการทำงานงานของไฟล์ แฟลชซึ่งในภาษาพูดเราจะเรียกทั้งสองคำนี้ในความหมายเดียวกัน "แฟลช" ยังสามารถความความถึงโปรแกรมเครื่องมือต่างๆตัวแสดงไฟล์หรือไฟล์โปรแกรม

แฟลชเริ่มมีชื่อเสียงประมาณปี ค.ศ. 1996 หลังจากนั้น เทคโนโลยีแฟลชได้กลายมาเป็นที่นิยมในการเสนอ แอนิเมชัน และ อินเตอร์แอคทีฟ ในเว็บเพจ และในโปรแกรมหลายๆ โปรแกรมระบบ และ เครื่องมือต่างๆ ที่มีความสามารถในการแสดงแฟลชได้ และแฟลชยังเป็นที่ยอมรับในการใช้สร้างแอนิเมชันโฆษณาออกแบบส่วนต่างๆ ของเว็บเพจไฮวีดีโอบนเว็บ และอื่นๆ อีกมากมาย ไฟล์ Flashในบางครั้งอาจเรียกว่า "flash movies" โดยทั่วไปกับไฟล์ที่มีนามสกุล .swf และ .flv แฟลชเป็นโปรแกรมที่มีชื่อเสียงมากของทางบริษัทแมโครมีเดีย ซึ่งต่อมาได้ถูกซื้อโดยอะโดบี

รูปแบบไฟล์และนามสกุลไฟล์ที่เกี่ยวข้อง

ไฟล์นามสกุล.swf เป็นไฟล์ที่สมบูรณ์, ถูก compiled และ published ไฟล์แล้ว ซึ่งไม่สามารถแก้ไขด้วย Macromedia Flash ได้อีกต่อไป แต่อย่างไรก็ตาม, ยังมีโปรแกรม 'swf decompilers' อยู่ด้วย

ไฟล์นามสกุล fla เป็นไฟล์ต้นฉบับของโปรแกรม Flash. โปรแกรมที่ใช้เขียน Flash สามารถแก้ไขไฟล์ FLA และ compile มันให้เป็นไฟล์ .swf ได้. อย่างไรก็ตาม รูปแบบไฟล์ FLA ยังคงไม่กำหนดเป็นแบบ “เปิด”

ไฟล์นามสกุล.flv เป็นไฟล์วิดีโอ Flash, ซึ่งสร้างโดย Macromedia Flash, Sorenson Squeeze, หรือ On2 Flix

ไฟล์นามสกุล.AVI เป็นไฟล์วิดีโอ, เป็นคำย่อของ Audio Video Interleave. ซึ่ง Flash สามารถสร้างไฟล์ในรูปแบบนี้ได้

ไฟล์นามสกุล.spa คือไฟล์เอกสารของ FutureSplash

ไฟล์นามสกุล.xml คือไฟล์ configuration ของ flash ซึ่งใช้เก็บข้อมูลที่ไม่ต้องการคอมไพล์ใหม่ เช่น link เป็นต้น

ไฟล์ Flash สามารถใช้ได้

ไฟล์นามสกุล.AVI เป็นไฟล์วิดีโอ, เป็นคำย่อของ Audio Video Interleave.

ไฟล์นามสกุล.gif ภาพเคลื่อนไหว GIF

ไฟล์นามสกุล.png คือไฟล์ PNG ซึ่งสามารถมาแก้ไขได้ภายหลัง

ไฟล์นามสกุล.ssk คือไฟล์ SmartSketch

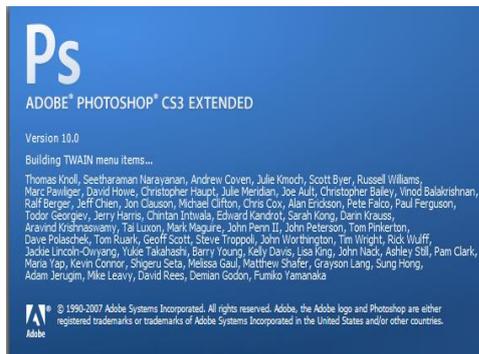
ไฟล์นามสกุล.piv คือไฟล์คอมพิวเตอร์แอนิเมชัน Pivot StickFigure

3.2 Adobe Photoshop CS3

ทำความเข้าใจกับโปรแกรม Photoshop CS3 โปรแกรม Photoshop เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างหรือตกแต่งภาพกราฟิกซึ่งตัวโปรแกรม สามารถจัดการได้ทั้งภาพ Bitmap และ ภาพ Vector

ภาพ Bitmap หรือ ภาพ Raster เป็นภาพที่ประกอบขึ้นมาจากจุดสีเล็ก ๆ ที่เรียกว่า Pixel มาเรียง ต่อกันจนกลายเป็นภาพ เมื่อมองดูโดยรวม เราจะเห็นเป็นภาพเสมือนจริง แต่เมื่อมีการปรับขนาด ของภาพจะทำให้ความคมชัดของภาพลดลง ไฟล์ภาพประเภทนี้ ได้แก่ .gif .jpg และ .bmp เป็นต้น

ภาพ Vector เป็นภาพที่เกิดขึ้นจากการคำนวณของโปรแกรมทำให้เกิดเส้นและรูปทรงต่าง ๆ เมื่อมีการปรับขนาดของภาพ ความคมชัดของภาพจะยังคงไม่เสียไป ไฟล์ภาพประเภทนี้ ได้แก่ .ai และ .swf เป็นต้น

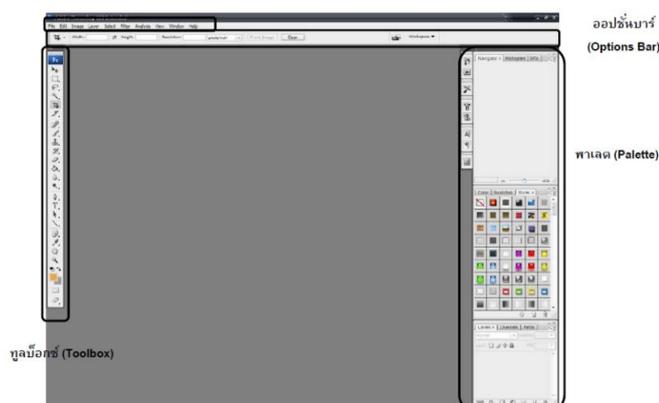


ภาพที่ 2.8 หน้าจอแนะนำ Adobe Photoshop CS3



ภาพที่ 2.9 ภาพการแสดงตัวอย่างกราฟิกไฟล์ทั้งสองประเภท
(ที่มา : วงศ์ประชา จันทรสมวงศ์, 2550 : 2)

Resolution of graphic / ความละเอียดของ กราฟิก Resolution คือ การวัดของไฟล์ที่ออกมาว่ามีคุณภาพ หรือความละเอียดเท่าไร โดยใช้การวัดจากหน่วย pixel หรือ dot - Pixel คือจุดที่เล็กยิ่งๆ ที่อยู่ในภาพ หรือ ประกอบเป็นภาพที่คุณเห็นในจอคอมพิวเตอร์หรือทีวี - DPI (dot per inch) คือ หน่วยแสดงความละเอียด หรือ คุณภาพของงานพิมพ์ หรือหมายถึง จำนวนจุดต่อ 1 ตารางนิ้วบนภาพประเภท raster ไฟล์ที่เหมาะสมกับงานพิมพ์จะเป็น 300 dpi แต่การทำงานอื่นๆ เช่น web, presentation ที่อาศัยแค่ การแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ไฟล์ที่เหมาะสมจะเป็น 72 หรือ 96 dpi



ภาพที่ 2.10 ส่วนประกอบหน้าจอโปรแกรม
(ที่มา : วงศ์ประชา จันทร์สมวงศ์, 2550 : 6)

เมนูหลัก (Menu Bar) จะประกอบด้วยกลุ่มคำสั่งต่างๆ ที่ใช้จัดการกับไฟล์, ทำงานกับรูปภาพ และใช้ปรับแต่งการทำงานของโปรแกรมโดยแบ่งตามลักษณะการใช้งานซึ่งในบางเมนูหลักจะมีเมนูย่อยซ่อนอยู่ซึ่งเราต้องเปิดเขาไปเพื่อเลือกคำสั่งภายในอีกที

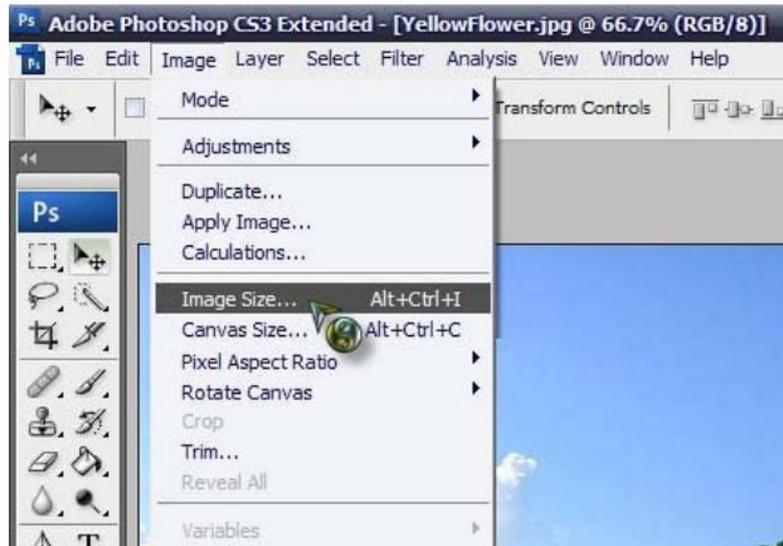
แถบเครื่องมือ (Toolbox) จะประกอบด้วยเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการวาดตกแต่งและแก้ไขภาพ เครื่องมือเหล่านี้มีจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีการรวบรวมเครื่องมือที่ทำหน้าที่คล้ายกันไว้ในปุ่มเดียวกัน

แถบตัวเลือก (Option Bar) เป็นส่วนที่ใช้ปรับแต่งการทำงานของเครื่องมือต่างๆโดยรายละเอียด ใน Option Bar จะเปลี่ยนไปตามเครื่องมือที่คุณเลือกใช้

แถบพาเนล (Panel) เป็นวินโดวย่อยๆ ที่ใช้เลือกรายละเอียด หรือคำสั่งควบคุมการทำงานต่างๆ ของโปรแกรม ใน Photoshop มีพาเนลอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น Color ใช้สำหรับเลือกสี Layers ใช้สำหรับจัดการกับเลเยอร์, Info ใช้แสดงค่าสีตรงตำแหน่งที่เมาส์ชี้ รวมถึงขนาดตำแหน่งของพื้นที่ที่เลือกไว้

สิ่งที่ควรรูกรองในงาน Photoshop CS3

1. **ความละเอียดของภาพ (Resolution)** ค่าความละเอียดของภาพ มีหน่วยเป็น Pixels ต่อตารางนิ้ว ซึ่งหากค่าความละเอียดมาก จำนวนพิกเซลก็จะ มากตามไปด้วยและทำให้ภาพมีคุณภาพมากขึ้น สามารถตรวจสอบได้ โดยคลิกที่เมนู Image -> Image Size



ภาพที่ 2.11 แสดงถึงความละเอียดของภาพ
(ที่มา : วงศ์ประชา จันทรสมวงศ์, 2550 : 7)

2. เลเยอร์ (Layers) การตกแต่งภาพตั้งแต่สองภาพขึ้นไปบนหน้าผลงานเดียวกันใน Photoshop จะอาศัยการซ้อนภาพเป็นชั้นๆ เรียกว่าเลเยอร์



ภาพที่ 2.12 เลเยอร์
(ที่มา : วงศ์ประชา จันทรสมวงศ์, 2550 : 7)

3. โหมดสีที่สำคัญ (ไปที่เมนู Image < Mode) โหมดสีมีหลายชนิดและมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันควรเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งานแต่ละประเภท แต่ถ้าวางกล่าวถึงโหมดที่นิยม และมีผู้ใช้กว้างขวางที่สุดก็จะมีอยู่ ดังนี้

3.1 Grayscale เป็นโหมดสีขาว/ดำ ที่ให้เฉดสี 256 สี มีการไลโทนน้ำหนักแสงเงาเหมาะสมกับงาน ออกแบบสีเดียว สามารถนำไปเปลี่ยนเป็นสีอื่นแทนสีดำได้เมื่อเขาสูระบบการพิมพ์ ไฟลภาพมีขนาดเล็กกว่า ไฟลขาว/ดำชนิดอื่นๆ



ภาพที่ 2.13 แสดงถึงภาพที่เป็น Grayscale เป็นโหมดสีขาว/ดำ
(ที่มา : วงศ์ประชา จันทร์สมวงศ์, 2550 : 8)

3.2 Duotone เป็นภาพที่มีสีมากกว่าแบบขาว/ดำ สามารถใช้สีได้สองโทนสีมาผสมกัน เหมาะกับงานที่ ต้องการสีสั้น แต่ใช้ต้นทุนการพิมพ์ไม่มาก



ภาพที่ 2.14 แสดงถึงภาพที่เป็น Duotone เป็นภาพที่มีสีมากกว่าแบบขาว/ดำ
(ที่มา : วงศ์ประชา จันทร์สมวงศ์, 2550 : 8)

3.3 RGB Color เป็นโหมดสีที่นิยมใช้กันมาก สามารถพบได้จากภาพถ่ายดิจิทัล งานออกแบบที่ แสดงผลทางจอมอนิเตอร์ สีกลุ่มนี้เกิดจากการผสมของแม่สีแสง ได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และ สีน้ำเงิน (Blue)



ภาพที่ 2.15 แสดงถึงภาพที่เป็น 3 RGB Color เป็นโหมดสีที่นิยมใช้กันมาก
(ที่มา : วงศ์ประชา จันทรสมวงศ์, 2550 : 9)

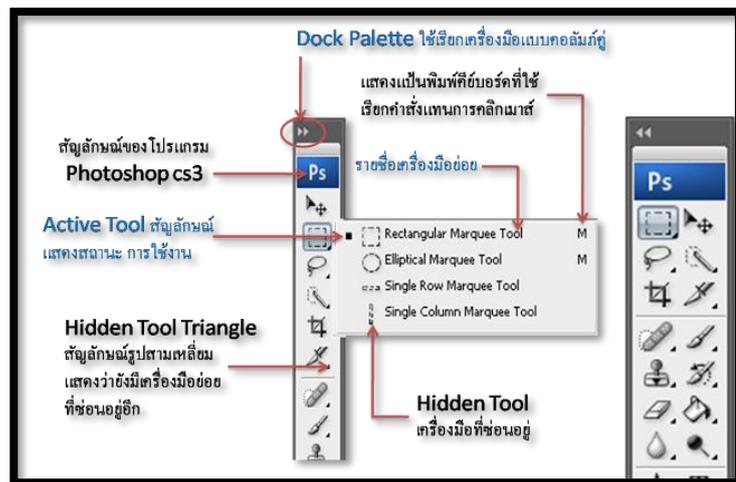
3.4 CMYK Color เป็นโหมดสีที่ใช้ในระบบงานพิมพ์ ประกอบด้วยสีสี่สี คือ สีฟ้า (Cyan) สีชมพูบานเย็น หรือชมพูม่วง (Magenta) สีเหลือง (Yellow) และสีดำ (Black) ในระบบงานพิมพ์มักจะเรียกว่า พิมพ์สี่สี ซึ่งก็คือการใช้แม่สีสี่สีนี้มาซ้อนกันจนเกิดเป็นสีใหม่มากมายที่ทำให้ได้ภาพสีที่สมจริงขึ้นมา



ภาพที่ 2.16 แสดงถึงภาพที่เป็น CMYK Color เป็นโหมดสีที่ใช้ในระบบงานพิมพ์
(ที่มา : วงศ์ประชา จันทรสมวงศ์, 2550 : 9)

กล่องเครื่องมือ (Tools Palette)

กล่องเครื่องมือหรือ Tools Palette มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทรงยาวภายในบรรจุเครื่องมือสำหรับสร้างงานกราฟิก แก้ไข และปรับแต่งภาพต่าง ๆ ซึ่งส่วนประกอบของ Tools Palette มีดังนี้



ภาพที่ 2.17 แสดงถึงภาพเครื่องมือของโปรแกรม
(ที่มา : วงศ์ประชา จันทร์สมวงศ์, 2550 : 10)

เครื่องมือใน Photoshop CS3 ถูกแบ่งหน้าที่การใช้งานไว้เป็นกลุ่มๆ ดังนี้

- Selection tools กลุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการเลือกพื้นที่ก่อนใช้งาน
- Crop and Slice tools กลุ่มเครื่องมือที่ใช้สำหรับตัดพื้นที่บนรูปภาพ
- Retouching tools กลุ่มเครื่องมือที่ใช้แก้ไขจุดบกพร่องที่อยู่บนรูปภาพ
- Painting tools กลุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการใส่สีรูปแบบต่าง ๆ บนรูปภาพ
- Drawing and type tools กลุ่มเครื่องมือที่ใช้วาดภาพ / สร้างข้อความ
- Annotation, measuring and navigation tools กลุ่มเครื่องมือที่ใช้อำนวยความสะดวกในการทำงาน เช่น แสดงหน่วยวัด ทิศทาง เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดวงฤดี ถิ่นวิไล (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คนจากการสุ่มตัวอย่างแบบระดับชั้นโดยสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการจับฉลากจากประชากรที่เป็นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทพวิทยานำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องตัวประกอบจำนวนนับ จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน ฉบับก่อนเรียนมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.24-0.71 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21-0.58 ฉบับหลังเรียนมีความยากง่ายระหว่าง 0.21-0.71 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21-0.63 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 ทั้งสองฉบับ ผลวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ตัวประกอบจำนวนนับ มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 82.71/78.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบจำนวนนับ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

สุทธิสันต์ ลำพงษ์เหนือ (2547) ได้ศึกษาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเต็มสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโป่งแดง อำเภอบางจังหวัดเชียงรายการวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม แล้วศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจของนักเรียน และความคงทนของการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 1.แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3.แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนเต็ม 4.แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 5.แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนเรียนและสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากนั้นทดสอบหลังเรียนแล้วสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนข้อมูลที่รวบรวมได้ จากแบบทดสอบนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด คือความสนใจในการใช้บทเรียน ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และใช้คำถามที่กะทัดรัดชัดเจนในแบบทดสอบ นอกจากนี้มีความเหมาะสมในระดับมาก

จรีพรรณ ศรีม้า (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อศึกษาจำนวนนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางลายพิทยาคม อำเภอบึงนาราง จังหวัดพิจิตร จำนวน 34 คน ผลวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 81.65/80.39 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี ประสิทธิภาพ เท่ากับ 0.68 ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิผลมากกว่า 0.5 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนจำนวนตั้งแต่ร้อยละ 88.24 ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิมพ์ชนก เทียมทิพร (2550) ได้วิจัยการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้ขั้นแล้ว ได้มีการนำมาทดสอบโดยเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจำนวน 20 คน จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ให้ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น โดยมีการทำแบบทดสอบก่อนบทเรียนและแบบทดสอบหลังบทเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาทำการวิเคราะห์ตามหลักสถิติ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเมื่อนำคะแนนการทดสอบมาวิเคราะห์โดยการทดสอบค่าที (T-Test) ทางการศึกษาของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน เพิ่มขึ้น และได้มีการสร้างแบบประเมินให้กับผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้บทเรียนมีความคิดเห็นต่อบทเรียนในระดับดี แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรถิทัศน์และตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข ได้มีการออกแบบและการวางแผนระบบการดำเนินงานโดยแบ่งหัวข้อได้ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล
3. สถิติที่ใช้ในการค้นคว้า
4. การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบตัวเลขวิชาติจิตอล1
5. แบบประเมินความพึงพอใจ

กลุ่มตัวอย่าง

การทดสอบกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อและความพึงพอใจในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรถิทัศน์และตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข จากกลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 20 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยการหาค่าประสิทธิภาพและความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์จำนวน 20 คน โดยมีวิธีการทดสอบ ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ให้ผู้เรียนศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรถิทัศน์และตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข
3. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนทันที

สถิติที่ใช้ในการค้นคว้า

การวิเคราะห์ข้อมูล คณะผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนหลังจากทำแบบทดสอบก่อนเรียนแล้ว กลุ่มตัวอย่างจะทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรถิทัศน์และตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข เมื่อทำการทดลองเรียนเสร็จผู้จัดทำให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และประเมินความพึงพอใจโดยใช้สถิติดังต่อไปนี้

1.1 ค่าเฉลี่ยร้อยละ (Percentage)

$$P = \frac{F * 100}{N}$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

เมื่อ F แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

เมื่อ N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 การหาค่าเฉลี่ย (Mean)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทุกค่า

n แทน จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

1.3 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข ก่อนและหลังเรียนโดยใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}}$$

เมื่อ S.D. คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Σ คือผลบวกหรือผลรวม

\bar{x} คือคะแนนของนักเรียนแต่ละคน

x คือคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนภายในกลุ่ม

n คือจำนวนนักเรียนทั้งหมดภายในกลุ่ม

(ที่มา: สัจด์ อุทรานันท์. 2535 : หน้า 3)

การวัดความพึงพอใจของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการหาค่าของความพึงพอใจ คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการใช้แบบประเมินแบบสอบถาม เพื่อให้ทราบถึงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความพึงพอใจมากน้อยเพียงใดกับผู้เรียนโดยใช้แบบประเมินในการวัดดังนี้

แบบประเมินนี้ใช้สำหรับเกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์ความพึงพอใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรถอดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข จะแบ่งระดับความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับดังนี้

- 5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
- 4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก
- 3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง
- 2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย
- 1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ในการจัดทำวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้แปลความหมายผลของการจัดทำวิจัย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรถอดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข โดยพิจารณา ค่าเฉลี่ยดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึงความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึงความเหมาะสมในระดับมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึงความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึงความเหมาะสมในระดับน้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึงความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

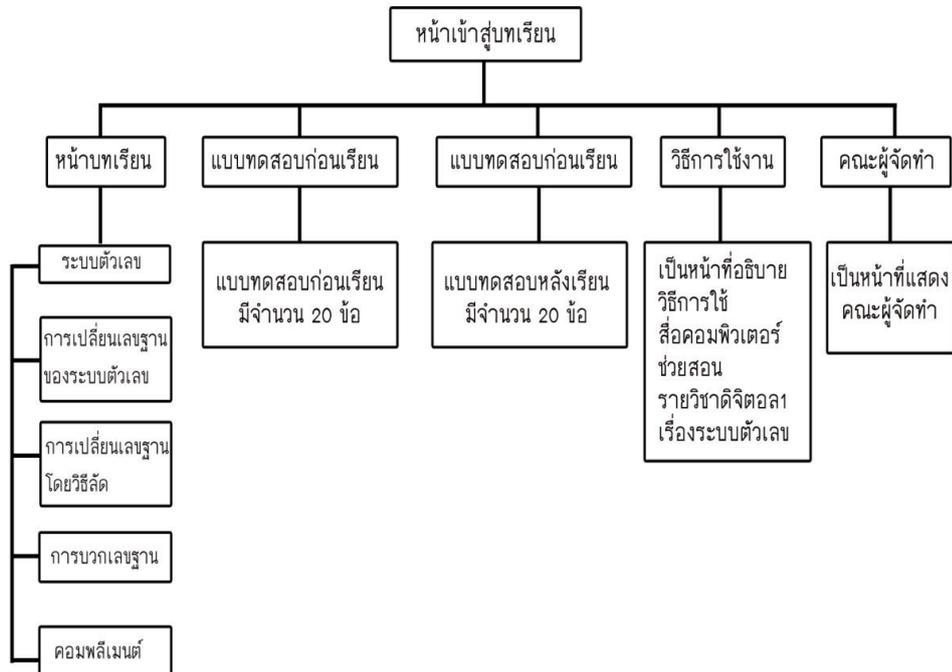
การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจแล้วทำการแปลความหมาย

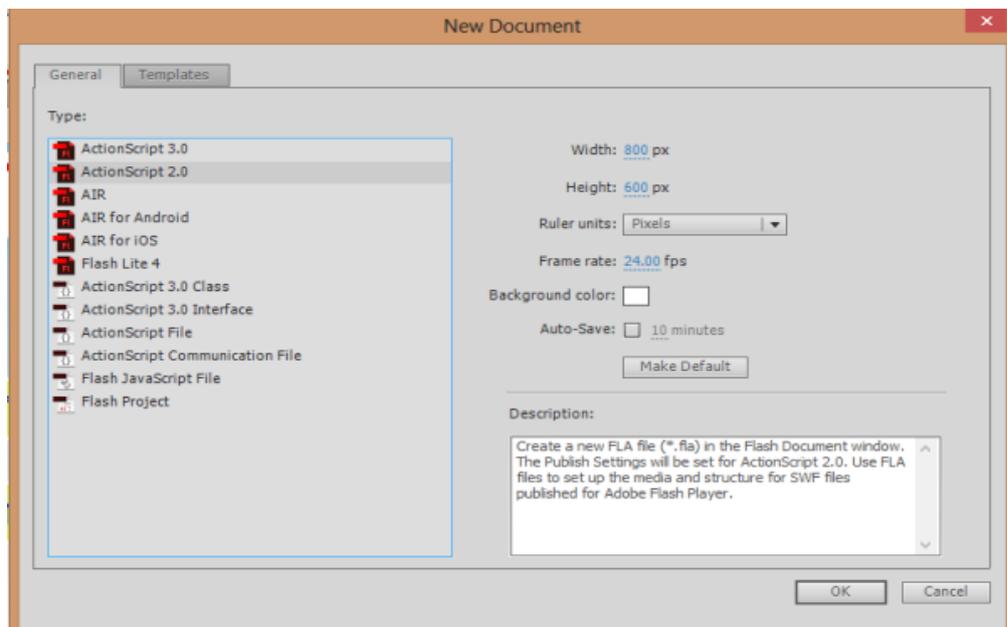
2.2 ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนน ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบตัวเลข

ศึกษาขั้นตอนของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบตัวเลข รายวิชาการออกแบบวงจรถอดิจิทัลและตรรกะ อธิบายขั้นตอนการดำเนินงานต่าง ๆ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนผังโครงสร้างแสดงลำดับขั้นตอนการเชื่อมโยงของสื่อบทเรียนออนไลน์



ภาพที่ 3.2 การเปิดใช้งาน Adobe Flash Professional CS6

การออกแบบและสร้างสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบตัวเลขการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบตัวเลขจะใช้โปรแกรม Adobe Flash Professional CS6 จะใช้ Symbol แบบ Botton ในการสร้างปุ่มเชื่อมต่อ โดยการตั้งค่าสัดส่วนกว้างและยาวของชิ้นงานได้ ดังนี้ 800 x 600 Pixel ใช้ Frame rate ที่ 24 พื้นหลังสีขาว ดังแสดงในภาพ

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาดิจิทัล1 เรื่องระบบตัวเลข

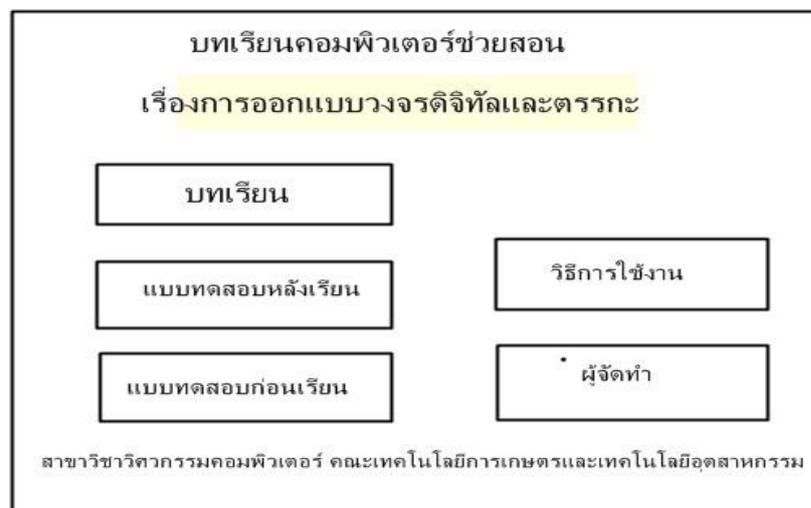
หน้าแรกเป็นหน้าที่เริ่มเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีปุ่มอยู่ 1 ปุ่มคือ ปุ่มเข้าสู่บทเรียน ดังแสดงในภาพ 3.3 และ 3.4



ภาพที่ 3.3 การออกแบบหน้าแรกของบทเรียน เรื่องระบบตัวเลข



ภาพที่ 3.4 หน้าแรกของบทเรียน เรื่องระบบตัวเลข



ภาพที่ 3.5 การออกแบบหน้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบตัวเลข

1. หน้าหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบตัวเลข มีปุ่มจำนวน 5 ปุ่ม คือปุ่มบทเรียน ปุ่มแบบทดสอบก่อนเรียน ปุ่มแบบทดสอบหลังเรียน ปุ่มวิธีการใช้งาน และปุ่มคณะผู้จัดทำ ดังแสดงในภาพที่ 3.5 และ 3.6

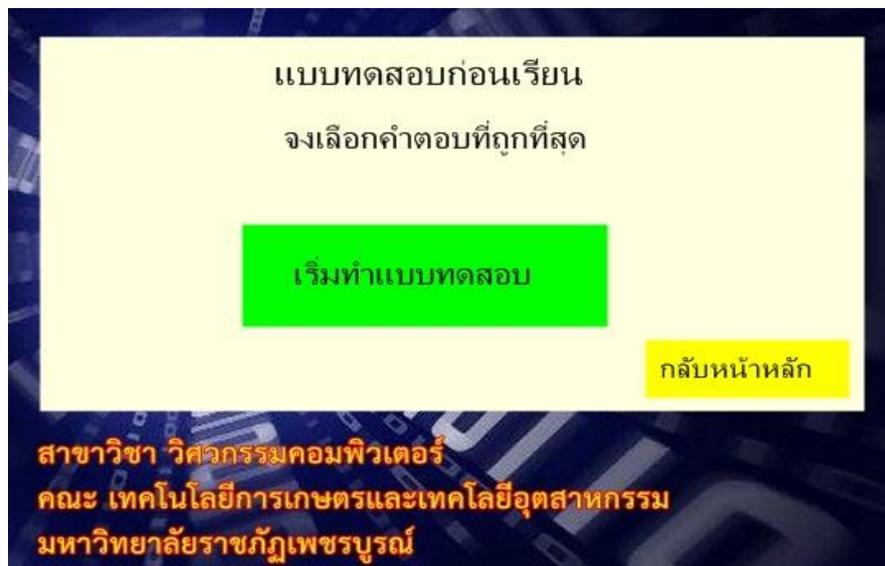


ภาพที่ 3.6 หน้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบตัวเลข

2. หน้าจอบททดสอบก่อนเรียน มีคำถามทั้งหมด 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ประกอบไปด้วย ปุ่มเริ่มทำแบบทดสอบ และปุ่มกลับหน้าหลัก ดังภาพที่แสดงในภาพ 3.7 และ 3.8



ภาพที่ 3.7 การออกแบบหน้าแบบทดสอบก่อนเรียน ของบทเรียน

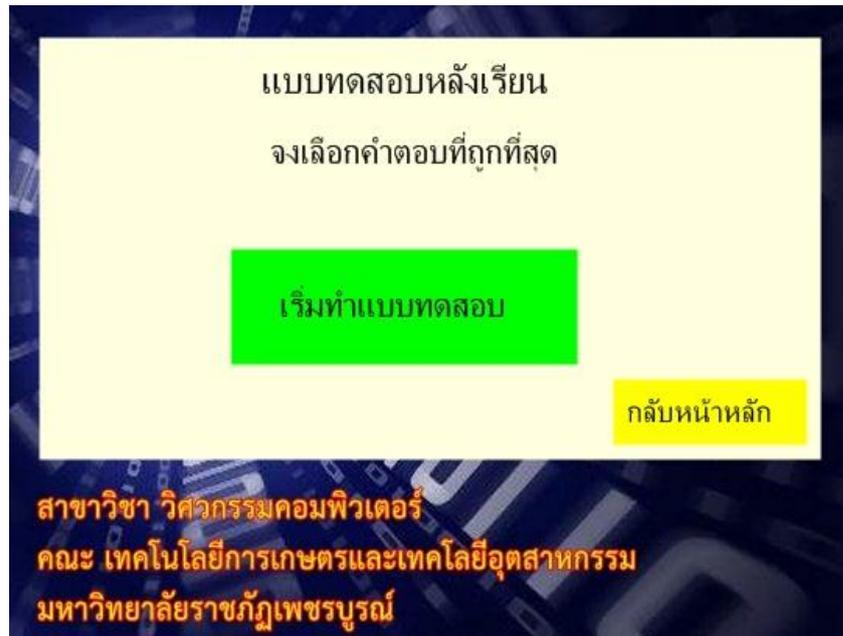


ภาพที่ 3.8 หน้าแบบทดสอบก่อนเรียน ของบทเรียน

3. หน้าจอแบบทดสอบหลังเรียน มีคำถามทั้งหมด 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ประกอบไปด้วยปุ่มเริ่มทำแบบทดสอบ และปุ่มกลับหน้าหลัก ดังภาพที่แสดงในภาพ 3.9 และ 3.10

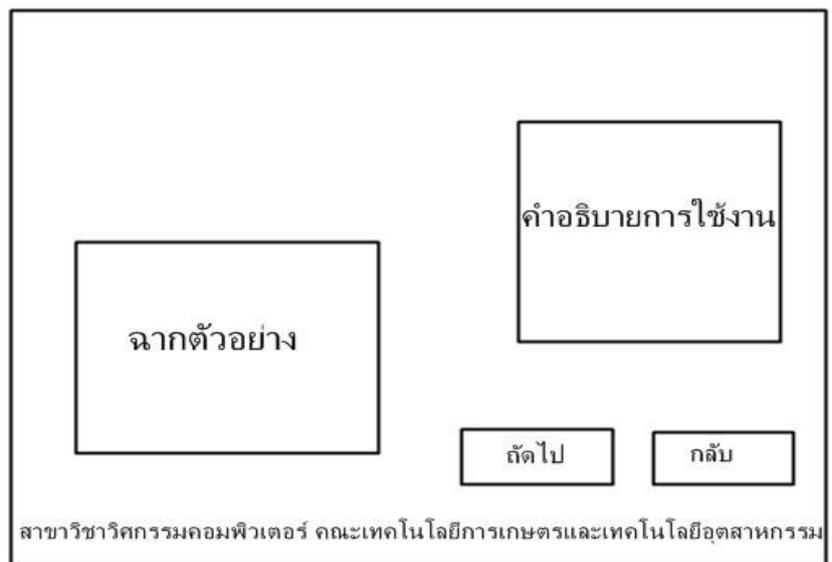


ภาพที่ 3.9 การออกแบบหน้าทดสอบหลังเรียน ของบทเรียน



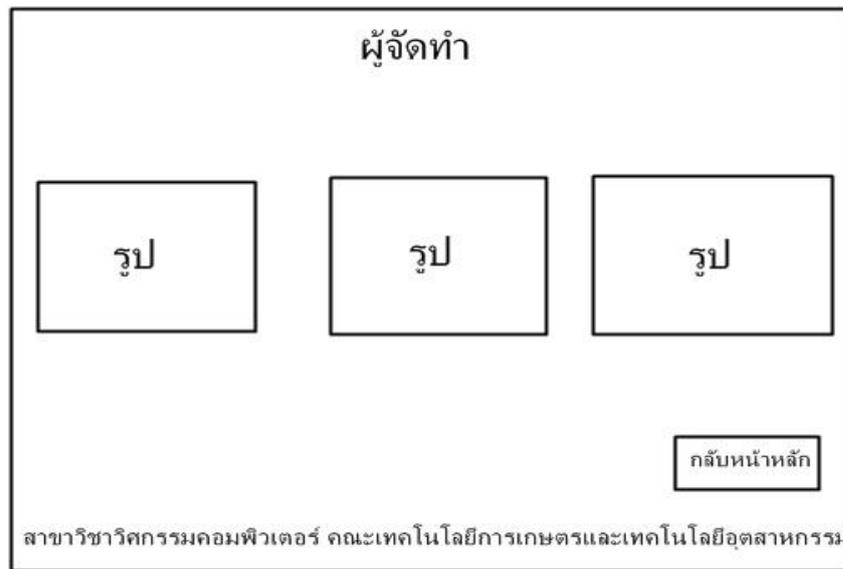
ภาพที่ 3.10 หน้าทดสอบหลังเรียนของบทเรียน

4. หน้าจอวิธีการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบตัวเลข อธิบายถึงการ
ใช้บทเรียน มีปุ่มกลับ และถัดไป ดังภาพที่แสดงในภาพ 3.11 และ 3.12



ภาพที่ 3.11 การออกแบบวิธีการใช้งาน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5. เป็นหน้าจอที่แสดงเกี่ยวกับคณะผู้จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีปุ่มเชื่อมโยงอยู่ 1
ปุ่ม คือปุ่มกลับหน้าหลัก ดังภาพที่แสดงในภาพ 3.13 และ 3.14

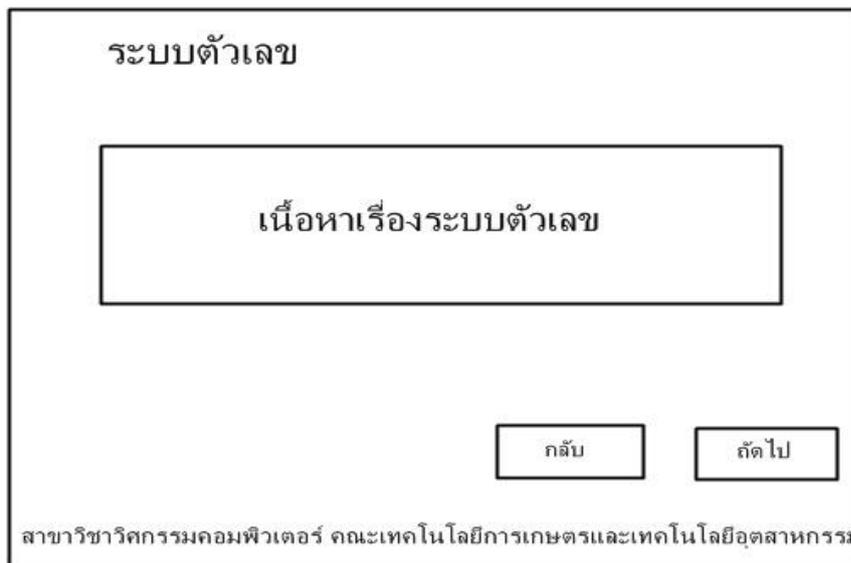


ภาพที่ 3.13 การออกแบบหน้าคณะผู้จัดทำ

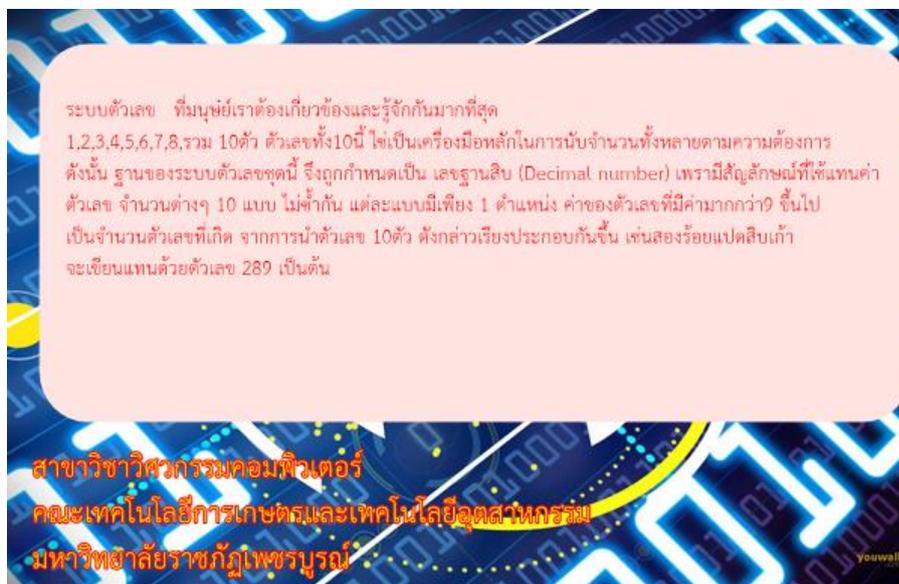


ภาพที่ 3.14 คณะผู้จัดทำ

6. หน้าจอย่อยของบทเรียนเรื่องระบบตัวเลข จะมีปุ่ม3ปุ่มที่สามารถเชื่อมโยงกันได้ นั่นคือ ปุ่มกลับ ปุ่มถัดไป โดยแสดงได้ดังภาพ 3.15 และ 3.16 ดังต่อไปนี้

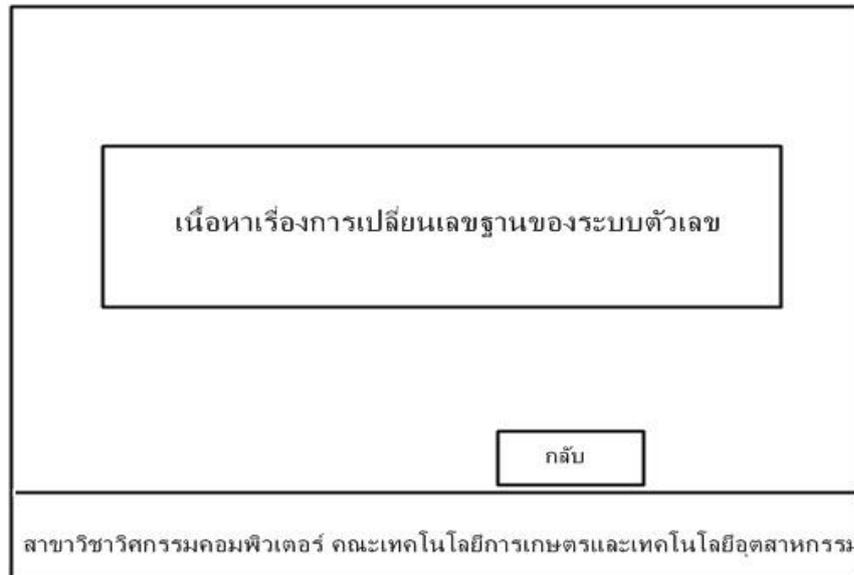


ภาพที่ 3.15 การออกแบบหน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องระบบตัวเลข

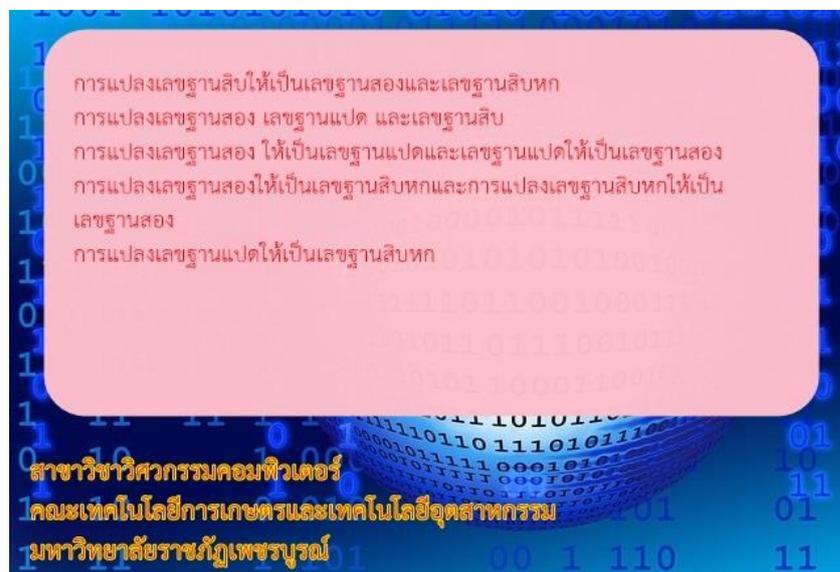


ภาพที่ 3.16 หน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องระบบตัวเลข

7. หน้าจอย่อยของบทเรียนเรื่องการเปลี่ยนเลขฐานของระบบตัวเลข จะมีปุ่ม 1 ปุ่มที่สามารถเชื่อมโยงกันได้ นั่นคือปุ่มกลับ โดยแบ่งได้ดังภาพ 3.17 และ 3.18 ดังต่อไปนี้

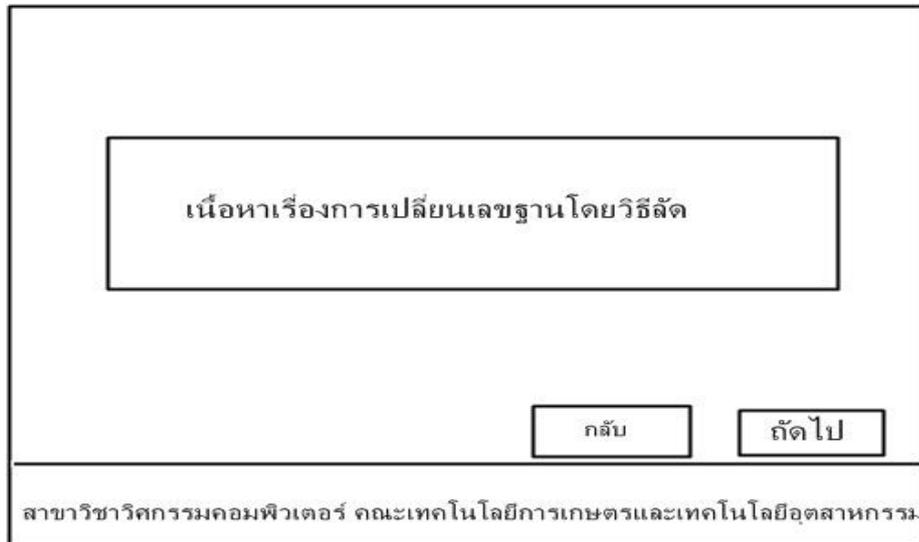


ภาพที่ 3.17 การออกแบบหน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องการเปลี่ยนเลขฐานของระบบตัวเลข



ภาพที่ 3.18 หน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องการเปลี่ยนเลขฐานของระบบตัวเลข

8. หน้าจอย่อยของบทเรียนเรื่องการแปลงเลขฐานโดยวิธีลัด จะมีปุ่ม2ปุ่มที่สามารถเชื่อมโยงกันได้ นั่นคือ ปุ่มกลับ ปุ่มถัดไป โดยแบ่งได้ดังภาพ 3.19 และ 3.20 ดังต่อไปนี้

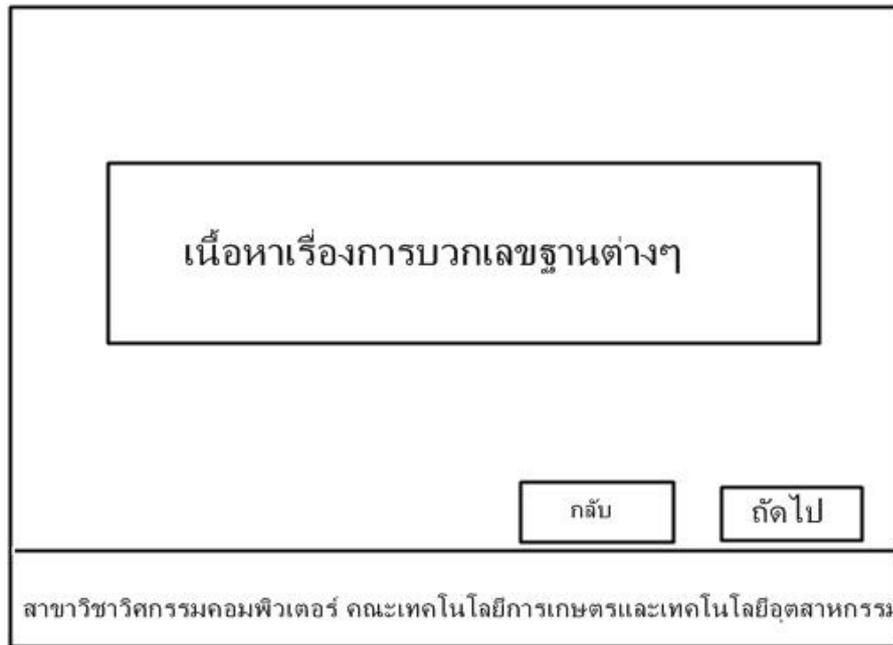


ภาพที่ 3.19 การออกแบบหน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องการแปลงเลขฐานโดยวิธีลัด



ภาพที่ 3.20 หน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องการแปลงเลขฐานโดยวิธีลัด

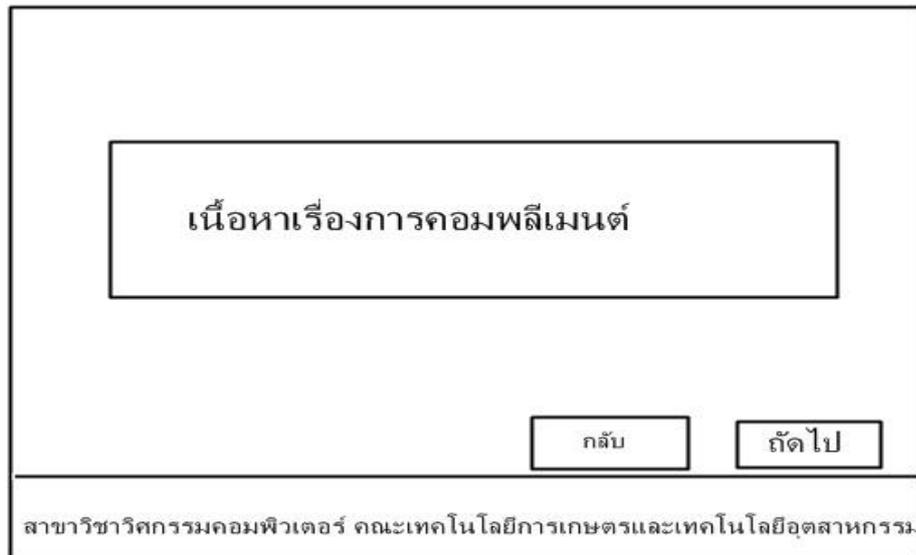
9. หน้าจอย่อยของบทเรียนเรื่องการบวกเลขฐานต่าง ๆ จะมีปุ่ม2ปุ่มที่สามารถเชื่อมโยงกันได้ นั่นคือ ปุ่มกลับ ปุ่มถัดไป โดยแบ่งได้ดังภาพ 3.21 และ 3.22 ดังต่อไปนี้



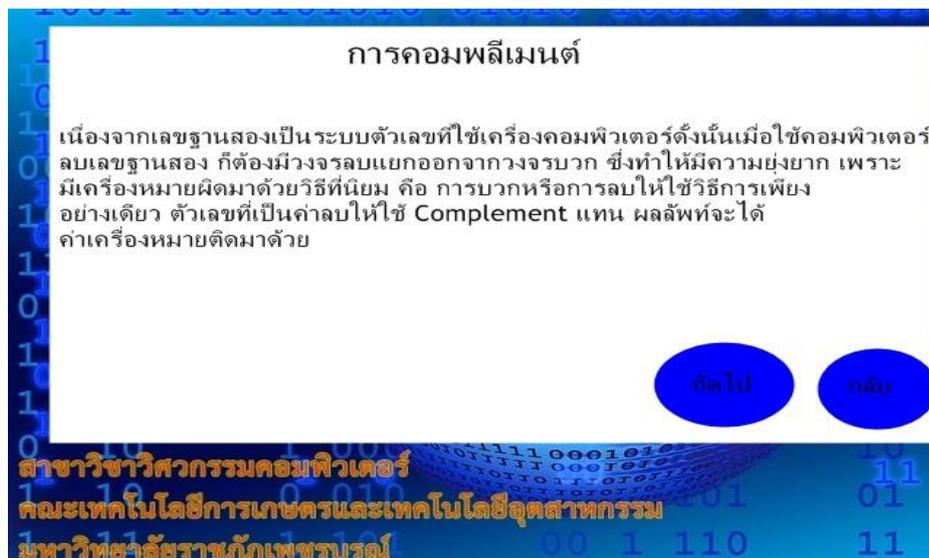
ภาพที่ 3.21 การออกแบบหน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องการบวกเลขฐานต่าง ๆ

ภาพที่ 3.22 หน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องการบวกเลขฐานต่าง ๆ

10. หน้าจอย่อยของบทเรียนเรื่องคอมพลิเมนต์ จะมีปุ่ม 2 ปุ่มที่สามารถเชื่อมโยงกันได้นั้นคือ ปุ่ม ปุ่มกลับ ปุ่มถัดไป โดยแบ่งได้ดังภาพ 3.23 และ 3.24 ดังต่อไปนี้

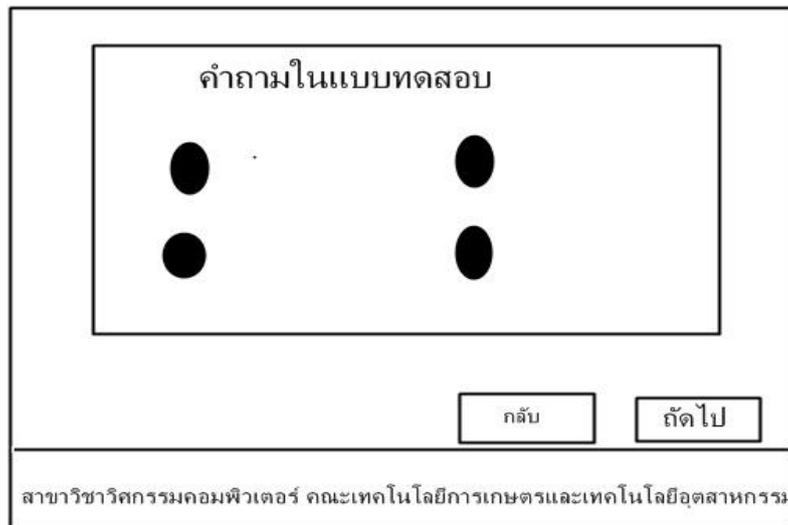


ภาพที่ 3.23 การออกแบบหน้าจอย่อยบทเรียนเรื่องคอมพลิเมนต์

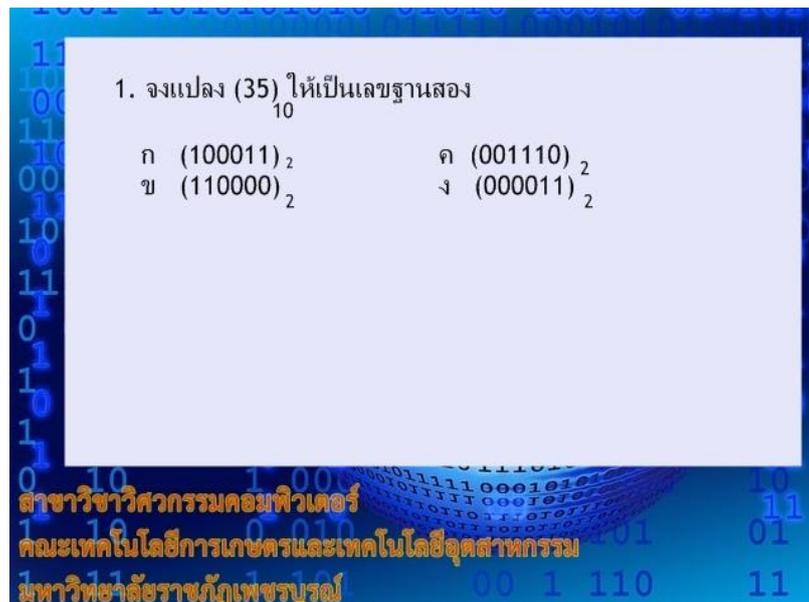


ภาพที่ 3.24 หน้าจอบทเรียน เรื่องคอมพลิเมนต์

11. หน้าจอของการทำแบบทดสอบก่อนเรียน จะมีคำถามทั้งหมด 20 ข้อ ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จะมีตัวเลือกทั้งหมด 4 ข้อ คือ ก ข ค ง เมื่อกดเลือกคำตอบจนครบ 20 ข้อ จะปรากฏจำนวนคะแนนที่ได้จะมีปุ่มกลับหน้าหลักเมื่อต้องการกลับไปยังหน้าจอหลัก ดังภาพ 3.25 และ 3.26

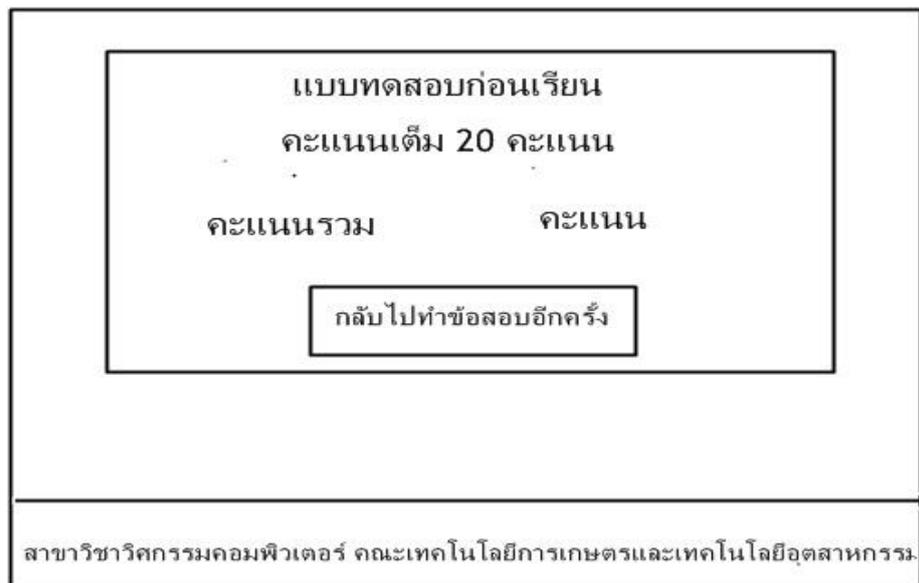


ภาพที่ 3.25 การออกแบบหน้าจอการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

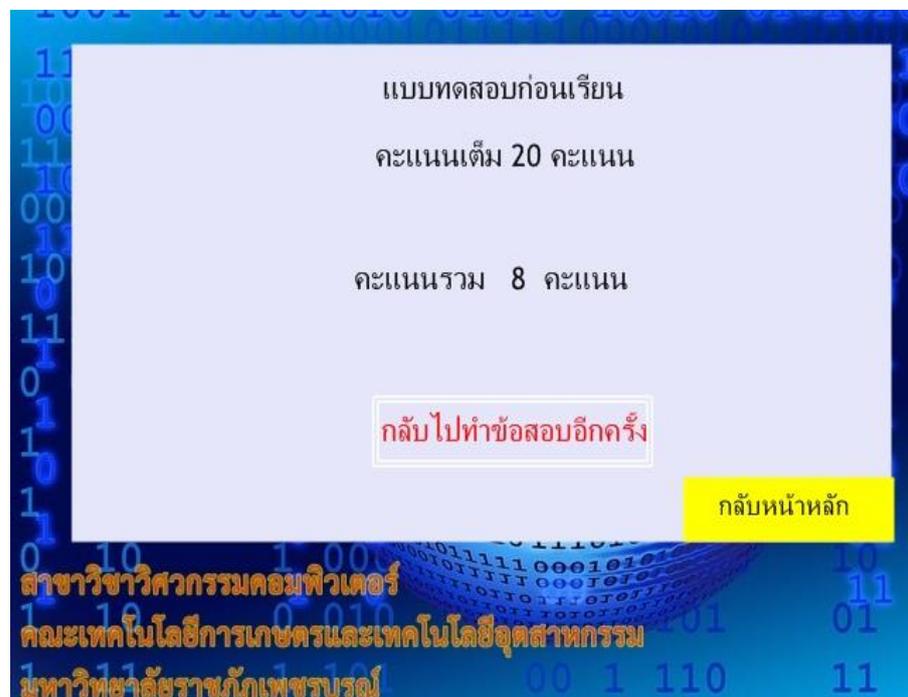


ภาพที่ 3.26 หน้าจอการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

12. หน้าจอนี้จะแสดงคะแนนที่ได้ของบททดสอบก่อนเรียน จะมีปุ่มที่สามารถเชื่อมโยงกัน คือปุ่มกลับไปทำข้อสอบอีกครั้ง และปุ่มกลับหน้าหลัก ดังภาพ 3.27 และ 3.28

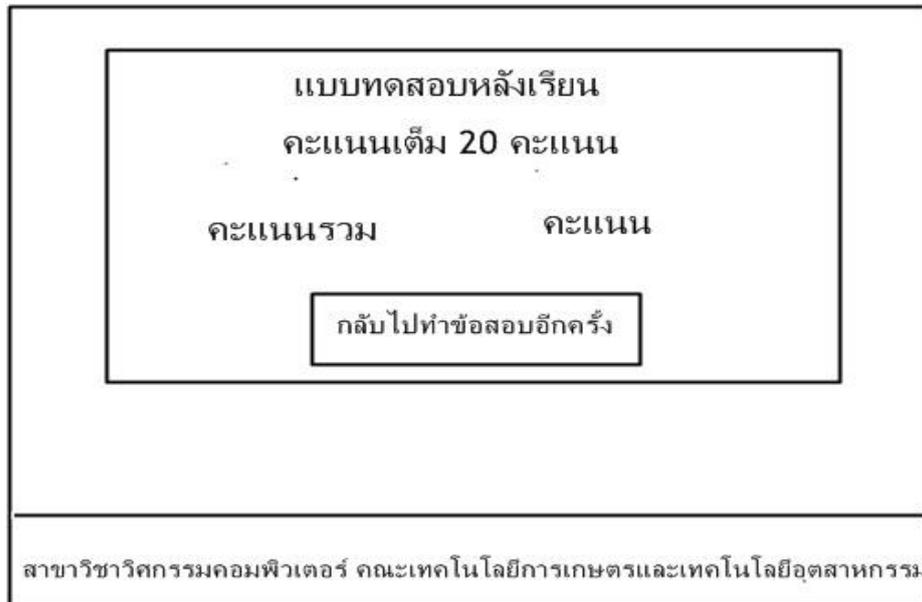


ภาพที่ 3.27 การออกแบบหน้าจอที่แสดงผลคะแนนที่ได้ของบททดสอบก่อนเรียน

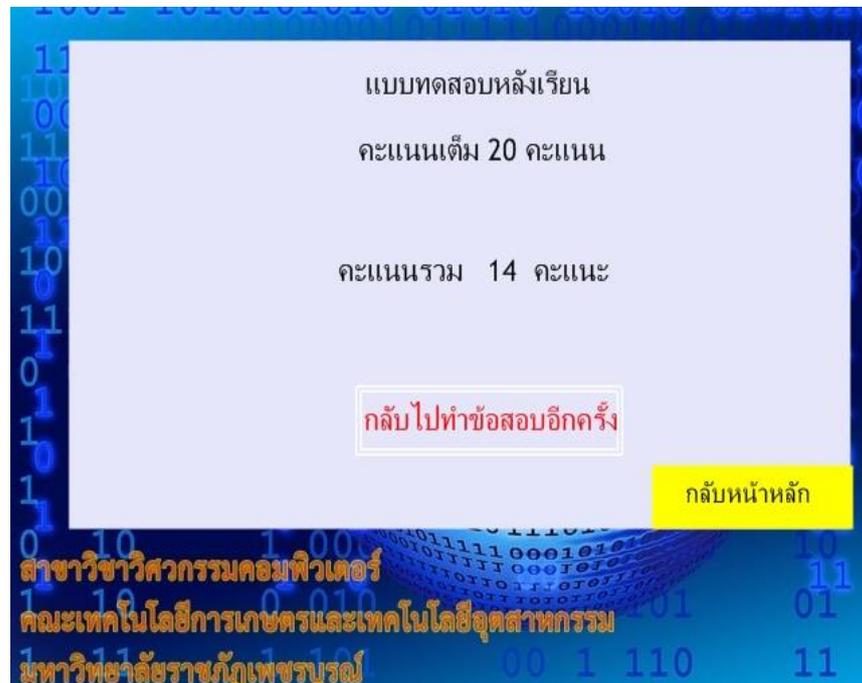


ภาพที่ 3.28 หน้าจอที่แสดงผลคะแนนที่ได้ของบททดสอบก่อนเรียน

13. หน้าจอนี้จะแสดงคะแนนที่ได้ของบททดสอบก่อนเรียน จะมีปุ่มที่สามารถเชื่อมโยงกัน คือปุ่มกลับไปทำข้อสอบอีกครั้ง และปุ่มกลับหน้าหลัก ดังภาพ 3.31 และ 3.32



ภาพที่ 3.29 การออกแบบหน้าจอที่แสดงผลคะแนนที่ได้ของบททดสอบหลังเรียน



ภาพที่ 3.30 หน้าจอที่แสดงผลคะแนนที่ได้ของบททดสอบหลังเรียน

แบบประเมินความพึงพอใจ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข
คำชี้แจง : โปรดพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าท่านมีความคิดเห็นตามรายการนั้นมากน้อยเพียงใด
โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ซึ่งให้ตรงกับลำดับความพึงพอใจมากที่สุดที่เกิดจากการใช้งาน
ตามจริงและขอให้ทุกท่านตอบทุกข้อ ซึ่งข้อมูลทั่วไป แบ่งได้ดังนี้

รายการที่ประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหาชัดเจน คำอธิบายเข้าใจง่าย					
1.2 การจัดลำดับเนื้อหา มีการเรียบเรียงให้ผู้ศึกษา จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูงในบทเรียนต่อไป					
1.3 เนื้อหา และตัวอย่างมีความสอดคล้องกัน					
1.4 ผู้เรียนสามารถอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาได้ ด้วยตนเอง					
2. แบบทดสอบ					
2.1 แบบทดสอบมีจำนวนเพียงพอในการทบทวน ความเข้าใจ					
2.2 แบบทดสอบช่วยให้เกิดความเข้าใจบทเรียนได้ มากยิ่งขึ้น					
2.3 แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาใน บทเรียน					
3. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน					
3.1 การจัดรูปแบบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน					
3.2 ขนาด และรูปแบบตัวอักษรมีความสวยงาม อ่านง่าย					
3.3 คำบรรยายชัดเจน เหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหา					

ข้อเสนอแนะ.....
.....

บทที่ 4

ผลการวิจัย

โครงการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 20 คน ในการหาประสิทธิภาพคณะผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดค่าว่ากลุ่มตัวอย่างมีความรู้พื้นฐานมากน้อยเพียงใดจากนั้นผู้จัดทำให้กลุ่มตัวอย่างทดลองเรียนบทเรียนแล้วทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน หลังจากทำการทดสอบและทดลองเรียนบทเรียนแล้ว คณะผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างทำการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาดิจิทัล 1 เรื่องระบบตัวเลข โดยผลของการทดสอบแบ่งได้ดังนี้

ผลของการทดสอบ

คณะผู้วิจัยทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข กับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 20 คน

ตารางที่ 4.1 แสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบตัวเลข จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

คนที่	คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20)
1	15	17
2	16	18
3	16	18
4	17	19
5	15	18
6	17	20
7	16	18
8	16	18
9	16	19
10	14	17
11	15	17

12	15	17
13	14	17
14	14	17
15	14	18
16	15	18
17	18	20
18	18	20
19	17	20
20	17	20
ค่าร้อยละ	78.75	91.50
ค่าเฉลี่ยของคะแนน	15.75	18.30
ค่า S.D.	1.29	1.17

จากตารางที่ 4.1 แสดงค่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน กลุ่มตัวอย่างมีผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนเฉลี่ย 15.75 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.75 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.29 ค่าคะแนนทดสอบหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างมีผลคะแนนเฉลี่ย 18.30 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 91.50 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.17

การวิเคราะห์ผลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ในการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการ ออกแบบวงจรถิทัศน์และตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข จากผลคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนน ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลที่ได้จากการทดสอบมีดังนี้ ค่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนพบว่าจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน กลุ่มตัวอย่างมีผลคะแนนเฉลี่ย 15.75 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.75 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.29 ค่าคะแนนทดสอบหลังเรียนพบว่าจากคะแนนเต็ม 20 คะแนนกลุ่มตัวอย่างมีผลคะแนนเฉลี่ย 18.30 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 91.50 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.20 พบว่าคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากคะแนนทดสอบก่อนเรียนโดยค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบจากเดิมร้อยละ 78.75 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 91.50 แสดงให้เห็นว่าหลังจากเรียนบทเรียนนี้แล้วทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมแสดงได้อย่างชัดเจนจากคะแนนที่ทดสอบที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.2 แสดงผลประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรรดิิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข จากผู้ประเมิน 20 คน

รายการ	\bar{X}	SD	ความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 เนื้อหาชัดเจน คำอธิบายเข้าใจง่าย	4.20	0.79	ระดับความเหมาะสมมาก
1.2 การจัดลำดับเนื้อหา มีการเรียบเรียงให้ผู้ศึกษาจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูงในบทเรียนต่อไป	4.10	0.85	ระดับความเหมาะสมมาก
1.3 เนื้อหา และตัวอย่างมีความสอดคล้องกัน	4.30	0.66	ระดับความเหมาะสมมาก
1.4 ผู้เรียนสามารถอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาได้ด้วยตนเอง	4.35	0.81	ระดับความเหมาะสมมาก
2. แบบทดสอบ			
2.1 แบบทดสอบมีจำนวนเพียงพอในการทบทวนความเข้าใจ	4.45	0.60	ระดับความเหมาะสมมาก
2.2 แบบทดสอบช่วยให้เกิดความเข้าใจบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น	4.15	0.59	ระดับความเหมาะสมมาก
2.3 แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน	4.30	0.66	ระดับความเหมาะสมมาก
3. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน			
3.1 การจัดรูปแบบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	4.30	0.66	ระดับความเหมาะสมมาก
3.2 ขนาด และรูปแบบตัวอักษรมีความสวยงาม อ่านง่าย	4.05	0.60	ระดับความเหมาะสมมาก
3.3 คำบรรยายชัดเจน เหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหา	4.20	0.62	ระดับความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.24	0.68	ระดับความเหมาะสมมาก

การวิเคราะห์ผลประเมินความพึงพอใจ

จากการวิเคราะห์ผลประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ทั้ง 20 คน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรรดิิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข ได้แยกผลประเมินออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านแบบทดสอบ และด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ด้านเนื้อหา ผลประเมินที่มีค่าด้านเนื้อหาที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ผู้เรียนสามารถอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาได้ด้วยตนเอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ซึ่งอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก ส่วนข้อที่ได้น้อยที่สุดคือ การจัดลำดับเนื้อหา มีการเรียบเรียงให้ผู้ศึกษาจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูงในบทเรียนต่อไป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10

2. ด้านแบบทดสอบ ผลประเมินที่มีค่าด้านแบบทดสอบที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ แบบทดสอบมีจำนวนเพียงพอในการทบทวนความเข้าใจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ซึ่งอยู่ในระดับที่มีความเหมาะสมมาก และข้อที่ได้น้อยที่สุด คือ แบบทดสอบช่วยให้เกิดความเข้าใจบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15

3. ด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลประเมินในที่มีค่าด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การจัดรูปแบบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก และข้อที่ได้น้อยที่สุด คือ ขนาด และรูปแบบตัวอักษรมีความสวยงามอ่านง่าย ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05

สรุปได้ว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข เป็นอย่างดี คิดเป็นค่าเฉลี่ยโดยรวม 4.24 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.68 ซึ่งอยู่ในระดับที่มีความเหมาะสมมาก

ข้อเสนอแนะจากผู้ประเมิน

จากแบบประเมินความพึงพอใจข้างต้น ผู้ประเมินมีความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะอื่น ๆ คือ ควรเพิ่มเสียง และภาพเคลื่อนไหว

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

โครงการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข จากที่ทำการทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และจากการทำประเมินความพึงพอใจจากการเข้าใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข ได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย ปัญหา การแก้ไขและข้อเสนอแนะดังนี้

สรุปผลการวิจัย

โครงการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข เป็นสื่อการเรียนการสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI เพื่อให้ผู้เรียนเข้ามาศึกษาด้วยตนเอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการเรียนรู้และช่วยแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลา เมื่อผู้สอนมีเวลาที่จำกัดในการสอน และผู้เรียนมีจำนวนมากการดูแลของผู้สอนก็ทำได้อย่างไม่ทั่วถึง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนการสอนแบบเดิม ดังนั้นความสำคัญของรายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ จึงต้องอาศัยสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อมากระตุ้นให้ผู้เรียนมีความต้องการเรียนมากกว่าเรียนในรูปแบบเดิม ๆ

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข จึงได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นมา และได้ตั้งชื่อว่า “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข” คณะผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข แล้วจึงนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าวไปให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ได้ทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหาความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัล เรื่องระบบตัวเลข

ในการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข วัดจากคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนน ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลที่ได้จากการทดสอบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนนมีดังนี้ ค่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน กลุ่มตัวอย่างมีผลคะแนนเฉลี่ย 15.75 คะแนน คิดจากคะแนนก่อนและหลังเรียนคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.75 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.29 ค่าคะแนนทดสอบหลังเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลคะแนนเฉลี่ย 18.30 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 91.50 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.17 พบว่าคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากคะแนนทดสอบก่อนเรียนโดยค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบจากเดิมร้อยละ 78.75 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 91.50 แสดงให้เห็นคะแนนที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 12.75 แสดงให้เห็นถึงบทเรียนนี้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมโดยวัดจากคะแนนที่

ทดสอบที่เพิ่มขึ้น ทำให้สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรถติจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการเรียนการสอน

จากการทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรถติจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข จากนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 20 คน โดยแบ่งการประเมินเป็น 3 ด้าน พบว่าค่าเฉลี่ยรวมมีค่าเท่ากับ 4.24 และค่า S.D มีค่าเท่ากับ 0.68 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก 1.ด้านเนื้อหา ผลประเมินที่มีค่าด้านเนื้อหาที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ผู้เรียนสามารถอ่านทำ ความเข้าใจเนื้อหาได้ด้วยตนเองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ซึ่งอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก ส่วนข้อที่ได้น้อยที่สุดคือ การจัดลำดับเนื้อหา มีการเรียบเรียงให้ผู้ศึกษาจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูงในบทเรียนต่อไป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 2.ด้านแบบทดสอบผลประเมินที่มีค่าด้านแบบทดสอบที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ แบบทดสอบมีจำนวนเพียงพอในการทบทวนความเข้าใจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ซึ่งอยู่ในระดับที่มีความเหมาะสมมาก และข้อที่ได้น้อยที่สุด คือ แบบทดสอบช่วยให้เกิดความเข้าใจบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 3.ด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลประเมินในที่มีค่าด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การจัดรูปแบบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก และข้อที่ได้น้อยที่สุด คือ ขนาด และรูปแบบตัวอักษรมีความสวยงามอ่านง่าย ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 สรุปได้ว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาดิจิทัล 1 เรื่องระบบตัวเลข เป็นอย่างดี คิดเป็นค่าเฉลี่ยโดยรวม 4.24 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.68 ซึ่งอยู่ในระดับที่มีความเหมาะสมมาก

อภิปรายผลการวิจัย

โครงการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรถติจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข มีประสิทธิภาพที่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา โดยการมีแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความรู้ก่อนที่จะเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อผู้เรียนได้ทดลองเรียนบทเรียนแล้วเกิดความเข้าใจและให้ความสนใจในการเรียนมากขึ้นจึงทำให้สามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนมากขึ้น ผู้เรียนสามารถกลับไปทบทวนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาการออกแบบวงจรถติจิทัลและตรรกะ เรื่องระบบตัวเลข ได้ทุกที่ทุกเวลา ไม่รบกวนเวลาเรียน จากการทำแบบทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียนทำให้ทราบถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบมีคะแนนที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 12.75 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

ปัญหาและการแก้ไข

คณะผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการออกแบบวงจรถอดิจิทัลและตรรกะ เรื่อง ระบบตัวเลข มาทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง ทางผู้จัดทำได้พบปัญหา และวิธีแก้ไขปัญหาดังนี้

1. ปัญหาในด้านการทำแบบทดสอบมีปัญหาในการแสดงคะแนน เมื่อทำการทดสอบครบ 20 ข้อ จะเกิดปัญหาการไม่แสดงคะแนน วิธีแก้ไขคือ นำบทเรียนมาตรวจสอบแก้ไขโค้ด ให้ใช้งานได้
2. เนื้อหามีค่อนข้างเยอะจึงทำให้มีข้อผิดพลาด วิธีแก้ปัญหาคือ ตรวจสอบอย่างละเอียดอีกครั้ง

ข้อเสนอแนะ

ควรเพิ่มเสียงบรรยายและลูกเล่นในตัวอย่างของแต่ละหัวข้อเรื่อง

1. ควรเพิ่มภาพประกอบเนื้อหา
2. เพิ่มตัวอย่างให้มากขึ้น
3. ควรลดสีสันทให้สบายตาขึ้น

บรรณานุกรม

- ดวงฤดี ถิ่นวิไล. 2546. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง **ตัวประกอบของจำนวนนับ**. สารนิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- ธวัชชัย เลื่อนฉวี(นาวาอากาศเอก)และอนุรักษ์ เกื้อนศิริ(พันตรี). 2527. **ดิจิทัลเทคนิคเล่ม1**.พิมพ์ครั้งที่1. สำนักพิมพ์มิตรนราการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร.
- พิมพ์ชนก เทียมทิพร. 2550. **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้**. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- วงศ์ประชา จันทร์สมวงศ์, 2550. **คัมภีร์Photoshop CS3**. สำนักพิมพ์โปรวิชั่น. กรุงเทพมหานคร.
- ศิริชัยนามบุรี. 2542. **ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. [Online]. Available: <http://www.baanmaha.com/community/thread16649.html>. [2558, เมษายน 15]
- สุทธิสันต์ ลำพงษ์เหนือ. 2547. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเต็ม**. สารนิพนธ์. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอนมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
- สุรศักดิ์ ปาเฮ. 2553. **สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ห้างหุ้นส่วนจำกัดไทยอุตสาหกรรมพิมพ์. แพร่.
- อภิวัฒน์ วงศ์กัณหา. 2555. **Adobe Flash Professional CS6**. [Online:]. Available: <http://www.apivat.com/joomla/index.php>. [2557, เมษายน 10]
- อรนิชา ชังคะสุวรรณ. 2548. **รวบรวมวิธีการใช้โปรแกรมPhotoshop และ Dreamweaver ขั้นพื้นฐานสำหรับใช้ในการสร้างเว็บ**. [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/onnichacom/home>. [2558, พฤษภาคม 25]

ผู้วิจัยร่วม

1. ชื่อ-นามสกุล นายณัฐพล ภูระหงษ์
2. ตำแหน่ง อาจารย์
3. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 056-717100 E-mail nuttapon_sam@hotmail.com
4. ประวัติการศึกษา
วศ.บ.(วิศวกรรมไฟฟ้า)
มหาวิทยาลัยนเรศวร
วศ.ม.(วิศวกรรมไฟฟ้า)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
5. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ
ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
โครงการวิจัย เรื่องการมีส่วนร่วมการประหยัดไฟฟ้าของชุมชน จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อเป็น
ต้นแบบสู่ชุมชนภาคเหนือตอนล่าง