รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน

The Development of Virtual Reality Interactive 3D Learning Materials by Using Augmented Reality (AR) Technology for Enhance Thinking Skill's Vocational Education Students with Different Critical Thinking levels.

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต ขาวเหลือง และ
ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561
มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ ..... 256101A1080039.....
สัญญาเลขที่ 68 / 2561

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน

The Development of Virtual Reality Interactive 3D Learning Materials by Using Augmented Reality (AR) Technology for Enhance Thinking Skill's Vocational Education Students with Different Critical Thinking levels.

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต ขาวเหลือง และ
ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช

ภาควิชาการอาชีวศึกษาและพัฒนาสังคม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
และแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์โดยได้รับช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ดร. อภิชาติ อนุกูลเวช นักวิจัยอีกท่านหนึ่งที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่ามาช่วยให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ ให้ข้อมูลและความรู้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เขียนโปรแกรมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และให้ความเมตตาช่วยประสานงานอย่างดีกับผู้เชี่ยวชาญตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัย หากไม่ได้รับความช่วยเหลือจากท่านงานวิจัยนี้ก็ไม่สามารถสำเร็จได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง ในการนี้จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรากฏในงานวิจัยฉบับนี้ ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข, รองศาตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ, และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐกรณ์ คิดการ, ที่ได้กรุณาและให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งอนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขที่เป็นประโยชน์ จนทำให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 68/2561

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้อง ครอบครัว และผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร รวมทั้งนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่มิได้กล่าวนามในที่นี้ ที่มีส่วนช่วยเหลือ สนับสนุนให้กำลังใจในการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดามารดา ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรม สั่งสอน ชี้แนะแนวทางในการศึกษาและสนับสนุนให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในหน้าที่การงาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต ขาวเหลือง และ
ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน

ชื่อผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต ขาวเหลือง และดร.อภิชาติ อนุกูลเวช

เดือนและปีที่ทำวิจัยเสร็จ พฤษภาคม 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย1) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน และ 4) เพื่อศึกษาความความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่มีคะแนนระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลางและต่ำ สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ กลาง สูง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ความความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

Abstract

The objectives of this research were to 1) to compare if there was a difference in achievement score of vocational education students who were studied with Virtual Reality Interactive 3D Learning Materials by Using Augmented Reality (AR) Technology, 2) to compare if there was a difference in critical thinking score of vocational education students who were studied with Virtual Reality Interactive 3D Learning Materials by Using Augmented Reality (AR) Technology, 3) to compare if there was a difference in achievement score of vocational education students who had different critical thinking levels, and 4) to study level of students 'satisfaction with Virtual Reality Interactive 3D Learning Materials by Using Augmented Reality (AR) Technology. The samples consisted of 90 vocational education students from Chonburi Technical College. The statistics used for data analysis were arithmetic mean, standard deviation, t-test, and One-way ANOVA.

The research findings were summarized as follows:

1. The scores in academic achievement of the posttest were significantly higher than pretest at .05 level of significance.

2. The scores in critical thinking skills of the posttest were significantly higher than pretest at .05 level of significance.

3. There is no significance difference in academic achievement scores across all three levels of critical thinking skills.

4. Overall, the level of students 'satisfaction with Virtual Reality Interactive 3D Learning Materials by Using Augmented Reality (AR) Technology were rated at the highest level.

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ก
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญภาพ		ช
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย		ซ
บทที่		
1	บทนำ	1
	ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
	วัตถุประสงค์ทั่วไป	4
	วัตถุประสงค์เฉพาะ	4
	ความสำคัญของการวิจัย/ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	4
	สมมติฐานการวิจัย	5
	ขอบเขตการวิจัย	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
	กรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
	แนวคิดทฤษฎีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้	8
	แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality	18
	แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	30
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	47
3	วิธีดำเนินการวิจัย	52
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	52
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	52
	การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ	53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	59
	การวิเคราะห์ข้อมูล	60
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	61
	ตอนที่ 1 วิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนฯ	62
	ตอนที่ 2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนฯ	66
	ตอนที่ 3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลาง ต่ำ ฯ	69
	ตอนที่ 4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	71
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	74
	สรุปผลการวิจัย	76
	อภิปรายผล	77
	ข้อเสนอแนะ	81
	ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย	81
	ข้อเสนอที่ได้จากการวิจัย	81
	ข้อเสนอแนะสำหรับทำวิจัยครั้งต่อไป	82
บรรณานุกรม		83
ภาคผนวก		91
	ภาคผนวก ก	92
	ภาคผนวก ข	94
	ภาคผนวก ค	123
	ภาคผนวก ง	134
	ภาคผนวก จ	137
	ภาคผนวก ฉ	139

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาฯ	62
2	การวิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนฯ	65
3	แสดงการวิเคราะห์คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนฯ	66
4	การวิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณฯ	69
5	คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจำนวนของนักศึกษาอาชีวศึกษา จำแนกตามระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลาง ต่ำ	69
6	วิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษา จำแนกตามระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ กลาง สูง	70
7	คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน อันดับที่ ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาฯ	71

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	7
2	แผนภูมิแสดงการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	35

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

ปวช.	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ปวส.	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
AR	Augmented Reality
GPS	Global Positioning System
QR Code	Quick Response Code
E-Book	Electronic Book
IOC	Index of Consistency

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

โลกในศตวรรษที่ 21 เปลี่ยนแปลงไปอย่างมากในแง่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในการผลิตและการสื่อสาร โดยเฉพาะเรื่องคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีวัสดุ และอื่นๆ การใช้เครื่องจักรคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมของระบบเศรษฐกิจดิจิทัลเพิ่มขึ้น ใช้คนทำงานการผลิตแบบเก่าลดลง เพราะงานหลายอย่างใช้คอมพิวเตอร์ทำงานแทนคนได้ ทำให้คนที่มีความรู้และทักษะแบบง่ายๆ ในประเทศกำลังพัฒนาอุตสาหกรรมและประเทศตลาดเกิดใหม่ถูกปลดจากงาน คนที่ทำงานในภาคความรู้ข้อมูลข่าวสาร บริการมีสัดส่วนเพิ่มขึ้น คนที่ทำงานในภาคเกษตรและอุตสาหกรรมการผลิตมีสัดส่วนลดลง (วิทยากร เชียงกูล, 2558, หน้า 64) ระบบเศรษฐกิจแบบใหม่ต้องการพนักงานที่มีความรู้และทักษะสูงขึ้น ทั้งในการทำงานผลิตและทำงานแบบที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การวางแผน การออกแบบ การบริหารจัดการ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แก้ปัญหา มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีระดับสูงขึ้นหรือซับซ้อนมากขึ้น มีความสามารถในการทำงานเป็นทีม เพื่อที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพหรือผลิตภาพสูงขึ้น (วิทยากร เชียงกูล, 2558, หน้า 73) ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่ส่งเสริมให้สถานศึกษาอาชีวศึกษาเร่งยกระดับคุณภาพการพัฒนากำลังคนด้านอาชีวศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ต้องผลิตกำลังคนให้มีคุณภาพและตรงกับความต้องการของประเทศ โดยส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะที่สำคัญคือ 3R และ 8C ได้แก่ 3R คือ อ่านออก –Reading เขียนได้-wRiting มีทักษะในการคำนวณ –aRithmatic 8C คือ มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหาได้: Critical Thinking and Problem Solving คิดอย่างสร้างสรรค์และคิดเชิงนวัตกรรม: Creativity and Innovation ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ: Collaboration Teamwork and Leadership ทักษะในการสื่อสารและการรู้เท่าทันสื่อ: Communication Information and Media Literacy ความเข้าใจความแตกต่างทางวัฒนธรรม กระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม: Cross-cultural Understanding ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และการรู้เท่าทันเทคโนโลยี: Computing and ICT Literacy ทักษะทางอาชีพและการเรียนรู้: Career and Learning Skills มีคุณธรรม มีเมตตา กรุณา มีระเบียบวินัย : Compassion แต่จากการศึกษาหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมผู้ประกอบการและสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาและอุดมศึกษาปรากฏว่า มีความไม่สอดคล้องกันของความต้องการแรงงานฝีมือและการผลิตแรงงานในประเทศไทยทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพของแรงงาน ช่องว่างของทักษะ ที่สถานศึกษายังไม่สามารถผลิตแรงงานเพื่อเติมเต็มความต้องการของผู้ประกอบการได้เป็นสาเหตุสำคัญของการขาดแคลนแรงงานฝีมือของประเทศ (จงจิตต์ ฤทธิรงค์ และรีนา ต๊ะดี, 2558, บทคัดย่อ) จากการศึกษาพบว่าแรงงานในประเทศไทยยังขาดทักษะที่สำคัญในเรื่องของภาษาอังกฤษและการสื่อสาร (ยงยุทธ แฉล้มวงษ์, 2557ก) รวมทั้งยังมีปัญหาที่ผู้ประกอบการระบุปัญหาด้านทักษะ

แรงงานทั้งในแรงงานฝีมือและผู้เชี่ยวชาญโดยเรียงจากมากไปหาน้อย ดังนี้ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การคิดคำนวณ การคิดสร้างสรรค์ ภาวะผู้นำ การบริหารเวลา การติดต่อสื่อสาร การแก้ปัญหา การเข้าสังคม การปรับตัว การทำงานเป็นทีมและทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะด้านซึ่งพบว่าแรงงานฝีมือมีปัญหาทักษะดังกล่าวรุนแรงกว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน, 2557) นอกจากนี้จากประสบการณ์ของคณะผู้วิจัยซึ่งเป็นอาจารย์กำลังประสบปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน กล่าวคือ นักศึกษาในระดับ ปวช. (เทียบเท่า ม.4-ม.6) และ ปวส. (เทียบเท่าระดับอุดมศึกษาชั้นปี 1-2) ไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนหรือในการอภิปราย นักศึกษาส่วนใหญ่มีท่าทางที่ไม่มั่นใจในตนเอง เมื่อถูกถามคำถามหรือให้แสดงความคิดเห็นก็มักจะหันไปมาเพื่อจะดูว่าเพื่อนจะพูดว่าอย่างไร มักจะตอบคำถามตามที่เพื่อนบอก หรือนั่งเงียบ หรือมักจะยอมรับว่าไม่รู้ ในการทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนส่วนใหญ่จะไม่กล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองเพราะคิดว่าผู้อื่นจะไม่ยอมรับและดูถูกความคิดของตน เมื่อมอบหมายให้ทำงานนอกเวลาเรียน ก็พบว่าจะมีการลอกกันมาส่ง หากสั่งให้ทำรายงานมาส่ง ก็พบว่าจะมีลักษณะการลอกข้อความในหนังสือ 2-3 เล่ม มาต่อกัน โดยไม่มีการปรับปรุงใดๆ ทั้งสิ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขาดทักษะในการสังเคราะห์ข้อมูลอย่างมาก ในการทำโครงงาน ผลงานส่วนมากของนักศึกษาก็มักจะขาดความคิดสร้างสรรค์ ขาดจินตนาการที่จะพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ ไม่พยายามคิดนอกกรอบ การทำข้อสอบประเภทอัตนัย ก็จะเห็นลักษณะการคิดด้านเดียวไม่สามารถคิดในมุมมองของผู้อื่น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างชัดเจน

การจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นผลิตคนให้มีความรู้และทักษะจำนวนหนึ่งไปทำงานในโรงงานในระบบเศรษฐกิจทุนนิยมแบบเดิมเป็นเรื่องล้าสมัย เพราะโลกได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ทั้งในในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการบริหารจัดการทางเศรษฐกิจและสังคม โลกเศรษฐกิจในศตวรรษที่ 21 เน้นการใช้แรงงานที่มีความรู้ทักษะแนวคิดวิเคราะห์เป็น มีจินตนาการ และเรียนรู้อะไรใหม่ๆได้ดี ปรับตัวได้เก่ง แก้ปัญหาได้เก่ง การจัดการศึกษาจึงต้องเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่ เพื่อพัฒนาพลเมืองที่ฉลาด มีความรับผิดชอบ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้เป็น มีความสามารถในการทำงาน แก้ไขปัญหา และแข่งขันทางเศรษฐกิจได้มากขึ้น (วิทยากร เชียงกูล, 2558) ประกอบกับการจัดการเรียนการสอนยังขาดสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมหรือเอื้อให้เกิดการเรียนรู้และเกิดทักษะการคิด เนื่องจากเนื้อหาวิชาที่มีความยุ่งยากซับซ้อน ยากแก่การทำความเข้าใจ ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดีเท่าที่ควรแต่ถ้ามีสื่อการเรียนรู้แบบสามมิติเสมือนจริงที่สามารถจำลองสถานการณ์ให้เห็นภาพเคลื่อนไหว จะช่วยอธิบายและทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาและสามารถจดจำได้เป็นอย่างดี เพราะสื่อการเรียนรู้จะช่วยเชื่อมโยงความรู้ในห้องเรียนสู่โลกการทำงานในชีวิตจริงได้และช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องฝึกคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดใคร่ครวญ คิดแก้ปัญหา มีกิจกรรมการทำงานและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้เป็น สามารถแก้ปัญหาเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีความเป็นพลเมืองดีที่มีความรับผิดชอบ มีคุณธรรมและจริยธรรม มีขีดความสามารถในการแข่งขันกับคนอื่นๆ ได้ จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์

เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) เป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนที่กำลังได้รับความสนใจ เพราะเป็นเทคโนโลยีที่มีการนำระบบความเป็นจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริง โดยกระบวนการวิเคราะห์ภาพ การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง ๓ มิติ และกระบวนการสร้างภาพ ๒ มิติ ซึ่งไม่ใช่เรื่องใหม่เพราะมีมานานแล้ว ดังที่ Azuma (1997) ได้กล่าวว่า โลกเสมือนผสานโลกจริงเป็นการผสมผสานระหว่างความจริงกับสิ่งเสมือนจริงในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งนำมาเชื่อมโยงหรือปฏิสัมพันธ์กันของสองสิ่งในเวลาจริงหรือในเวลาปัจจุบันขณะนั้นโดยการใช้ภาพแบบสามมิติ ซึ่งสอดคล้องกับ Feng Zhou (2008) ที่อธิบายความหมายว่าเป็นเทคโนโลยีที่ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สร้างภาพเสมือน ซึ่งภาพที่สร้างจะซ้อนทับกับวัตถุทางกายภาพในเวลาจริง ซึ่งแตกต่างจากความเป็นจริงเสมือน (VR) ที่เป็นการสร้างภาพในรูปแบบดิจิทัล โดยผู้ใช้จะถูกเข้าไปในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงได้อย่างสมบูรณ์แบบมากขึ้น ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับภาพเสมือนที่สร้างขึ้นด้วยวัตถุจริงในโลกจริงได้ แนวคิดสำคัญของเทคโนโลยีเสมือนจริงคือ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์เชื่อมต่อต่าง เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือหน้าจอโทรศัพท์มือถือ หรือบนเครื่องฉายภาพหรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆโดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นนี้จะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ซึ่งในต่างประเทศมีการนำเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) ไปใช้ในการเรียนการสอนแล้วปรากฏผลสำเร็จ ดังเช่น Margarita Vilkoniene (2009) ได้ทำการวิจัย เรื่อง อิทธิพลของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนช่วยให้ผลการเรียนสูงขึ้น จากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนเกรด 7 จำนวน 110 คน ส่งผลต่อการเรียนรู้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเสาวภา กลิ่นสูงเนิน สมเกียรติ ตันติวงศ์วาณิช และศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี (2558) ที่ได้ดำเนินการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า มีคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตอยู่ในระดับดีมาก ประสิทธิภาพของบทเรียนมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 89.67/87.31 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ซึ่งสอดคล้องกับกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนและได้สื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสำหรับใช้ในการเรียนการสอนระดับอาชีวศึกษาในอนาคตอันจะเป็นการเอื้อประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษาและตอบสนองกับนโยบายของรัฐบาลต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียน

3. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน

4. เพื่อศึกษาความความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

ความสำคัญของการวิจัย/ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษา

2. ได้ข้อมูลผลการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) การพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดต่างกัน

3. ได้แนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษา

4. ได้รับความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน

สมมติฐานการวิจัย

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

2. คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

3. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลาง ต่ำ แตกต่างกัน

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำนวน 90 คน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

นักศึกษาที่มีระดับทักษะการคิดสูง กลาง ต่ำ

ตัวแปรตาม

-ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

-ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียน

-ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน

-ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกันที่มีต่อการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

นิยามศัพท์เฉพาะ

สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อประสมชนิดต่างๆ ในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง แอนนิเมชั่น เว็บและเสียง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้แก่นักศึกษา โดยผ่านแอปพลิเคชั่นที่ติดตั้งบนสมาร์ทโฟน ซึ่งแอปพลิเคชั่นนี้คือแอปพลิเคชั่นที่ทำหน้าที่สร้างสื่อในโลกความจริงเสมือนที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับอุปกรณ์ประเภทไอโฟน ไอแพด รวมถึงคอมพิวเตอร์พกพาต่างๆ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการไอโอเอส และแอนดรอย โดยแอปพลิเคชั่นจะเป็นตัวกลางสำหรับเชื่อมโยงความจริงและความจริงเสมือนเข้าด้วยกัน ซึ่งจะแสดงออกมาในรูปแบบสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์ ที่มองเห็น ควบคุมและสัมผัสได้ผ่านหน้าจออุปกรณ์ที่ใช้

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีชื่อว่า Cornell Critical Thinking Test Level Z

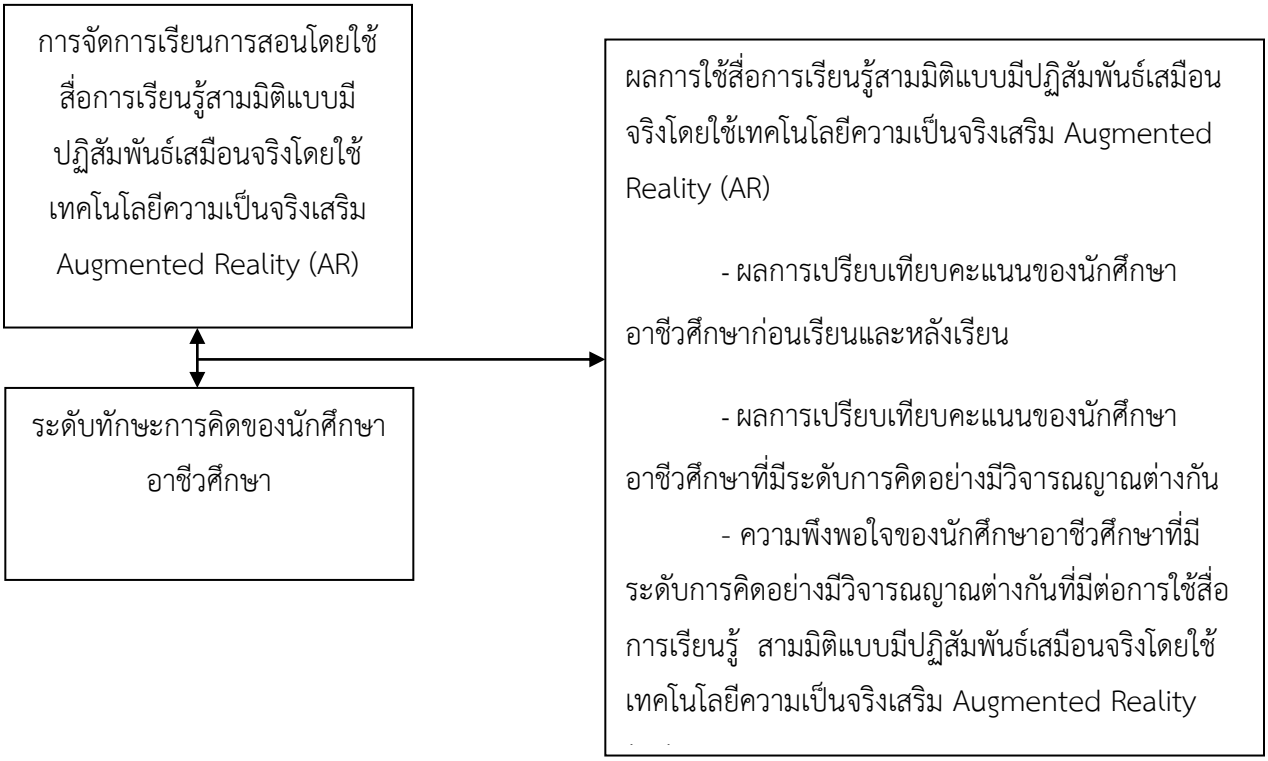
นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบของกลุ่มตัวอย่างต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ของนักศึกษา หลังจากที่ได้รับการเรียนการสอนจากสื่อที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยวัดเป็นค่าคะแนนจากการทำแบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจและความสามารถในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ซึ่งประเมินเป็นคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

ผลการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินคะแนนของนักศึกษาหลังจากที่ได้รับการเรียนการสอนจากสื่อที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยวัดเป็นค่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

กรอบแนวคิด ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน ผู้วิจัยได้ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าดังต่อไปนี้

1. แนวคิดทฤษฎีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้
2. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality
3. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดทฤษฎีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นกระบวนการที่จะต้องพัฒนาโปรแกรมหรือสร้างชิ้นงานสื่อการเรียนรู้ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ด้านการเรียนการสอนที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้ดีมีประสิทธิภาพ ไม่ได้เกิดจากความสามารถขององค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว สื่อการเรียนรู้ที่มีความสวยงาม มีเทคนิคพิเศษแพรวพราว ตื่นตาเร้าใจ แต่ไม่ได้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ความเป็นสื่อการสอนก็จะลดคุณค่าลง หลักการสำคัญซึ่งเป็นที่ยอมรับในการสร้างและพัฒนาสื่อการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การออกแบบการเรียนการสอน ซึ่งเป็นหลักการสากลที่ได้รับการยอมรับในการพัฒนาสื่อการสอนแทบทุกประเภท

ดังได้กล่าวมาแล้วว่ากระบวนการออกแบบการเรียนการสอนจะประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางไปสู่ความสำเร็จในการเรียนการสอนตามที่ตั้งจุดมุ่งหมายไว้ หลักการออกแบบการเรียนการสอนประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่

การวิเคราะห์ (Analysis)

การออกแบบ (Design)

การพัฒนา (Development)

การนำไปใช้ (Implementation)

การประเมินผล (Evaluation) (Seels and Richey, 1994, กิดานันท์ มลิทอง, 2548, หน้า 87, McGriff, 2000, และกรมวิชาการ, 2546, หน้า 84)

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์

การวิเคราะห์คือขั้นตอนแรกที่จำเป็นต้องทำในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ สิ่งที่จำเป็นในการวิเคราะห์ ได้แก่

วิเคราะห์ความต้องการจำเป็น (Need Assessment) เป็นการวิเคราะห์หาความจำเป็นที่ต้องทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หาโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง สิ่งที่คาดหวังที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน ซึ่งส่วนใหญ่แล้วครูมักจะดูจากจุดประสงค์การเรียนรู้ กับสภาพที่ปรากฏจริงในปัจจุบัน ถ้าสภาพที่ปรากฏไม่เป็นไปตามสิ่งที่คาดหวังก็แสดงว่ามีความจำเป็นที่จะต้องแก้ปัญหา

วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการวิเคราะห์ลักษณะของผู้เรียนว่ามีลักษณะอย่างไร สิ่งที่วิเคราะห์ เช่น ความรู้พื้นฐาน รูปแบบการเรียนรู้ เชาว์ปัญญา ความถนัด ภูมิหลัง ฯลฯ

วิเคราะห์สภาพแวดล้อม เศรษฐกิจ สังคม เพื่อให้ถึงจุดเด่น จุดด้อย โอกาสและข้อจำกัด

วิเคราะห์เนื้อหา เพื่อวิเคราะห์ดูว่าการที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดหมายจะต้องนำเนื้อหาอะไรมาจัดการเรียนการสอนบ้าง และควรสอนเรียงลำดับเนื้อหาอย่างไร

วิเคราะห์การสอน เมื่อทำการวิเคราะห์เนื้อหาเรียบร้อยแล้วก็จะนำข้อมูลที่ได้นั้นมาใช้วิเคราะห์การสอนว่าจะทำการสอนอย่างไร มีลำดับขั้นการเสนอเนื้อหาบทเรียนหรือวิธีการปฏิบัติอย่างไรบ้าง ควรใช้รูปแบบการเรียนแบบใด เช่น การแก้ปัญหา การเรียนรู้ร่วมกัน การค้นพบ ฯลฯ ควรใช้สื่อการสอนอะไรบ้าง มีการบริหารคอร์สวิชาอย่างไร ทั้งนี้เพื่อให้การสอนเป็นไปได้อย่างราบรื่นและผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องครบถ้วนตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2548, หน้า 89)

ขั้นที่ 2 การออกแบบ

กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้เขียนเป็นจุดประสงค์ที่สามารถวัดได้อย่างชัดเจน (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม) จากนั้นให้ดำเนินการวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) เป็นการวิเคราะห์ว่าการที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดนั้น ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถอะไรบ้าง และเป็นลำดับขั้นอย่างไร ลักษณะคล้ายกับจุดประสงค์นำทาง ซึ่งช่วยเป็นแนวทางให้ผู้ออกแบบทราบว่าจะเริ่มต้นที่ใดและจะไปทางใด

กำหนดรูปแบบการสอน ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาว่าการที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุตามภารกิจ (Task) ที่กำหนดไว้แต่ละข้อ จะต้องใช้รูปแบบการสอนแบบใด

กำหนดสื่อที่จะนำสาระการเรียนรู้ไปสู่ผู้เรียน หลังจากที่วิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ มาแล้ว กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และกำหนดรูปแบบการสอนเรียบร้อยแล้วก็พิจารณาว่าควรจะใช้สื่ออะไรที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

ที่สุดซึ่งอาจจะเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การสอนบนเว็บ สื่อมัลติมีเดีย หรือสื่ออื่น ๆ ที่ช่วยเสริมและสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

ออกแบบสื่อหรือกิจกรรม เมื่อเห็นว่าการใช้สื่อต่าง ๆ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีในสถานการณ์นั้น ๆ ผู้ออกแบบต้องคิดต่อไปอีกว่าในสื่อมัลติมีเดียนั้นจะต้องมีสื่อ วิธีการ หรือกิจกรรมอะไรบ้าง เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ การตอบคำถาม การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย ฯลฯ ในขั้นนี้อาจให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำก็จะช่วยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กำหนดเกณฑ์และวิธีการประเมินผล เน้นการประเมินผลตามสภาพจริง โดยไม่จำเป็นต้องเป็นการวัดและประเมินด้วยข้อสอบเท่านั้น

จัดทำโครงสร้างเนื้อหาและกิจกรรม เมื่อมีข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาและกิจกรรมพร้อมแล้ว ก็มาถึงการกำหนดโครงสร้างหลักของบทเรียน คือให้จัดกลุ่มเนื้อหาและกิจกรรมที่แสดงถึงลำดับชั้นของหัวข้อย่อยโดยเขียนเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อยเรียงลำดับลงมา ใช้การย่อยหน้าและตัวเลขกำกับก็จะทำให้มองเห็นชัดเจนขึ้น

จัดทำแผนผังโครงสร้างของข้อมูล ขั้นนี้ให้นำโครงสร้างมาจัดทำเป็นแผนผังโครงสร้างของข้อมูลโดยใช้กราฟิก เป็นแผนผังที่แสดงภาพรวมทั้งหมดซึ่งจะเห็นโครงสร้างเนื้อหาและกิจกรรมเป็นลำดับขั้นและเห็นการเชื่อมโยงแต่ละส่วนอย่างชัดเจน

วางแนวทางการเคลื่อนที่ภายในซึ่งแสดงถึงทิศทางการเชื่อมโยงของเนื้อหาต่าง ๆ การเข้าถึงเนื้อหาและกิจกรรมย่อย ๆ ซึ่งอาจเขียนให้อยู่ในรูปของ Flowchart

ขั้นที่ 3 การพัฒนา

ขั้นตอนการพัฒนาหรือการผลิตสื่อการเรียนรู้ โดยปกติแล้วผู้สอนสามารถดำเนินการผลิตสื่อด้วยตนเองหรืออาจให้ผู้อื่นช่วยก็ได้ ซึ่งหากเป็นกรณีหลัง ผู้สอนจำเป็นต้องประสานงานอย่างใกล้ชิดกับนักเทคโนโลยีทางการศึกษาในการผลิตสื่อเพื่อใช้ในการเรียนการสอนตามที่ออกแบบไว้ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามารถดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

จัดทำ Storyboard ที่แสดงรายละเอียดหรือเรื่องหรือเนื้อหาของสื่อที่จะผลิต เสมือนกับเป็นโครงเรื่องซึ่งแสดงข้อมูลคร่าว ๆ เกี่ยวกับรูปภาพประกอบ หัวข้อ เนื้อหาและกิจกรรม เสียง วีดิทัศน์ ฯลฯ

สร้างสื่อต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในตามแนวทางที่ได้ออกแบบไว้ เช่น สร้างงานกราฟิก การบันทึกเสียง การถ่ายทำและตัดต่อวีดิทัศน์ ฯลฯ

ทดสอบสื่อ ผู้สร้างจะต้องเป็นผู้ทดสอบการใช้สื่อด้วยตนเองก่อน หรืออาจนำไปให้ครูท่านอื่นช่วยตรวจสอบความถูกต้องการทำงานของสื่อ

ประเมินประสิทธิภาพของสื่อที่สร้างขึ้น โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบในเรื่องโครงสร้างของบทเรียนและนำไปทดลองใช้จริงกับผู้เรียนเป็นรายบุคคล กลุ่มเล็ก และกลุ่มใหญ่

ขั้นที่ 4 การนำไปใช้

หลังจากประเมินประสิทธิภาพของสื่อในขั้นต้นและได้ปรับปรุงแก้ไขจนมีประสิทธิภาพแล้ว จึงนำสื่อการเรียนการสอนไปใช้จริงตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 5 การประเมินผล

การประเมินผลสื่อการเรียนรู้เป็นการประเมินจากการนำไปใช้ในสถานการณ์จริงทั้งระหว่างการที่ผู้เรียนกำลังเรียนกับสื่อ และหลังจากที่ผู้เรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว ถ้าพบข้อบกพร่องผู้สร้างอาจต้องย้อนกลับไปดูตั้งแต่ขั้นการวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ หรือแม้แต่ในขั้นการประเมินก็ต้องพิจารณาอีกครั้งด้วย เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง ซึ่งผลจากการประเมินจะนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ต่อไป

แต่วิภา อุตมฉันท์ (2544, หน้า 1-13) กล่าวว่า หลักการพื้นฐานในการผลิตสื่อ ประกอบด้วย

1. การวางแผน (Planning)

เรามักจะได้ยินคำกล่าวที่ว่า “การวางแผนที่ดีเป็นแม่ของความสำเร็จ” คำกล่าวนี้บ่งบอกถึงความสำคัญของการวางแผน ขณะเดียวกันก็เป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าการวางแผนเป็นศิลปะที่ต้องการความสามารถ ความฉลาดปราดเปรื่อง และความพิถีพิถันเป็นอย่างสูง กล่าวในแง่ของการผลิตสื่อ การวางแผนคือกระบวนการตั้งแต่การตั้งเป้าประสงค์ การคัดเลือกเนื้อหา การคัดเลือกสื่อ การกำหนดรูปแบบ วิธีการนำเสนอ การตระเตรียมการผลิตทุกขั้นตอน การจัดหาและการบริหารบุคลากร จัดเตรียมงบประมาณ การปรับปรุงแก้ไข ตลอดจนถึงการเผยแพร่และใช้สื่อที่ผลิตออกมา ทั้งหมดนี้รวมอยู่ในการวางแผน ซึ่งเป็นภาระหน้าที่ขั้นแรกสุดของผู้รับผิดชอบการผลิต

ยกเว้นสื่อง่าย ๆ เพื่อใช้เองส่วนตัวแล้ว การผลิตสื่อทุกชนิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเผยแพร่ เช่น สื่อการเรียนการสอน สื่อประชาสัมพันธ์ สื่อมวลชน ฯลฯ ล้วนมีขอบข่ายกิจกรรมที่กว้างขวาง เกี่ยวข้องกับบุคคลและเงินทุนจำนวนมาก แต่ไม่ว่าขอบข่ายและขนาดของโครงการจะใหญ่หรือเล็ก ผู้รับผิดชอบการผลิตจะต้องคำนึงถึงทรัพยากรทั้งหมดที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์และวางแผนการผลิตอย่างเป็นระบบ

2. หลักการ

เป็นหลักการพื้นฐานของการวางแผนเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการผลิต อยู่ที่ตัวผู้ผลิต ซึ่งจะต้องตอบคำถาม 4 ข้อให้กระจ่างชัดเจนก่อน คำถามทั้ง 4 เรียกย่อ ๆ ว่า 3W1H ได้แก่

WHY? – WHO? – WHAT? – HOW?

2.1 WHY : วัตถุประสงค์อะไร

ก่อนอื่นใดทั้งหมด ผู้ผลิตจะต้องแจ่มชัดในตนเองว่ามีมูลเหตุจูงใจที่เป็นจริง และมองเห็นความจำเป็นที่จะทำการผลิต กล่าวในแง่ของการผลิตสื่อก็คือ “วัตถุประสงค์ในการผลิตสื่อครั้งนี้คืออะไร”

- เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน

- เพื่อประชาสัมพันธ์องค์กร
- เพื่อโฆษณา โน้มน้าวจูงใจ
- เพื่อให้ความบันเทิง
- เพื่อบอกกล่าวแจ้งข่าวสาร
- ฯลฯ

การกำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดตั้งแต่ต้น มีผลต่อแนวทาง (approach) ที่ใช้นำทางสื่อนั้น ๆ เช่น หากต้องการใช้เป็นสื่อการสอน แนวทางของสื่อจะต้องเน้นผลที่ได้จากการเรียนรู้ ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ (learning theory) เข้มงวดในความถูกต้องของข้อมูล ใช้ภาษาถูกหลักวิชาการแต่ก็ต้องไม่ลืมหลักจิตวิทยาผู้รับสารคือ ทำให้การเรียนเป็นเรื่องสนุก ตรงกันข้าม หากต้องการผลิตสื่อเพื่อให้ความบันเทิง แนวทางของสื่อจะกลับไปอีกขั้วหนึ่ง เน้นรูปแบบการนำเสนอที่กระตุ้นความสนใจ เร้าอารมณ์ และผ่อนคลาย ขณะที่สื่อเพื่อการประชาสัมพันธ์ และโฆษณาจะให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับการนำเสนอที่มีพลังโน้มน้าวใจ (persuasive power) เพื่อผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศคติและพฤติกรรมของผู้รับ ข้อเท็จจริงจึงกลายเป็นเรื่องรอง

2.2 WHO : เพื่อใคร

คำถามต่อมาก็คือ ผลิตสื่อนี้เพื่อใคร ใครคือผู้ชมที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

- เด็ก วัยรุ่น นักเรียน
- ครู อาจารย์ ปัญญาชน
- คนชรา คนพิการ ผู้ด้อยโอกาส
- ฯลฯ

การวิเคราะห์ผู้รับสารเป็นหลักการสำคัญที่สุดข้อหนึ่งของศาสตร์ว่าด้วยการสื่อสารมวลชน ผู้ผลิตหรือผู้ส่งสารจะต้องระบุผู้รับสารหรือกลุ่มเป้าหมายของตนเองให้ชัดเจน ยิ่งจำแนกแยกแยะได้ละเอียดเท่าใดก็ยิ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตมากเท่านั้น โดยเฉพาะผู้รับสารกลุ่มเด็ก ซึ่งพัฒนาการทางวุฒิภาวะมีความแตกต่างอย่างชัดเจนในช่วงอายุที่ห่างกันเพียงปีสองปี สื่อเพื่อเด็กก่อนวัยเรียนกับสื่อเพื่อเด็กอายุ 7 ขวบต้องออกแบบให้แตกต่างกัน ถ้าผู้ผลิตต้องการเน้นประสิทธิผลสูงสุดของสื่อ

พิจารณาในฐานะผู้รับสาร คนทุกคนมีลักษณะพิเศษเฉพาะของตนเอง (personal attribute) ซึ่งถูกกำหนดมาจากพื้นฐานของชีวิตส่วนตัว หน้าที่การงาน ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม ลักษณะเฉพาะทำให้คนแต่ละคนมีรสนิยม ความชอบ ทัศนคติ ความเชื่อ และค่านิยมต่อสิ่งต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน ในทางนิเทศศาสตร์ ผู้รับสารแต่ละคนเป็นผู้ถอดรหัสสาร (decode) ที่สื่อนำเสนอ หมายความว่า ผู้ส่งสารหรือผู้ผลิตสื่อเป็นผู้ใส่รหัส (encode) ลงไปในสารของตน ผ่านเทคนิคการผลิตทุกอย่าง อาทิ การคัดเลือกภาพ การลงเสียง การใส่ดนตรี คำบรรยาย เทคนิคมุมกล้อง สี แสง ฯลฯ ในความพยายามที่จะให้สารของตนสื่อความหมายไปถึงผู้รับสารตามที่ผู้ผลิตต้องการ อย่างไรก็ตาม ความพยายามดังกล่าวจะบรรลุผลหรือไม่ ธรรมชาติของผู้รับสารมีส่วนสำคัญไม่น้อย เพราะผู้รับสารมักใช้ความชอบหรือไม่ชอบ ความเชื่อ ทัศนคติความคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยภายในของแต่ละคนในการ

“ถอดรหัส” สารนั้น ๆ บ่อยครั้งเราจะพบว่าสารอย่างเดียวกัน ผู้รับสารสิบคนตีความหมายหรืออ่านสารไม่เหมือนกันเป็นสิบอย่าง นี่คือเหตุผลว่าเหตุใดผู้ผลิตสื่อจึงต้องรู้ให้แน่ชัดว่าสื่อของเขาใครจะเป็นผู้ถอดรหัส

2.3 WHAT : เรื่อง/เนื้อหาอะไร

เมื่อรู้กลุ่มผู้รับสารที่เป็นเป้าหมายแน่นอนแล้ว ก็ต้องกำหนดสาระที่จะนำเสนอ ทั้งนี้โดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ตั้งแต่ต้น

ไม่มีใครต้องการผลิตสื่อที่ไม่มีคนดู เรามีวัตถุประสงค์หรือแรงจูงใจที่ต้องการผลิตชัดเจนแล้ว กำหนดรู้แล้วว่าจะให้ใครเป็นผู้รับ แต่เท่านั้นยังไม่พอ ปมเงื่อนสำคัญยังอยู่ที่ว่าสิ่งที่เราสื่อไปถึงผู้รับนั้นเป็นสิ่งที่เขาสนใจหรือไม่ ถ้าให้ความสำคัญกับความสนใจของผู้รับสารไม่เพียงพอ ก็มีโอกาสที่การผลิตจะล้มเหลวอันเนื่องมาจากอัตวิสัย (subjectivity) ของผู้ส่งสาร กล่าวคือ ผู้ผลิตใช้ความสนใจ ความชอบ แม้กระทั่งบางครั้งเกิดจากเจตนาดีส่วนตัวเป็นเครื่องตัดสินใจ แทนที่จะพิจารณาถึงปัจจัยหลาย ๆ อย่างที่มีส่วนกำหนดความน่าสนใจของเนื้อหา เช่น

- เนื้อหาสื่อเกี่ยวข้องกับผู้รับสารหรือไม่ สิ่งนี้เป็นเงื่อนไขสำคัญที่จะทำให้ผู้รับรู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของสื่อ ยกตัวอย่างสื่อที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับอาหาร สุขภาพ ชีวิต และสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องใกล้ตัวทุกคน จึงย่อมมีผลทางจิตวิทยาดึงดูดให้ต้องการเปิดรับ

- เนื้อหาที่แสดงถึงความขัดแย้งมักมีแรงดึงดูดมากกว่าเนื้อหาที่ดำเนินไปอย่างราบเรียบ ความขัดแย้งที่ว่านี้ อาจเป็นความขัดแย้งระหว่างความคิดเห็นของคนกับคน ระหว่างคนกับสังคม ระหว่างคนกับธรรมชาติก็ได้ การโต้แย้งทางความคิดซึ่งนำไปสู่คำถามที่ท้าทายคำตอบจะปลุกเร้าความสนใจของคนได้มาก

- สื่อที่พยายามสร้างความเข้าใจกับคนดู ให้แง่คิดกับคนดู ทำเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย ย่อมได้รับความนิยมมากกว่าสื่อที่สร้างความสับสนงุนงง ทำให้ดูล้ำลึกจนเข้าไม่ถึง

2.4 HOW : ใช้สื่ออะไร/นำเสนออย่างไร

ด้วยวัตถุประสงค์เช่นนั้น กลุ่มเป้าหมายกลุ่มนั้น ๆ และเนื้อหาชนิดนั้น จะต้องเลือกใช้สื่อประเภทใดจึงจะได้รับประสิทธิผลสูงสุด สื่อสไลด์คงไม่เหมาะถ้าเป้าหมายคือกลุ่มเด็ก สื่อคอมพิวเตอร์คงไม่เหมาะถ้าวัตถุประสงค์เพื่อโฆษณาโน้มน้าวใจ ผู้ผลิตจะต้องมีความเข้าใจธรรมชาติของสื่อแต่ละชนิดและเลือกใช้สื่อให้เหมาะกับภาระหน้าที่เฉพาะหน้า

นอกจากนี้ผู้ผลิตยังควรเลือกรูปแบบการนำเสนอ (format) ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วัตถุประสงค์และกลุ่มเป้าหมายด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเลือกใช้สื่อวิทยุหรือสื่อโทรทัศน์ ซึ่งมีรูปแบบการนำเสนอได้หลากหลายอย่าง เนื้อหาบางอย่างเหมาะที่จะใช้รูปแบบรายงาน (announcing) เพื่อนำเสนอข้อมูลได้มาก บางอย่างใช้รูปแบบพูดคุย (talk) สบาย ๆ หรืออภิปราย (discussion) ถ้าต้องการทำให้เป็นวิชาการ บางเรื่องเหมาะที่จะถ่ายทำเป็นสารคดีเพื่อให้ความรู้ ผูกเรื่องเป็นละครขนาดสั้นในโครงการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ เป็นต้น

ถ้าผู้ผลิตวิเคราะห์จำแนกคำถามทั้ง 4 ข้อ (3W1H) จนได้คำตอบที่แน่ชัดแล้ว ก็อนุโลมได้ว่า ผู้ผลิตมีความมั่นใจว่าตนมีมูลเหตุจูงใจ (motivation) เพียงพอที่จะผลิต และเชื่อว่ากลุ่มผู้รับสารก็มีความต้องการ (needs) หรือมีแรงจูงใจเพียงพอที่จะรับ นั่นก็คือ เนื้อหาของสารเป็นเรื่องใกล้ตัวผู้รับหรือไม่ เป็นเรื่องที่มีประโยชน์ต่อผู้รับ

หรือไม่ หากมีแต่มูลเหตุจูงใจของผู้ผลิตอย่างเดียว แต่ไม่ได้วิเคราะห์ว่าผู้รับได้ประโยชน์และมีความต้องการหรือไม่ สื่อที่ผลิตออกมาก็จะได้ผลไม่คุ้มเหนื่อย แม้ในทางหลักการผู้ผลิตสามารถอาศัยเทคนิคการผลิตระดับสูงมาจูงใจผู้รับสารให้บังเกิดความต้องการได้ แต่ถึงอย่างไรก็ยังต้องปฏิบัติตามหลักการ 3W1H โดยเคร่งครัด เพื่อมิให้สื่อที่ผลิตออกมาห่างไกลจากจุดมุ่งหมายของผู้ผลิต และห่างไกลจากความเป็นจริงของผู้รับ

3. ความยาว (Length)

โดยธรรมชาติของมนุษย์ คนเราจะมีสมาธิหรือความสนใจจดจ่อ (concentration) กับสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้นานเท่าไร ขึ้นอยู่กับความน่าสนใจของสิ่งนั้น ภาพยนตร์เรื่อง Titanic ผู้ชมทั้งโรงสามารถนั่งชมจนจบเรื่องได้โดยไม่รู้ตัวว่าเวลาได้ผ่านไปเกือบ 3 ชั่วโมง ขณะที่รายการเทศนาธรรมะทางโทรทัศน์ มีสักกี่คนที่สนใจนั่งดูจนจบรายการ (ไม่ได้หมายความว่า รายการธรรมะไม่น่าสนใจ แต่ความน่าสนใจขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในของผู้รับสารด้วย)

นอกจากเนื้อหาของสื่อแล้ว สมาธิยังสัมพันธ์กับประเภทของสื่อที่ใช้ และวัยของผู้รับสื่อด้วย สื่อประเภทสไลด์ความยาวสูงสุดไม่ควรเกินครึ่งชั่วโมง เพราะสไลด์เป็นสื่อที่ไม่มีความเคลื่อนไหว ซ้ำต้องฉายในที่มืด โอกาสที่ผู้ชมจะหลับไปก่อนจึงมีสูง หากมีเนื้อหาจำเป็นต้องขยายความยาวมากกว่านั้น เช่น สไลด์สื่อการสอนประกอบบทเรียน ผู้ผลิตอาจพิจารณาทอนเนื้อหาเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงให้มีความสมบูรณ์และเป็นอิสระจากตอนอื่น ๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถหยุดพักระหว่างตอน หรือเลือกฉายเนื้อหาตอนใดตอนหนึ่งได้ตามต้องการ ความยาวของสื่อคอมพิวเตอร์สูงสุดไม่ควรเกิน 1 ชั่วโมง กล่าวโดยทั่วไปยกเว้นสื่อเพื่อความบันเทิง สื่อที่มีจุดมุ่งหมายจริงจังควรมีขนาดสั้น ระหว่าง 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมงเป็นอย่างสูง

วัยก็เป็นปัจจัยสำคัญ เด็กเป็นวัยที่ชอบเคลื่อนไหวซุกซน จึงมีสมาธิสั้นกว่าผู้ใหญ่ แม้แต่เด็กด้วยกันแต่อายุต่างกันก็มีระยะเวลารวมศูนย์ความสนใจไม่เท่ากัน ผู้ผลิตต้องสนใจกำหนดความยาวของสื่อให้เหมาะสมกับอายุของผู้รับแต่ละวัย

ความยาวของสื่อการสอนโดยสัมพันธ์กับอายุ (วิภา อุตมฉันท์, 2544, หน้า 6)

เด็กในวัยประถมศึกษา (อายุไม่เกิน 10 ปี)	10 – 15 นาที
เด็กในวันมัธยมศึกษาตอนต้น	15 – 20 นาที
เด็กโตและผู้ใหญ่	20 นาทีขึ้นไป

ขอยกตัวอย่างรายการของสถานีโทรทัศน์เพื่อสาธารณะของอเมริการายการหนึ่งคือ “เซซามี สตรีท” (Sesame Street) ผลิตและออกอากาศโดยสถานีเพื่อสาธารณะที่เรียกว่า PBS (Public Broadcasting Service) ในสหรัฐอเมริกา Sesame Street เป็นรายการมุ่งเพื่อเด็กก่อนวัยเรียนอายุประมาณ 2 – 4 ขวบ ซึ่งเป็นวัยที่มีความสนใจสั้นมาก ผู้ผลิตจึงต้องจัดรูปแบบรายการให้เหมือนนิตยสาร (magazine format) ประเดี๋ยวเล่านิทาน อีกประเดี๋ยวนำร้องเพลง โลดเต้นตามจังหวะ แต่ละช่วงของกิจกรรมมีความยาวเพียง 2 – 3 นาที ไม่ทันให้เด็กเกิดความเบื่อหน่าย ทำให้ Sesame Street ประสบความสำเร็จเป็นอย่างสูง เพราะสามารถสะกดเด็กตัวเล็ก ๆ ให้นั่งอยู่หน้าจอเครื่องรับโทรทัศน์ได้จนจบรายการ Sesame Street เป็นแบบอย่างของรายการสำหรับเด็กเล็กที่มีชื่อเสียงก้องโลก

4. การเลือกใช้สื่อให้เหมาะกับงาน

วิทยาการและเทคโนโลยีช่วยให้ผู้ใช้มีอิสระในการเลือกใช้สื่ออย่างกว้างขวาง แต่สิ่งที่พึงระลึกอยู่เสมอก็คือจะผสมผสานบรรดาสื่อทั้งปวงเข้าด้วยกันอย่างไร จึงจะบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้อย่างได้ผล (วิภา อุตมฉันท์, 2544, หน้า 7)

5. ข้อมูลและทีมงาน

ไม่ว่าจะผลิตสื่ออะไร ผลผลิตจะดีไปไม่ได้ ถ้าปราศจากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการเตรียมเนื้อหาอย่างพอเพียง ผู้ผลิตจะต้องมีข้อเท็จจริงทั้งหมดเกี่ยวกับสื่อที่จะผลิตอยู่ในมือ เพราะข้อเท็จจริงคือสิ่งเดียวที่น่าเชื่อถือ สื่อที่ไม่ได้นำเสนอข้อมูลอย่างถูกต้องและพอเพียงจึงไม่ประสบผลสำเร็จเพราะขาดพลังโน้มน้าวใจ (วิภา อุตมฉันท์, 2544, หน้า 9)

ขอเน้นอีกครั้งว่า การค้นคว้าข้อมูลคือหัวใจของการผลิตสื่อ ผู้ผลิตที่เข้าใจทุกสิ่งอย่างถ่องแท้ นอกจากนำเสนอข้อมูลได้อย่างมีพลังแล้ว มุมมองที่แปลกกว่าคนอื่น วิธีการนำเสนอที่แปลกใหม่สร้างสรรค์ ล้วนเกิดจากความเข้าใจที่ลึกซึ้งจนเป็นเนื้อเดียวกับเรื่องที่ผู้ผลิตต้องการจะสื่อออกมา น่าเสียดายที่ผู้ผลิตจำนวนไม่น้อยมักมองข้ามขั้นตอนการค้นคว้าข้อมูล ด้วยเห็นว่าเป็นเรื่องง่าย ๆ ตัวเองรู้เรื่องหมดแล้ว แต่อย่าลืมว่า การผลิตสื่อคือศิลปะ ใครมีข้อมูลมากกว่ากัน ย่อมมีอิสระที่จะเลือกวิธีการสื่อให้ “ต้องใจ” (touch) ผู้ชมได้มากกว่าคนอื่น

โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อการสอนซึ่งมีวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่ชัดเจน จะบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีทีมงานซึ่งร่วมมือกันอย่างใกล้ชิด ระหว่างนักวิชาการผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (subject specialist) กับนักวิชาการโสตทัศนศึกษา (media specialist) เพราะโดยปกติความเชี่ยวชาญทั้งสองอย่างมักจะไม่อยู่ในคน ๆ เดียวกัน media specialist แบ่งได้เป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งทำงานสร้างสรรค์ (creative) ได้แก่ visualizer คือคนที่มีความสามารถในการแปลงบทเรียนหรือข้อเขียนที่เป็นตัวหนังสือให้กลายเป็นภาพพร้อมที่จะสื่อออกมากับผู้ชม ประกอบด้วย คนเขียนสคริปต์ (script writer) คนออกแบบบทเรียน (instructional designer) คนที่เชี่ยวชาญการสื่อความหมายด้วยมุมกล้อง (camera angles) เป็นต้น media specialist อีกส่วนหนึ่งทำงานด้านเทคนิค (technical) ประกอบด้วย ทีมผู้ผลิต (production staff) เช่น ผู้กำกับ (director) ช่างกล้อง (camera) ผู้กำกับแสง (lighting) ฯลฯ และทีมงานไม่ต่ำกว่าสิบคน การผลิตสื่อเป็นเรื่องของทีมงาน (team-oriented) ศิลปินเดี่ยว หรือ one man show แจ้งเกิดไม่ได้ในวงการผลิตสื่อ (วิภา อุตมฉันท์, 2544, หน้า 10) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาก็มิได้หมายถึงนักวิชาการที่ช่ำชองในศาสตร์นั้น ๆอย่างที่เข้าใจกันเพียงอย่างเดียว โดยปกติเรามักจะให้ความสำคัญกับข้อมูลที่ได้รับจากนักวิชาการ แต่ในการผลิตสื่อไม่ควรมองข้ามข้อมูลที่มีชีวิตชีวาจากประสบการณ์ตรงของนักปฏิบัติ (practitioner) ที่มีความลึกซึ้งในเรื่องราวนั้น ๆ สื่อที่ผู้ผลิตนำผู้ชมไปพบกับชาวประมงเพื่อขอสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัญหาปลาทะเลที่ลดน้อยลงกว่าแต่ก่อน ย่อมมีสีสันกว่า อีกทั้งข้อมูลที่ได้จากชาวประมงก็น่าเชื่อถือไม่น้อยกว่าคำพูดของนักวิชาการหรือเจ้าหน้าที่กรมประมงแต่อย่างใด

6. การจัดเนื้อหา

การจัดเนื้อหา คือกระบวนการในการเรียบเรียงเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เป้าหมาย โครงเรื่องและรูปแบบการนำเสนอ (3W1H) ตามที่ได้กำหนดไว้ในขั้นวางแผนแล้ว จะจัดอย่างไรเนื้อหาสาระที่จะสื่อออกไปจึงมีน้ำหนักน่าเชื่อถือ และได้รับความสนใจ โดยพื้น ๆ แล้วเนื้อหาสำหรับผลิตสื่อไม่ต่างอะไรกับการวางโครงร่าง (outline) สำหรับการเขียนบทความที่ดีสักบทหนึ่ง ซึ่งโดยปกติมักประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ

- บทนำ (introduction)
- การดำเนินเรื่อง (development)
- การหักมุม (turn)
- สรุป (conclusion)

บทนำ จะต้องสั้น ใช้ประโยคที่เข้าใจง่าย เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้อ่านหรือผู้ชมให้เข้าสู่เนื้อเรื่อง ถ้าขึ้นต้นบทนำไม่ดีจะเกิดผลตรงกันข้าม คือทำให้ผู้ดูเปลี่ยนใจไม่เปิดรับสารต่อไป

การดำเนินเรื่อง ก็คือ การนำแก่นของเรื่อง (theme) หรือความคิดรวบยอดของเรื่องมาคลี่คลายให้เห็นพัฒนาการอย่างเป็นขั้นตอน

จุดหักมุม เป็นจุดที่เค้าโครงเรื่องที่ดำเนินการหักมุมอย่างไม่คาดคิด หรือเป็นการเสนอทัศนะจากมุมมองอื่นที่แตกต่างออกไป ซึ่งจะช่วยเสริมจุดสุดยอด (climax) ของเรื่องให้เด่นขึ้น หรือช่วยพัฒนาแก่นของเรื่องจนถึงจุดสูงสุด

การสรุป หรือการขมวดเรื่องทั้งหมดลงอย่างย่นย่อและมีศิลปะ จริงอยู่ส่วนสรุปจะต้องสัมพันธ์กับส่วนที่เป็นเนื้อหาและคำนำ แต่มิได้หมายความว่า บทสรุป คือการนำเอาเนื้อหาในส่วนข้างต้นทั้งหมดมาพูดซ้ำอีกครั้ง “การสรุปลงท้ายเรื่องที่ดีควรเป็นส่วนที่ผู้ผลิตทิ้งแง่คิด ความเห็น คำถาม หรือข้อเตือนใจ ซึ่งเป็นการรับทอด ตอกย้ำ หรือเพิ่มเติมเนื้อหาให้แก่ส่วนข้างต้น เพื่อให้ผู้ดูนำไปขบคิดสืบต่อจากความประทับใจที่ได้จากการรับสื่อ

สี่ขั้นตอนของการเขียนเรียงความ สามารถประยุกต์ใช้กับการสร้างสรรค์สื่อได้เป็นอย่างดี เนื่องจากสื่อการสอนทุกประเภทมีปัจจัยเรื่องเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง เราจึงต้องกำหนดเวลาให้กับขั้นตอนการสร้างสรรค์เนื้อหาทั้งสี่ขั้นให้เหมาะสมกับความยาวของเนื้อหา ประสบการณ์ทางด้านสื่อบอกให้เราทราบว่า ผู้ดูโดยทั่วไปจะคงความสนใจกับรูปแบบการดำเนินเรื่องและอารมณ์ของเรื่อง (mood) แบบเดียวได้ไม่เกินกว่า 2-3 นาที หมายความว่า ถ้าไม่มีการเปลี่ยนรูปแบบหรืออารมณ์ภายในเวลา 2 หรือ 3 นาที ความสนใจของผู้ชมจะน้อยลง หรือกระทั่งหมดความสนใจไป ภาพยนตร์ประเภทบู๊ล้างผลาญ แม้จะมีฉากยิงต่อสู้กันดุเดือดอย่างไร ก็ต้องสลับกับบทพูดคุยหรือรักกระจุ๋มกระจิ๋มเพื่อเปลี่ยนบรรยากาศ หรือผ่อนคลายอารมณ์คนดู ดังนั้น ถ้าเราจะผลิตสื่อที่มีความยาว 20 นาที โดยทั่วไปเราจะต้องเตรียมเนื้อหาเป็นตอน ๆ แต่ละตอนมีความยาว 2-3 นาที รวม 10 ตอน ตัวอย่างข้างล่างนี้แสดงให้เห็นการแบ่งเรื่องออกเป็นตอน (segment) ตอนละ 2-3 นาที

คำนำ	2 – 3 นาที
เดินเรื่อง	6 – 7 นาที
จุดเปลี่ยน	10 – 11 นาที
สรุป	2 – 3 นาที

การแบ่งเรื่องทั้งหมดออกเป็นตอน ๆ เช่นนี้เป็นเพียงแนวคิดคร่าว ๆ ที่พึงคำนึงถึงในขณะวางแผนรายการ แต่ในเวลาทำงานจริงอาจไม่สามารถทำตามมาตรฐานนี้ได้ทั้งหมด สิ่งสำคัญที่จะเน้นในที่นี้ก็คือ “ความคิด” (concept) ที่แทรกอยู่ระหว่างตอน (segment) ความต่อเนื่อง และการให้น้ำหนักแก่แต่ละตอนจะต้องสัมพันธ์กันโดยตลอดทั้งเรื่อง (วิภา อุตมฉันท์, 2544, หน้า 12)

7. สตอรี่บอร์ด (Storyboard) และการ์ด (Card)

การใช้ stroryboard และ card เป็นวิธีที่มีประโยชน์มากสำหรับสื่อที่นำเสนอเรื่องราวอย่างต่อเนื่องและต้องการการจัดลำดับเนื้อหาที่ชัดเจน เช่น สไลด์ วีดิทัศน์ และสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI storyboard ช่วยให้การทำเนื้อหาที่เป็นตัวหนังสือให้เห็นเป็นภาพ (visualize) ยิ่งกว่านั้น ยังทำให้เห็นลำดับเหตุการณ์หรือลำดับความต่อเนื่องลื่นไหลของฉาก (สำหรับสื่อโทรทัศน์และสไลด์) และลำดับของจอภาพ (สำหรับสื่อคอมพิวเตอร์) ได้อย่างชัดเจน

คำว่า storyboard บอกความหมายว่า หมายถึงกระดาน (board) ที่ใช้จัดเรียงเรื่อง (story) หรือเนื้อหาของสื่อที่จะผลิต storyboard ที่ทำเพื่อการจัดเรียงเนื้อหาโดยเฉพาะ จะใช้แผ่นฟิล์มหรือพลาสติกกั้นเป็นช่องให้เสียบบัตร (card) ได้เหมือนกับสมุดเก็บสะสมแสตมป์ บางคนก็ดัดแปลงบอร์ดติดประกาศธรรมดา หรือ bulletin board โดยเอาหมุดหรือเทปยึดการ์ดกับบอร์ดก็มี แต่ไม่ว่าจะใช้บอร์ดแบบไหน การทำ storyboard จะต้องมีการ์ดหรือบัตรบอกเรื่องราวการดำเนินเรื่อง นำการ์ดทั้งหมดไปเสียบหรือติดบนบอร์ดโดยเรียงลำดับเนื้อหาตามที่ต้องการนำเสนอจนหมด ทุกการ์ด เมื่อไล่ตามลำดับเนื้อหาบนการ์ดจนตลอดทั่วทั้งบอร์ด หรือนำการ์ดทั้งหมดมาวางบนโต๊ะ ก็จะปรากฏให้เห็นเป็นโครงเรื่องขึ้นทันที หากความต่อเนื่องของภาพและลำดับฉากต่าง ๆ ยังไม่เป็นที่พอใจ ก็สามารถสลับการ์ดหรือเรียบเรียงการ์ดใหม่ได้อย่างสะดวก การ์ดใดบรรจุเนื้อหากว้างเกินไปหรือกินความคาบเกี่ยวหลายหัวข้อ ก็เขียนใหม่ให้มีเนื้อหาแคบลง โดยเพิ่มการ์ดมากแผ่นขึ้น ถึงตอนนี้ผู้ผลิตและทีมงานก็สามารถสร้างความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับโครงเรื่องและการลำดับเหตุการณ์ของสื่อที่จะดำเนินการผลิตได้ทั้งหมด (วิภา อุตมฉันท์, 2544, หน้า 13)

สำหรับการผลิตสื่อสไลด์และสื่อวีดิทัศน์ storyboard เป็นขั้นตอนก่อนการเขียนบท หรือ script กล่าวคือเมื่อพอใจกับการเดินเรื่องใน storyboard แล้ว จึงนำการ์ดแต่ละใบไปเขียนรายละเอียดเป็นบท script ต่อไป ส่วนสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI storyboard คือขั้นตอนที่จำเป็นก่อนการจัดทำโปรแกรมลงคอมพิวเตอร์ แต่ปัจจุบันน้อยคนนักที่มีความอดทนในการทำ storyboard และ card เหมือนอย่างแต่ก่อน ขั้นตอนการทำงานมักถูกย่นย่อให้ง่ายขึ้น และข้ามขั้นตอนของ storyboard ไปสู่การเขียนรายละเอียดในขั้นเขียนสคริปส์สำหรับสื่อ

สไลด์และวีดิทัศน์ หรือข้ามขั้นตอนของการจัดทำ storyboard โดยใช้การ์ดไปสู่การทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ในกรณีที่ผลิตสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทันที เมื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนแล้วเสร็จ ขั้นตอนต่อไปคือ ผู้ผลิตควรทดสอบคุณภาพของสื่อการเรียนการสอนที่ผลิตขึ้น โดยทดลองกับกลุ่มประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องที่จะต้องปรับปรุงแก้ไข หลังจากปรับปรุงตามข้อมูลที่ได้มาแล้ว จึงจะสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงตามความมุ่งหมายต่อไป

กล่าวโดยสรุป กระบวนการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญที่สอดคล้องกับหลักการออกแบบการเรียนการสอนคือ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้และการประเมินผล

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality

ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า Augmented Reality (AR) มีนักวิชาการกล่าวถึงความหมายไว้ ดังนี้

เทคโนโลยี AR ย่อมาจากคำว่า Augmented Reality สำหรับประเทศไทยพจนานุกรม ราชบัณฑิตยสถาน ได้บัญญัติศัพท์คำว่า Augmented Reality เป็นภาษาไทยว่า “ความเป็นจริงเสริม”(สำนักงานราชบัณฑิตยสถาน, 2544) นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการได้เรียกชื่อไว้แตกต่างกัน ดังนี้

Augmented Reality ได้ถูกนิยามขึ้นโดย Ronald (1997) ซึ่งเป็นผู้คิดค้นและทำงานกับ Augmented Reality ที่เป็นเทคโนโลยีผสานโลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือน (Real and virtual environment) ไว้ด้วยกัน โดยใช้วิธีการซ้อนภาพสองมิติ หรือสามมิติ ที่อยู่ในโลกเสมือน ให้อยู่บนภาพที่เห็นจริงที่สามารถตอบโต้ได้ทันที (Interactive in real time)

Klopfer &Squire (2008) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความจริงเชื่อมโยงกับโลกเสมือนจริงมารวมอยู่ในพื้นที่เดียวกัน มีลักษณะสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การผสานกันขอวัตถุเสมือนและวัตถุจริงในสภาพแวดล้อมที่แท้จริง มีการโต้ตอบได้ทันที (Real time) การกำหนดตำแหน่งระหว่างวัตถุจริงและวัตถุเสมือน

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า Augmented Reality หรือ AR เป็นเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Reality) และความเสมือนจริง (Virtual) เข้าด้วยกัน ผ่านวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น Webeam, computer, pattern, software และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มอนิเตอร์ โปรเจคเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผล โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมได้ทันที อาจมีลักษณะทั้งที่เป็นภาพนิ่ง ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว และรวมถึงภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงประกอบด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบ

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2556) ได้ให้ความหมายว่า Augmented Reality (AR) คือ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริง (Real world) เข้ากับการปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง (Virtual world) โดยผ่านการเทคนิคการแสดงผลสามมิติจากกล้องเว็บแคม ทำให้เกิดการซ้อนทับระหว่างภาพในโลกแห่งความเป็นจริง กับภาพที่เกิดขึ้นในโลกเสมือน ซึ่งการผสมผสานของภาพที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องเกิดขึ้นจากการได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเป็นสำคัญ

รักษพล ธนานุวงศ์ (2556) กล่าวถึงเทคโนโลยี AR ว่าเป็นเทคโนโลยีที่ผสมโลกของความจริง (Real world) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual world) โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่เห็นจริง ๆ ในโลกของความเป็นจริง ผ่านกล้องดิจิทัล เว็บแคม หรืออุปกรณ์อื่น ๆ และให้ผลการแสดงภาพ ณ เวลาจริง (Real time)

เกรียงไกร พละสนธิ (2559) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) หรือ AR เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่ผสมผสานโลกของความจริง (Real world) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual world) โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่เห็นจริง ๆ ในโลกของความเป็นจริง เพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้แบบเฟรมต่อเฟรมด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่เห็นจริง ๆ ในโลกของความเป็นจริง

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2561, หน้า 196) อธิบายเพิ่มเติมว่า ความเป็นจริงเสริม (AR: Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีที่นำสื่อที่เคยเป็นส่วนประกอบบนโลกเสมือน (Virtual world) เช่น ภาพกราฟิก วีดีโอ รูปทรงสามมิติ แอนิเมชั้น ให้ผนวกซ้อนทับกับภาพในโลกจริงที่ปรากฏบนมอนิเตอร์ แสดงผล เป็นการผสมผสานระหว่างความเป็นจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นมา

กล่าวโดยสรุป เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง เทคโนโลยีการนำเสนอภาพ 2 มิติ การจำลองภาพวัตถุ 3 มิติ การสร้างภาพเคลื่อนไหว และการออกแบบสถานการณ์ให้เสมือนกับว่ามีวัตถุหรือมีเหตุการณ์เกิดขึ้นจริงบนสภาวะแวดล้อมขณะนั้น และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับอุปกรณ์แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์ รวมถึงสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต

AR เป็นความต่อเนื่องของการขยายสภาพความจริงไปสู่สภาพเสมือนหรือเป็นความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงและสภาพแวดล้อมที่เสมือน อย่างไรก็ตามความหมายของ AR ยังไม่มีการนิยามที่แจ่มชัด แม้ว่าเป็นที่สนใจกันอย่างกว้างขวางก็ตาม (Milgram & Kishino, 1994)

โดยสรุปแล้ว เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ (Augmented Reality: AR) หมายถึง การผสมผสานระหว่างโลกเสมือนจริง (Virtual world) เข้ากับโลกของความจริง (Real world) โดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อประเภทต่าง ๆ อาทิ กล้องดิจิตอลของแท็บเล็ต สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อให้ผู้ดูเห็นภาพเสมือนอยู่ในสถานการณ์นั้นจริง ๆ

การทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ คือ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน ผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Markerเพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker

2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง

3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติ จากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการทำงาน

ฮาร์ดแวร์ที่สำคัญสำหรับการสร้างงานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ ได้แก่

1. ส่วนแสดงผล (Display)

ส่วนแสดงผลที่ใช้สำหรับการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ ได้แก่

- ชุดสวมศีรษะ (HMD: Head Mounted Display)
- การแสดงบนมือถือหรืออุปกรณ์พกพา (HD: Handheld Display)
- การแสดงบนจอดิจิตัล (SAR: Spatial Augmented Reality)

2. กล้องถ่าย (Tracking) ในการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ใช้กล้องดิจิตัลและ/ หรือตัวจับภาพ GPS หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เช่น อุปกรณ์ไร้สาย ทั้งนี้ เทคโนโลยีแต่ละอย่างทำหน้าที่ในระดับที่เหมาะสม เพื่อเสริม AR ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. อุปกรณ์ป้อนเข้า (Input devices) ใช้ 3D ในการจัดภาพ

4. คอมพิวเตอร์ (Computer)

5. แผนที่นำทาง GPS และเข็มทิศ

กล่าวโดยสรุป เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ คือ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน ผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ โดยสามารถสร้างภาพออกมาได้ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพสามมิติ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในทุก ๆ วงการ โดยมีอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อเพื่อที่จะสามารถเข้าชมได้

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2561, หน้า 136-197) อธิบายเกี่ยวกับการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมหรือเออาร์ว่า การผสานเข้าระหว่างสื่อผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เป็นการสร้างข้อมูลด้วยอีกข้อมูลหนึ่ง คือ ข้อมูลที่รับภาพจากกล้องวีดีโอรับภาพในขณะนั้นกับสื่อที่เตรียมไว้ และแสดงผลอีกครั้งลงบนหน้าจอ โดยใช้องค์ประกอบ ดังนี้

- เออาร์โคด (AR Code) หรือสัญลักษณ์ที่เรียกว่า มาร์คเกอร์ (Marker) ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุ
- กล้องวีดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ ทำหน้าที่จับสัญญาณที่ใช้มองตำแหน่งของเออาร์โคดแล้วผ่านส่วนส่งข้อมูลเข้าไปยังซอฟต์แวร์ (AR Engine)
- AR Engine เป็นตัวส่งข้อมูลที่อ่านได้ผ่านเข้าซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผล ทำหน้าที่เช่น การติดตามทิศทาง (Tracking) การผสมภาพ 3 มิติและภาพจริงให้เหมือนภาพเดียวกัน (Rendering) การจัดความเข้มของแสง

- แสดงผล (Display) ใช้จอแสดงผล เพื่อให้เห็นผลข้อมูลที่ส่วนส่งข้อมูล นำภาพส่งเข้ามาส่งมาให้ในรูปแบบของภาพหรือวีดีโอหรืออีกวิธีหนึ่ง เราสามารถรวมกล้อง AR Engine และจอภาพเข้าด้วยกันในอุปกรณ์เดียว เช่น โทรศัพท์มือถือ หรืออื่น ๆ

ประเภทและการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือเออาร์

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือเออาร์ สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) แบบที่ใช้ภาพสัญลักษณ์ (Marker base) และ 2) แบบที่ใช้ระบบพิกัด (Location base) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างข้อมูลบนโลกเสมือนจริง ภาพสัญลักษณ์ที่ใช้นิยมเรียกว่า มาร์คเกอร์ (Marker) หรืออาจจะเรียกว่าเออาร์โค้ดก็ได้ โดยใช้กล้องเว็บแคมในการรับภาพ เมื่อซอฟต์แวร์ที่ใช้งานประมวลผลรูปภาพพบสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ ก็จะแสดงข้อมูลภาพสามมิติที่ถูกระบุไว้ในโปรแกรมให้เห็น ทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะหมุนดูภาพที่ปรากฏได้ทุกทิศทาง หมุนได้ 360 องศา การสร้างเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยทั่วไปประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหามาร์คเกอร์จากภาพที่ได้จากกล้อง แล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของมาร์คเกอร์ วิเคราะห์รูปแบบของมาร์คเกอร์ การวิเคราะห์ภาพ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัยมาร์คเกอร์เป็นหลักในการทำงาน (Marker-based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less-based AR)
2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose estimation) ของมาร์คเกอร์เทียบกับกล้อง
3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพโดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

ตัวอย่างเช่น เมื่อผู้เรียนในภาพกล้องวีดีโอเห็นภาพวัตถุเสมือนในจอมอนิเตอร์และแสดงการปฏิสัมพันธ์ใด ๆ เช่น การจับต้องวัตถุที่เห็นบนหน้าจอ ซอฟต์แวร์ได้รับข้อมูลใหม่นี้จึงทำการประมวลผลผสานปฏิกิริยาของผู้เรียนและการเปลี่ยนแปลงโต้ตอบของวัตถุเสมือนจริงนั้น แสดงผลลงบนมอนิเตอร์อีกครั้ง

การพัฒนาแอพพลิเคชั่น เพื่อนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในปัจจุบันสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และ iOS โดยทั้ง 2 ระบบสามารถทำได้ 2 รูปแบบ คือ 1) ใช้ซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นความเป็นจริงเสริม ที่เรียกว่า Augmented Reality SDK (Sofware development kit) ยกตัวอย่างเช่น ARLab, ARmedia, ARPA และ ARToolKit เป็นต้น 2) ใช้แอพพลิเคชั่นสำเร็จรูป ที่สนับสนุนการทำงานบนโทรศัพท์มือถือประเภทสมาร์ทโฟน และบนเครื่องคอมพิวเตอร์ (Personal computer) ซึ่งปัจจุบันนักพัฒนาแอพพลิเคชั่น ได้พัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการของระบบปฏิบัติการที่หลากหลายรูปแบบ คือ Windows, Linux, iOS หรือ Android เป็นต้น ตัวอย่างของแอพพลิเคชั่นที่นิยมใช้ ได้แก่ Layar, Blippar หรือ Aurasma เป็นต้น ซึ่งซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาความเป็นจริงเสริมที่นิยมใช้ในประเทศไทย คือ Aurasma และ Layar ทั้งสองแอพพลิเคชั่นมีข้อดี คือ ระบบที่พัฒนาขึ้นจะมีการจัดเก็บในฐานข้อมูลกลางของแอพพลิเคชั่น ส่งผลให้ผู้ใช้สามารถใช้แอพพลิเคชั่นในการอ่านสัญลักษณ์อื่น ๆ ได้จำนวนมาก (ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของแอพพลิเคชั่น) เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจถึงความแตกต่างของแอพพลิเคชั่นทั้ง 2 ชนิด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

Layar เป็นแอพพลิเคชั่นที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถดูเนื้อหาอิเล็กทรอนิกส์ในหลากหลายรูปแบบ เช่น Poster หน้านิตยสาร โฆษณา รวมไปถึงรหัสสินค้าที่เป็น QR Code ซึ่งเป็นแอพพลิเคชั่นหนึ่งที่มีการเชื่อมโยงการระบุ

ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (GPS) สำหรับการค้นหาสถานที่ในบริเวณใกล้เคียง เช่น ร้านอาหาร หรือกิจกรรมอื่น ๆ ที่สนใจ เป็นต้น

Aurasma เป็นซอฟต์แวร์หนึ่ง ที่น่าสนใจในการใช้สร้างสื่อในรูปแบบของความเป็นจริงเสริม บนโทรศัพท์มือถือประเภทสมาร์ทโฟน ที่สนับสนุนการทำงานระบบปฏิบัติการ iOS และ Android ซึ่งซอฟต์แวร์ Aurasma จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงโลกแห่งความจริง และโลกเสมือนเข้าไว้ด้วยกัน โดยสามารถแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือประเภทสมาร์ทโฟน ในรูปแบบมัลติมีเดีย เช่น ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว หรือภาพสามมิติต่าง ๆ ซึ่งผู้ใช้สามารถสร้างสื่อที่ต้องการนำเสนอ (ในรูปแบบมัลติมีเดีย) และจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลของ Aurasma ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ปัจจุบันมีนักวิจัย ผู้สอน รวมถึงผู้สนใจใช้ซอฟต์แวร์ Aurasma ในการนำเสนอข้อมูลด้านต่าง ๆ จำนวนเพิ่มมากขึ้น และการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้ Aurasma ในการนำเสนอข้อมูลแหล่งท่องเที่ยววัดพระแก้ว จังหวัดเชียงราย โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการทำงานของแอพพลิเคชั่น Aurasma

หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ขั้นตอนที่ 1-4 พบว่า อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำงานของความเป็นจริงเสมือน มีองค์ประกอบ 4 ประการ คือ 1) กล้องสำหรับอ่านสัญลักษณ์ อาจรวมถึงอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในการระบุตำแหน่งเพิ่มเติม (กรณีที่ไม่ใช้สัญลักษณ์) เช่น GPS เป็นต้น 2) อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลภาพสัญลักษณ์ 3) ฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลสัญลักษณ์ และข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ 4) อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเสนอ ทั้งภาพและเสียง และเมื่อพิจารณาถึงหลักการทำงานของความเป็นจริงเสริม ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์แล้วพบว่า การทำงานในขั้นตอนที่ 1-4 จะเป็นการทำงานของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ที่มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกัน (ถ้ากล้องไม่สามารถอ่านค่าสัญลักษณ์ได้ในบางช่วงแล้ว อาจส่งผลให้ไม่สามารถแสดงข้อมูลความเป็นจริงเสริมได้) ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงเทคโนโลยีในปัจจุบัน พบว่า มีอุปกรณ์หลาย ๆ ชนิดที่มีองค์ประกอบครบทั้ง 4 ประการ ข้างต้น เช่น สมาร์ทกลาส (Smart glasses) ซึ่งปัจจุบันมีหลายผลิตภัณฑ์ คือ EPSON MOVERIO (Urbanwearables.technology, 2014), GOOGLE GLASS (John McNeil Studio, 2014) และ VUZIX (Glassappsource, n.d.)

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดภาพที่เป็นสัญลักษณ์ ที่ต้องการให้นำเสนอข้อมูลความเป็นจริงเสริม ภาพในที่นี้สามารถเป็นได้ คือ ภาพจากวัตถุ หรือภาพจากสถานที่จริง หรือภาพจากหนังสือหรือวารสารต่าง ๆ โดยใช้กล้องโทรศัพท์มือถือถ่ายรูป หรือกำหนดผ่านระบบออนไลน์ (Online)

ขั้นตอนที่ 2 เลือกสื่อมัลติมีเดีย (Multimedia) ที่ต้องการนำเสนอ สามารถเลือกได้หลายรูปแบบ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพสามมิติ รวมถึงเสียง เป็นต้น ซึ่งสามารถเลือกได้จากคลังภาพของโปรแกรม หรือผู้ใช้สร้างขึ้นเอง นอกจากนั้นผู้ใช้สามารถกำหนดตำแหน่งและขนาดที่ต้องการแสดงผลได้ โดยผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับศาสนสถานที่สำคัญภายในวัดพระแก้ว รวมถึงประวัติความเป็นมา เพื่อนำเสนอในรูปแบบวีดีโอให้กับนักท่องเที่ยว 3 ภาษา

ขั้นตอนที่ 3 จัดเก็บไฟล์ที่ต้องการนำเสนอ ซึ่งในขั้นตอนนี้ซอฟต์แวร์ต้องทำการติดต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อนำข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 และ 2 จัดเก็บในฐานข้อมูลของ Aurasma เพื่อให้สัญลักษณ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อนำเสนอข้อมูลในวีดีโอ ให้ผู้ใช้สามารถที่จะอ่านสัญลักษณ์ที่กำหนดได้

ขั้นตอนที่ 4 การแสดงผลภาพ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการนำวีดีโอ ภาพนิ่ง (ประวัติศาสตร์) เสียง ที่จัดทำขึ้น แสดงผลบนจอภาพโทรศัพท์มือถือประเภทสมาร์ทโฟน ซึ่งการทำงานในส่วนนี้จะทำงานควบคู่กับกล้องที่อ่านสัญลักษณ์ รวมถึงมุมมองของการอ่านสัญลักษณ์ในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งจะประมวลผลในเวลาจริง (นิติศักดิ์ เจริญรูป, 2560)

จากผลงานวิจัยของ Lulian Radu (Lulian, 2014) ศึกษาเรื่อง Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis จากการวิเคราะห์สิ่งพิมพ์เผยแพร่ จำนวน 26 เรื่อง เพื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้ของนักเรียนโดยแอพพลิเคชั่น AR กับโปรแกรมที่ไม่ใช่ AR โดยระบุผลกระทบเชิงบวกและลบจากประสบการณ์ AR พบประโยชน์ของการเรียนด้วยเทคโนโลยี
AR ดังนี้

1. เพิ่มความเข้าใจในเนื้อหา เช่น การเรียนรู้โครงสร้างและฟังก์ชั่นเชิงพื้นที่การเรียนรู้ภาษา
2. ช่วยในความจำระยะยาว
3. ปรับปรุงประสิทธิภาพของการดำเนินงานทางกายภาพ
4. ปรับปรุงการทำงานร่วมกัน
5. เพิ่มแรงจูงใจของนักเรียน

พนิดา ตันศิริ (2553) กล่าวถึงกระบวนการทำงานภายในของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Maker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Maker database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Maker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Maker
2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose estimation) ของ Maker เทียบกับกล้อง
3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

เทคโนโลยีเสมือนจริง สามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน (Maker based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less based AR) หลักการเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย

1. ตัว Marker (หรือที่เรียกว่า Markup)
2. กล้องวีดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือตัวจับ Sensor อื่น ๆ
3. ส่วนแสดงผลอาจเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์หรือจอภาพโทรศัพท์มือถือหรืออื่น ๆ
4. ซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ

ประเภทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ Marker-based และ Location-based

1. Marker-based เป็นประเภทที่ใช้กันมากที่สุด โดยใช้บาร์โค้ช 2 มิติ ซึ่งง่ายที่สุดในประเภทของ AR makers ส่วนประเภทที่ซับซ้อนมากขึ้นจะประกอบด้วยรูปภาพที่มีสีสันและมีความหมาย เมื่อใช้สมาร์ทโฟนที่มี

แอพพลิเคชั่น AR สแกนไปที่รูปแบบที่มีลักษณะแบบบาร์โค้ดหรือภาพเคลื่อนไหวลงบนหน้าจอ หลักการทำงานของ Marker-based AR หรือที่เรียกว่า Recognition-based augmented reality

2. Location-based มีหลักการทำงาน คือ เมื่อกล้องถ่ายรูปบนมือถือสมาร์ทโฟนที่มีแอพพลิเคชั่น Location-based AR ส่องไปที่สถานที่จริง ซอฟต์แวร์ GPS จะจำจำตำแหน่งสถานที่ที่ได้บันทึกไว้ ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่บันทึกไว้และอุปกรณ์ตรวจจับที่บันทึกผ่านเซ็นเซอร์ เช่น Accelerometer และ Gyroscope แอพพลิเคชั่นจะนำเสนอข้อมูลของตำแหน่งดังกล่าวซ้อนทับกับฉากจริงที่มองเห็นได้ด้วยกล้องถ่ายรูป หลักการทำงานของ Location-based

แอพพลิเคชั่นในการทำงานด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

การสร้างงานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ (Augmented Reality: AR) นอกจากที่ผู้สร้างจะใช้โปรแกรมต่าง ๆ แล้ว ปัจจุบันได้มีการสร้างแอพพลิเคชั่นสำหรับรองรับการทำงานของเทคโนโลยีความจริงเสมือนแบบง่าย ๆ (เกรียงไกร พละสนธิ, 2559) ดังนี้

1. HP Reveal (ชื่อเดิม Aurasma) เป็นแอพพลิเคชั่นที่สามารถสร้างงานออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ หรือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) แบบง่าย ๆ ได้โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานการเขียนโปรแกรม HP Reveal สามารถสร้างงานได้ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และงานสามมิติ

2. Zoobrust เป็นแอพพลิเคชั่นแบบง่ายสำหรับการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) โดยที่ผู้สร้างสามารถนำเนื้อหา ภาพประกอบ เพิ่มลงในหนังสือได้ทันที

3. Layar แอพพลิเคชั่นสำหรับหาสถานที่ต่าง ๆ เหมาะสำหรับการค้นหา Location base

4. ColarMix เป็นแอพพลิเคชั่นที่ให้ผู้ใช้สร้างสรรค์งานศิลปะในแบบของตัวเอง พร้อมให้ตัวการ์ตูนออกมาโลดแล่นในรูปแบบสามมิติทั้งภาพและเสียง

5. Junaio เป็นแอพพลิเคชั่นที่เหมาะสำหรับการทำ Location base

แอพพลิเคชั่นในการทำงานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

สำหรับการสร้างงานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้นั้น นอกจากที่ผู้สร้างจะใช้โปรแกรมต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วในปัจจุบัน มีหลายท่านได้ทำการสร้างแอพพลิเคชั่นสำหรับรองรับการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้แบบง่าย ๆ ซึ่งแอพพลิเคชั่นที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ จัดว่าเป็นแอพพลิเคชั่นที่ติดอันดับ 10 แอพพลิเคชั่นด้านการศึกษาในปัจจุบัน

1. Aurasma

Aurasma จัดว่าเป็นแอพพลิเคชั่นที่สามารถสร้างงานออคเมนเต็ดเรียลลิตี้แบบง่าย ๆ ได้โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานการเขียนโปรแกรม รวมทั้งออรัสม่ายังสามารถสร้างงานได้ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และงานสามมิติได้อีกด้วย http://www.aurasma.com/

2. Zoobrust

Zoobrust เป็นแอพพลิเคชั่นสำหรับสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) โดยที่ผู้สร้างสามารถนำเนื้อหา ภาพประกอบ เพิ่มลงในหนังสือได้ทันที http://zooburst.com/

3. Layar

Layar แอพพลิเคชั่นสำหรับหาสถานที่ต่าง ๆ จัดว่าเป็นแอพพลิเคชั่นที่เหมาะสำหรับการค้นหา Location base แรก ๆ http://www.layar.com/

4. ColarMix

ColarMix เป็นแอพพลิเคชั่นที่ให้ผู้ใช้สร้างสรรค์งานศิลปะในแบบของตัวเองพร้อมให้ ตัวการ์ตูนออกมาโลดแล่นในรูปแบบสามมิติทั้งภาพและเสียง http://colarapp.com/

5. Junaio

Junaio แอพพลิเคชั่นที่เหมาะสำหรับการทำ Location base

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ชั้นนำที่ต้องรู้จัก

1. AcrossAir

ใช้ได้สำหรับระบบปฏิบัติการ IOS

AcrossAir จัดว่าเป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ สำหรับนำทางระบบ 3D ที่น่าตื่นตื่นใจที่จะช่วยให้เข้าถึงสถานที่ของคุณได้อย่างง่ายดาย โดยการนำสมาร์ทโฟนส่องไปรอบ ๆ เพื่อดูร้านอาหารโรงแรม สถานที่สำคัญ โรงภาพยนตร์และอื่น ๆ พร้อมทั้งยังจะเชื่อมต่อกับ Google maps เพื่อกำหนดตำแหน่งที่ชัดเจนได้

2. Google Goggles

ใช้ได้สำหรับระบบปฏิบัติการ Android

Google Goggles ใช้เทคโนโลยีการจดจำภาพที่จะส่งข้อมูลเกี่ยวกับโลโก้ต่าง ๆ และสถานที่สำคัญ บาร์โค้ดหรือรหัส QR Code เพิ่มช่องทางการติดต่อบนนามบัตร อ่านสรุปนวนิยายโดยการสแกนชื่อเรื่องทั้งหมดโดยใช้การถ่ายภาพ

3. Google Sky Map

ใช้ได้สำหรับระบบปฏิบัติการ Android

Google Sky Map จัดว่าเป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ที่เหมาะสำหรับนักดาราศาสตร์ หรือผู้ที่สนใจเรื่องดวงดาวและจักรวาล เพียงโหลด Application แล้วนำไปส่องบนท้องฟ้า คุณจะเห็นได้ถึงความพิเศษบนอุปกรณ์ของคุณ

4. iOnRoad Augmented Driving

ใช้ได้สำหรับระบบปฏิบัติการ Android และ IOS

iOnRoad Augmented Driving จัดว่าเป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ที่เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องใช้รถเป็นประจำ เพราะเป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับการนำทาง โดยการเชื่อมต่อกับระบบ GPSและเซ็นเซอร์อื่น ๆ สำหรับนำทาง

5. Wikitude World Browser

ใช้ได้สำหรับระบบปฏิบัติการ Android, IOS, Blackberry และ WindowPhone

Wikitude World Browser จัดว่าเป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ที่เหมาะสำหรับการค้นหาสถานที่ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นร้านอาหาร โรงแรมที่พัก สถานที่สำคัญต่าง ๆ

6. Layar

ใช้ได้สำหรับระบบปฏิบัติการ Android, IOS และ Blackberry

Layar จัดว่าเป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ที่เหมาะสำหรับการค้นหาสถานที่ต่าง ๆ คล้ายกับ Wikitude World Browser ไม่ว่าจะเป็นร้านอาหาร โรงแรมที่พัก สถานที่สำคัญต่าง ๆ

การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

1. ด้านการแพทย์ ใช้แสดงภาพเสมือนของอวัยวะภายในของสิ่งมีชีวิตเทียบกับร่างกายในโลกจริง เช่น แอพฯ iPad จาก Fraunhofer institute for medical image computing MEVIS ในประเทศเยอรมนี ที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อช่วยศัลยแพทย์ในการรักษาเนื้องอกในตับโดยไม่ทำลายหลอดเลือดที่สำคัญ ในระหว่างการผ่าตัด ศัลยแพทย์สามารถดูภาพจำลองของตับเพื่อดูตำแหน่งของหลอดเลือดได้ และจะแสดงผลแบบ Real-time ซ้อนทับโครงสร้างลำตัวโดยอัตโนมัติ (Medgadget, 2013) หรือใช้ในการสร้างภาพเสมือนจริงสามมิติให้นักศึกษาแพทย์ได้ฝึกใช้เครื่องมือแพทย์รักษาหรือผ่าตัดผู้ป่วยแบบไม่ต้องสัมผัสกับผู้ป่วยจริง (รักษพล ธนานุวงศ์, 2556)

2. ใช้เพื่อการนำเสนอข้อมูลหรือโครงสร้างภายในที่ซับซ้อน ซึ่งเข้าใจยากให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยอาจสร้างเป็นหนังสือประกอบการเรียนการสอน ตัวอย่างผลงานของนางสาวศญาดา ก่อกิจความดี จากกลุ่มวิชาเอกเทคโนโลยีมีเดียชีวการแพทย์ และนายปัณณวิชญ์ คำต่าย กลุ่มวิชาเอกดิจิทัล สาขาเทคโนโลยีมีเดีย โครงการร่วมบริหารหลักสูตรมีเดียอาตส์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) ได้ร่วมกันพัฒนาผลงาน สื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยามนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์ในรูปแบบสามมิติโดยใช้เทคโนโลยีภาพเสมือน (Augmented Reality) ในรูปแบบแอพพลิเคชั่นบนระบบแอนดรอยด์ที่ชื่อว่า AR Anatomy (ประชาชาติธุรกิจ, 2560)

การใช้งานแอพพลิเคชั่น AR Anatomy เริ่มด้วยเปิดแอพแล้วนำไปส่องลงบนตำแหน่งต่าง ๆ บนโปสเตอร์ซึ่งมี Maker แล้ว แอพจะแสดงภาพ 3 มิติขึ้น โดยแสดงรายละเอียดของอวัยวะนั้น ๆ ทั้งภาพ คำศัพท์และเสียงพูด ซึ่งจะช่วยให้เกิดการจดจำและการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

ผู้ใช้ยังสามารถแยกดูอวัยวะในระบบต่าง ๆ ได้ทีละระบบตามหลัก Anatomy 11 ระบบอาทิ ระบบกระดูก ระบบหายใจ ระบบประสาท ระบบไหลเวียนเลือด ระบบขับถ่าย ระบบสืบพันธุ์และระบบหัวใจที่เป็นแอนิเมชั่นแสดงให้เห็นจังหวะการเต้นของหัวใจ เพื่อสร้างความน่าสนใจมากขึ้น นอกจากนั้นภาพสามมิติที่ปรากฏบนแอพยังสามารถซูมเข้าดูอย่างละเอียดได้ และยังสามารถหมุนดูในมุมต่าง ๆ ได้ถึง 360 องศา

3. การใช้เป็นสื่อเพื่อส่งเสริมพัฒนาการด้านการอ่านของเด็กปฐมวัย ตัวอย่างเช่น การใช้แอพพลิเคชั่น AR Book โดยเลือกใช้เมนู หัดอ่านอนุบาล 1 ซึ่งได้รับการพัฒนาเทคโนโลยี AR จาก ดร.ก้องเกียรติ หิรัญเกิด และ ดร.นรินธน์ นนทมาลย์ (ผู้ช่วย) โดยใช้คู่กับ หนังสือ หัดอ่านภาษาไทย เล่ม 1 (กไก่-ฮ นกฮูก) หรือ หัดอ่านภาษาอังกฤษ เล่ม 1 (A B C) (Teacherinnovator, 2560) ซึ่งจะช่วย ให้เด็กมีพัฒนาการ ดังต่อไปนี้

3.1 พัฒนาการด้านร่างกาย เกิดการประสารสัมพันธ์ระหว่างมือกับตา ขณะเด็กเลือกเปิดหน้าหนังสือที่ต้องการ รวมถึงการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามจังหวะดนตรี

3.2 พัฒนาการด้านอารมณ์และจิตใจ แสดงอารมณ์ที่เป็นสุขจากการเล่นกับสิ่งของและผู้คน อาจแสดงท่าทางตามจังหวะเสียงเพลง

3.3 พัฒนาการด้านสังคม สนับสนุนให้เด็กได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับบุคคลต่าง ๆ เล่าเรื่องราวที่ตนได้เรียนรู้ รู้จักแบ่งปันสิ่งต่าง ๆ กับเพื่อน

3.4 พัฒนาการด้านสติปัญญา รู้จักพยัญชนะไทย 44 ตัว (ก ไก่-ฮ นกฮูก) และพยัญชนะภาษาอังกฤษ 26 ตัว (A-Z) พร้อมกับคำศัพท์เกี่ยวกับสี และวันใน 1 สัปดาห์ เรียนรู้วิธีการออกเสียงอย่างถูกต้องตามเสียงอ่านที่ชัดเจน

4. นำเสนอเรื่องราวเป็นคลิปวีดีโอ พร้อมเสียงประกอบ เช่น แอพพลิเคชั่น ARZIO โดยทางกระทรวงวัฒนธรรมได้จัดทำแผ่นพับที่ระลึกงานพระราชพิธีถวายพระเพลิงพระบรมศพพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ซึ่งสามารถดาวน์โหลดแอพพลิเคชั่นนี้ได้ทั้งระบบ IOS และ Android โดยใช้แอพพลิเคชั่นส่องลงบนแผ่นพับ จะมีภาพเนื้อหาทั้งพระบรมฉายาลักษณ์ พระราชประวัติและพระราชกรณียกิจ และเมื่อส่องที่แผนผังพระเมรุมาศ จะปรากฏรูปกราฟฟิค 3 มิติของพระเมรุมาศ แบบ 360 องศา พร้อมเสียงขับทำนองเสนาะเฉลิมพระเกียรติ(Techoffside, 2560)

5. ด้านอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มาสร้างภาพเครื่องยนต์แบบสามมิติสำหรับให้ผู้ใช้ได้เรียนรู้การปฏิบัติงานประกอบรถยนต์ (รักษพล ธนานุวงศ์, 2556)

สรุป การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน สามารถช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ เพิ่มการดึงดึงผู้เรียนให้สนใจในเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอมากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการจดจำข้อมูลเนื้อหาได้ดีขึ้นด้วย ก่อเกิดความคงทนในการเรียนรู้ อันส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น (ภูวสัสสร์ อินอ้าย, 2559; ณัฏฐา ผิวมา และปริศนา มัชฌิมา, 2560; เกรียงไกร พละสนธิ, 2559; ณัฏฐ์ ดิษเจริญ, ฐิติกร ประครองญาติ,นลพรรณ ประลอบพันธุ์ และสุภาพร พรไต, 2557; ณัฏฐ์ ดิษเจริญ, กรวัฒน พลเยี่ยม, พนิดา วังคะฮาต และปุรมิ จารุจำรัส, 2557; พรทิพย์ ปริยวาทิต, 2558) นอกจากนี้ ยังใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปใช้ในการเรียนการสอนในขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ (Explore) การนำเสนอ (Explain) หรือนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Collaborative learning) (รักษพล ธนานุวงศ์, 2556)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในการนำเสนอข้อมูลทางด้านต่าง ๆ มีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีลักษณะเด่นในเรื่องของการสร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ ให้กับกลุ่มผู้บริโภค (รุ่นใหม่) ที่มีความสนใจในการรับรู้ข้อมูลสินค้า โดยใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในหลากหลายรูปแบบก่อนการสั่งซื้อสินค้า ซึ่งถือเป็นโอกาสของนักการตลาดที่จะสร้างโอกาสขายสินค้า รวมถึงโอกาสของการมีส่วนร่วมกับผู้บริโภค (Customer engagement) ในการสร้างกลไกหรือช่องทางการตลาด เพื่อให้ผู้ใช้สินค้ามีการติดต่อสื่อสารกับทางบริษัทเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบันมีความสนใจนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนี้มาใช้กันอย่างมากมาย ในส่วนนี้ขออธิบายถึงการประยุกต์ใช้ความเป็นจริงเสริม ใน 3 ด้าน คือ ด้านการศึกษา (Education) ด้านการท่องเที่ยว (Tourism) และด้านโฆษณา (Advertising) โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ด้านการศึกษา ได้มีนักวิจัยหลายท่านได้ประยุกต์ใช้ความเป็นจริงเสริม กับการศึกษาในหลายระดับชั้น ตั้งแต่ระดับชั้นปฐมวัยถึงระดับมหาวิทยาลัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้ ในระดับปฐมวัย Rabia (2016) ได้พัฒนางานวิจัยในหัวข้อการศึกษากับของเล่นมายากลด้วยเทคโนโลยีเป็นจริงเสริมสำหรับการศึกษาปฐมวัย ในขณะที่ประเทศไทยได้ทำงานที่สอดคล้องกัน คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อใช้ในการสอนเรื่อง พยัญชนะภาษาไทย (สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง และณัฐวี อุตกฤษฎ์, 2555) ส่วนในระดับมหาวิทยาลัย Murat et al. (2016) ได้ทำงานวิจัยการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาถึงผลกระทบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ทักษะและทัศนคติต่อห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และอำนาจ ชิดทอง (2555) ได้ทำการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อผลิตสื่อการสอน สำหรับโครงสร้างต้นไม้ ซึ่งงานวิจัยทั้ง 4 เรื่อง สามารถสรุปผลที่คล้ายกัน ดังนี้ ระดับปฐมวัย พบว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้

อาจารย์ผู้สอนมีวิธีการสอนใหม่เพิ่มเติม (สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง และณัฐวี อุตกฤษฎ์, 2555) ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษาระดับปฐมวัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (Rabia, 2016) ที่ได้จากการทดสอบ 5 สัปดาห์ ว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีนัยสำคัญในการพัฒนาทักษะการศึกษาของนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัย และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนี้ สามารถช่วยให้นักศึกษามีทัศนคติที่ดีต่อการศึกษา และการปฏิบัติการในวิชาฟิสิกส์ด้วย สอดคล้องกับ อำนาจ ชิดทอง (2555) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีความน่าสนใจ และสามารถกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งจากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่ามีการนำความเป็นจริงเสริม มาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในด้านการศึกษามากขึ้น

ด้านการโฆษณาและประชาสัมพันธ์ ได้มีงานศึกษาวิจัยเพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในด้านของการโฆษณาและประชาสัมพันธ์ รวมถึงการทำกลยุทธ์เพื่อการแข่งขันอย่างยั่งยืน (Branding) ยกตัวอย่างเช่น ศุษมา แสนปากดี (2557) ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในบอร์ดประชาสัมพันธ์ หัวข้อ “ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน” โดยมีวัตถุประสงค์กระตุ้นให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ และสามารถปรับตัวเพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ซึ่งผลการวิจัย พบว่า นักศึกษามีความประทับใจในรูปแบบการนำเสนอที่ผสมผสานเทคโนโลยีเสมือนจริงกับบอร์ดประชาสัมพันธ์ นอกจากนั้น ยังมีบริษัทผู้จำหน่ายสินค้าหลายผลิตภัณฑ์ที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับการโฆษณา และเพิ่มช่องทางในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ เช่น บริษัท ชิเซโด้ นำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาใช้ผ่านกระจกดิจิตอล เพื่อจำลองการทดสอบการแต่งหน้าว่าเหมาะกับลูกค้าหรือไม่ โดยระบบจะทำการซ้อนภาพส่วนของการแต่งหน้าขึ้นบนใบหน้าจริงที่ปรากฏบนหน้าจอในลักษณะของการเปรียบเทียบให้เห็นทั้งก่อนและหลังแต่งหน้าซึ่งในการใช้งานจะให้ลูกค้านั่งหน้าเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วให้กล้องสแกน จากนั้นจะวิเคราะห์รูป ใบหน้า สีผิว รวมถึงองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อแนะนำว่า ลูกค้าควรเลือกแต่งหน้าโดยใช้เครื่องสำอางใด และสามารถสั่งพิมพ์ภาพใบหน้าก่อนและหลังแต่ง พร้อมข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้เพื่อเลือกซื้อได้ตามความต้องการ นอกจากนั้น บริษัท Tissot ผู้ผลิตนาฬิกาได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยให้ลูกค้าสามารถลองสินค้าผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่มีเว็บแคม โดยลูกค้าจะเลือกรหัสสินค้าหรือรุ่นที่ต้องการ ทำให้ลูกค้าได้ลองสินค้าเสมือนจริงผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจนได้สินค้าที่ถูกใจก่อนสั่งซื้อสินค้า

ด้านการท่องเที่ยว ได้มีผู้วิจัยหลายท่านไดประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กับการท่องเที่ยว สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้ Jiri and Pavla (2015) ทำวิจัยเรื่อง การใช้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการสอนประวัติและการท่องเที่ยว ในงานวิจัยให้แสดงให้เห็นถึงโอกาสใหม่ในการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับการท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ โดยใช้แอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์ มือถือ ร่วมกับตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ที่ช่วยให้ข้อมูลเสมือน ในรูปแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่สามารถให้ความรู้อย่างมีประสิทธิภาพและน่าสนใจ นอกจากนั้น Jung et al. (2015) ศึกษาปัจจัยของคำแนะนำในการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กรณีศึกษาสวนสนุกเกาหลี จากความพร้อมในการใช้งานที่เพิ่มขึ้นของสมาร์ทโฟนและโทรศัพท์มือถือ ที่มีต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยว และยังคงเพิ่มวิธีทางที่ทำให้นักท่องเที่ยวเพิ่มช่องทางการเข้าถึงข้อมูลของนักท่องเที่ยว ซึ่งในปัจจุบันมีการประยุกต์ความเป็นจริงเสริมไปใช้กับการท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้น อันเนื่องมาจากความสามารถขอโทรศัพท์มือถือประเภทสมาร์ทโฟนที่เพิ่มมากขึ้น รวมถึงมีอุปกรณ์ที่สนับสนุนการทำงานความเป็นจริงเสริมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในงานวิจัยเกี่ยวกับการท่องเที่ยว มีความพยายามที่จะศึกษาการนำไปประยุกต์ใช้ รวมถึงการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคในด้านการใช้งานแอพพลิเคชั่น และพฤติกรรม รวมถึงคำแนะนำต่าง ๆ ของผู้ใช้งาน

ทำไมต้องนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้มาใช้ในการศึกษา

1. เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้มีการนำเนื้อหาที่หลากหลายเข้ามาใช้ในการเรียนการสอน ดังนั้นผู้เรียนก็จะเกิดองค์ความรู้ที่หลากหลายในการเรียนรู้ โดยที่ทั้งผู้สอนและผู้เรียนสามารถเรียนรู้ร่วมกันได้อีกจำนวนมาก

2. ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนได้ การที่ผู้สอนนำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้มาใช้ในการเรียนการสอน จะทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมเนื้อหาการเรียนได้ตามศักยภาพของตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ตามความแตกต่างของผู้เรียน (Individual difference)

3. มีรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน

4. สร้างโลกเสมือนจริงบางครั้งเสี่ยงต่ออันตรายให้สามารถเรียนรู้ได้โดยปลอดภัย

5. ขยายโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจสถานที่ที่ไม่สามารถท่องไปได้ในความเป็นจริง เช่น อวกาศหรือภายในภูเขาไฟที่กำลังระเบิด

6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำการทดลองในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสถานการณ์จำลอง

ประโยชน์ของการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในการเรียนการสอน

นอกจากจะสามารถสร้างความน่าสนใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนแล้ว สื่อเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ยังจะสามารถสร้างแรงบันดาลใจและจุดประกายให้กับผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่สนใจด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เมื่อได้สัมผัสกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พวกเขาอาจเกิดจินตนาการนำไปคิดต่อยอด พัฒนาและสร้างสรรค์เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับการใช้งานในด้านอื่น ๆ ต่อไปได้ เนื่องจากในปัจจุบันในสาขาอาชีพต่าง ๆ ได้มีการนำเทคโนโลยี AR มาช่วยในการทำงานมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมรถยนต์มีการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มาสร้างภาพเครื่องยนต์แบบสามมิติสำหรับให้ผู้ใช้ได้เรียนรู้การปฏิบัติงานประกอบรถยนต์ ในด้านการแพทย์ มีการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการสร้างภาพเสมือนสามมิติให้นักศึกษาแพทย์ได้ฝึกใช้เครื่องมือแพทย์รักษาหรือผ่าตัดผู้ป่วยแบบไม่ต้องสัมผัสกับผู้ป่วยจริง หรือในทางธุรกิจ มีการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในการแสดงภาพสินค้าแบบสามมิติที่อยู่ภายในกล่องโดยที่ไม่ต้องแกะกล่อง ดังนั้น การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ สัมผัส และทดลองใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในชั้นเรียน จะทำให้พวกเขาคุ้นเคยกับเทคโนโลยี และมีความพร้อมที่เพิ่มพูนทักษะเกี่ยวกับเทคโนโลยีประเภทนี้เมื่อต้องเรียนในระดับสูงหรือทำงานต่อไปในอนาคต

แนวโน้มในอนาคตของการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ในการศึกษา

ในอนาคตอันใกล้ การออกแบบและสร้างภาพเสมือนสามมิติแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จะไม่ได้ถูกจำกัดเพียงแค่ผู้ที่มีความรู้ความชำนาญด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่ทุกคนจะสามารถออกแบบและสร้างเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ขึ้นมาเองได้อย่างง่าย ๆ ในเวลาไม่นาน และไม่เสียค่าใช้จ่าย (แต่ภาพเสมือนสามมิติที่ได้อาจจะไม่สวยงามเท่ากับภาพที่ผู้เชี่ยวชาญสร้างขึ้น) นอกจากนี้ จากงานวิจัยด้านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีผู้ได้เริ่มนำ AR มาสร้างสรรค์นวัตกรรม ตัวอย่างเช่น Google Glass ซึ่งแว่นตาที่ผนวกเทคโนโลยี AR เข้ากับการมองผ่านเลนส์ ทำให้ผู้สวมแว่นมองเห็นโลกจริงที่ซ้อนกับโลกเสมือน ช่วยให้ผู้ใส่แว่นสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างสะดวกสบายยิ่งขึ้น ดังนั้นในอนาคตที่ไม่ไกล การนำสื่อ AR ไปใช้ในการเรียนการสอนในอนาคตจะไม่เพียงเป็นการนำไปสร้างความสนใจนั้น แต่จะสามารถเข้าไปมีส่วนในขั้นตอนการ

สำรวจตรวจสอบ (Explore) การเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Collaborative learning) หรือการเรียนรู้แบบอื่น ๆ ที่ครูและผู้เรียนในศตวรรษที่ 21ต้องเฝ้าติดตามดูกันอย่างใกล้ชิดต่อไป (รักษพล ธนานุวงศ์, 2556)

สรุปได้ว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ไม่ใช่สิ่งที่ใหม่สำหรับบ้านเรา แต่ก็ยังมีคนที่รู้จักอยู่ในวงจำกัด ซึ่งในอนาคตเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจะมีการพัฒนาไปอย่างก้าวกระโดดในแทบทุกวงการรวม ไม่เว้นแม้กระทั่งวงการศึกษาที่น่าจะได้รับผลกระทบจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในด้านบวกเป็นอย่างมาก ตรงจุดนี้อยู่ที่ผู้นำไปใช้หรือครูอาจารย์ต้องมีการปรับตัวเพื่อเตรียมรับกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมอย่างเต็มที่

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความสามารถทางสมองอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับบุคคลได้ จากข้อมูลที่ปรากฏ พบว่า ได้มีผู้เสนอแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลายแนว ได้แก่ แนวคิดของกลุ่มจิตมิติ แนวคิดของกลุ่มประมวลผลข่าวสารข้อมูล ซึ่งเป็นแนวคิดทฤษฎีความสามารถทางสมองที่แสดงให้เห็นทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีดังนี้

1. ทฤษฎีโครงสร้างทางเชาว์ปัญญาของกิลฟอร์ด (The structure of intelligence)

Guildford (1967 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2544) นักจิตวิทยาในกลุ่มจิตมิติมีความเชื่อว่าความสามารถทางสมองนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ในลักษณะของการปฏิบัติงานตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ในลักษณะของความสามารถด้านต่าง ๆ ที่เรียกว่า องค์ประกอบและสามารถประเมินความสามารถนี้ได้ด้วยแบบสอบที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งทฤษฎีของกิลฟอร์ด อธิบายว่า ความสามารถทางสมองของมนุษย์นั้น ประกอบด้วยสามมิติ คือ มิติด้านเนื้อหา (Contents) มิติด้านวิธีการ (Operation) และมิติด้านผลผลิต (Products) และได้อธิบายรูปแบบของการคิดแก้ปัญหาโดยทั่ว ๆ ไปว่า เป็นกระบวนการของความสามารถทางสมองด้านการจำ (Memory) การรับรู้และความเข้าใจ (Cognition) การคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) การคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) และการประเมินค่า (Evaluation) ความสามารถทั้ง 5 ประการนี้จะปฏิบัติการร่วมกัน

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการผสมผสานกันระหว่างองค์ประกอบที่เป็นมิติตามแนวคิดของกิลฟอร์ดที่อธิบายว่า เมื่อบุคคลพบปัญหาจากสิ่งแวดล้อม บุคคลจะทำความรู้จักกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของปัญหาและสภาพที่ก่อให้เกิดปัญหา โดยการแปลงรูปให้เข้ากับความรู้ที่มีอยู่ในสวนของความจำ ซึ่งบางครั้งอาจมีการแก้ไขข้อมูลก่อน จากนั้นจะประเมินกลั่นกรองเพื่อแยกประเภทข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น อาจจะใช้การคิดทั้งแบบเอกนัยและอเนกนัยสลับกันตามลักษณะของปัญหาว่าต้องการคำตอบแบบใด ดังที่ กิลฟอร์ด ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบที่มีความสำคัญสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น แบ่งได้ 3 องค์ประกอบ คือ 1) ด้านพุทธิปัญญา 2) ด้านแก้ปัญหา แบ่งเป็นการคิดแบบเอกนัยและแบบอเนกนัย และ 3) ด้านการประเมิน

2. ทฤษฎีเชาว์ปัญญาตามแนวคิดด้านกระบวนการประมวลข่าวสาร (Information processing theory)

สเตอร์นเบอร์ก (Stermberg, 1985 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2544) ได้เสนอทฤษฎีเชาว์ปัญญาสามเกลียวว่า ส่วนประกอบของเชาว์ปัญญา มี 3 ส่วน สามารถอธิบายเป็นทฤษฎีย่อย 3 ทฤษฎี ได้แก่

1. ทฤษฎีย่อยของความสอดคล้องกับบริบทของสังคม อธิบายถึงความสามารถ

ทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การเลือกสิ่งแวดล้อมที่อำนวยประโยชน์สูงสุดมากกว่าที่ทำตามความเคยชิน และการดัดแปลงสิ่งแวดล้อมในขณะนั้นให้เหมาะสมกับทักษะความสนใจและค่านิยม

2. ทฤษฎีย่อยประสบการณ์ อธิบายถึงงานหรือสภาพการณ์จะเป็นสิ่งกำหนดให้คนแสดงความสามารถทางเชาว์ปัญหาออกมาได้ดีที่สุด โดยงานหรือสภาพการณ์นั้นจะต้องมีลักษณะค่อนข้างแปลกใหม่ แต่ไม่ใช่สิ่งใหม่ทั้งหมด หรือเมื่อเขาอยู่ในกระบวนการของการปฏิบัติที่ต้องเป็นไปโดยอัตโนมัติในการทำงานที่กำหนดให้

3. ทฤษฎีย่อยกระบวนการคิด อธิบายถึงโครงสร้างกลไกที่อยู่เบื้องหลังพฤติกรรมทางปัญญา กระบวนการคิดแยกเป็นส่วนที่เป็นตัวควบคุมทั้งหมดซึ่งควบคุมการประมวลความรู้และช่วยในการดำเนินการคิดและประเมินผลที่ได้จากการคิดของบุคคล ส่วนของการปฏิบัติจะดำเนินงานไปตามที่ได้วางไว้ และส่วนที่ทำให้ได้ความรู้เป็นส่วนที่เลือกความจำ จำได้ ประมวลความรู้ใหม่ แล้วเปรียบเทียบกับความรู้เดิมเพื่อรับความรู้ใหม่เข้ามาไว้ในระบบความจำ

จะเห็นได้ว่าทฤษฎีย่อย 3 ทฤษฎีนี้ ได้อธิบายกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง การเลือกและการดัดแปลงสิ่งแวดล้อมของบุคคล ซึ่งสเตอร์นเบอร์ก เชื่อว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดที่อยู่ในส่วนที่เป็นตัวควบคุม ซึ่งควบคุมกระบวนประมวลความรู้และช่วยบุคคลในการคิดและประเมินผลที่ได้จากการคิด เป็นกระบวนการกำหนดขั้นสูงที่ใช้ในการวางแผน ติดตาม และประเมินการปฏิบัติ เป็นกระบวนการที่รับผิดชอบในการกำหนดว่าจะทำอย่างไรกับงานหรือชุดของงานนั้น เพื่อให้งานนั้นดำเนินไปได้อย่างถูกต้อง

แนวคิดของเดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel & Mayhew, 1957, pp. 179-181) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย ความสามารถต่าง ๆ 5 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา ประกอบด้วย

1.1 ความสามารถในการตระหนักถึงความเป็นไปของปัญหา ได้แก่ การล่วงรู้ถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันในสภาพการณ์ การรู้ถึงความขัดแย้งและเรื่องราวที่สำคัญสภาพการณ์ ความสามารถในการระบุจุดเชื่อมต่อที่ขาดหายไปของชุดเหตุการณ์ หรือความคิดและการรู้ถึงสภาพปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบ

1.2 ความสามารถในการนิยามปัญหา ได้แก่ การระบุถึงธรรมชาติของปัญหา ความเข้าใจถึงสิ่งที่เกี่ยวข้อง และจำเป็นในการแก้ปัญหา สามารถนิยามองค์ประกอบของปัญหา ซึ่งมีความยุ่งยากและเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม สามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็นส่วนประกอบที่สามารถจัดกระทำได้ สามารถระบุองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา สามารถจัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน

2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การหาคำตอบของปัญหา คือ สามารถตัดสินใจว่าข้อมูลใดมีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

2.1 ความสามารถในการจำแนกแหล่งข้อมูล

2.2 ความสามารถในการระบุว่าข้อมูลใดควรยอมรับหรือไม่

2.3 การเลือกตัวอย่างข้อมูลที่มีความเพียงพอและเชื่อถือได้

2.4 การจัดระบบ ระเบียบของข้อมูล

3. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประกอบด้วย

3.1 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ผู้อ่างเหตุผลไม่ได้กล่าวไว้

3.2 ความสามารถในการระบุข้อมตกลงเบื้องต้นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอ้างเหตุผล

4. ความสามารถในการกำหนด และเลือกสมมติฐาน ประกอบด้วย

4.1 การค้นหา การชี้แนะต่อคำตอบของปัญหา

4.2 การกำหนดสมมติฐานต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น

4.3 การเลือกสมมติฐานที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดมาพิจารณาเป็นอันดับแรก

4.4 การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูล และข้อตกลงเบื้องต้น

4.5 การกำหนดสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ยังไม่ทราบ และเป็นข้อมูลที่จำเป็น

5. ความสามารถในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล และการตัดสินความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผล ประกอบด้วย

5.1 ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยข้อตกลงเบื้องต้น สมมติฐานและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การระบุความสัมพันธ์ระหว่างคำกับประพจน์ การระบุถึงเงื่อนไขที่จำเป็น และเงื่อนไขที่เพียงพอ การระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และความสามารถในการระบุและกำหนดข้อสรุป

5.2 ความสามารถในการพิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของกระบวนการที่นำไปสู่ข้อสรุป ได้แก่ การจำแนกการสรุปที่สมเหตุสมผลจากการสรุปที่อาศัยค่านิยม ความพึงพอใจและความลำเอียง การจำแนกระหว่างการคิดหาเหตุผลที่มีข้อสรุปได้แน่นอน กับการคิดหาเหตุผลที่ไม่สามารถหาข้อสรุปที่เป็นข้อยุติได้

5.3 ความสามารถในการประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้ ได้แก่ การระบุเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการพิสูจน์ข้อสรุป การรู้ถึงเงื่อนไขที่ทำให้ข้อสรุปไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ และการตัดสินความเพียงพอของข้อสรุปในลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหา

แนวคิดของวัตสัน และเกลเซอร์ (Watson & Glaser, 1964, pp. 10-15) ได้กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย ทัศนคติ ความรู้ และทักษะในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. ทัศนคติในการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการเห็นปัญหา และความต้องการที่จะสืบเสาะค้นหาข้อมูล หลักฐานมาพิสูจน์เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง

2. ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง และการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล

3. ทักษะในการประยุกต์ใช้ความรู้และทัศนคติดังกล่าวมาใช้ให้เป็นประโยชน์

จากการศึกษาค้นคว้า การวิจัยต่าง ๆ วัตสันและเกลเซอร์ ได้สรุปว่า การวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต้องวัดจากความสามารถย่อย ๆซึ่งมีอยู่ 5 ด้าน คือ ความสามารถในการอ้างอิง (Inferences) ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of assumptions) ความสามารถในการอนุมาน (Deduction) ความสามารถในการตีความ (Interpretation) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of arguments)

แนวคิดของวูลฟอร์ค (Woolfolk, 1995, p. 312) ได้กำหนดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. การนิยาม และการทำความกระจ่างชัดของปัญหา ซึ่งจำแนกเป็น 4 ความสามารถย่อย ได้แก่

1.1 การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญญา เป็นความสามารถในการระบุในความสำคัญของเรื่องที่อ่าน การอ้างเหตุผล ภาพล้อทางการเมือง การใช้เหตุผลต่าง ๆ และข้อสรุปในการอ้างเหตุผล

1.2 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่างคน วัตถุ สิ่งของ ความคิด หรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป

1.3 การกำหนดว่าข้อมูลใดมีความเกี่ยวข้อง เป็นความสามารถในการจำแนกระหว่างข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้กับข้อมูลที่ไม่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้ รวมทั้งการจำแนกระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องราว

1.4 การกำหนดคำถามที่เหมาะสม เป็นความสามารถในการกำหนดคำถาม ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราว

2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา จำแนกเป็น 6 ความสามารถย่อย ได้แก่

2.1 การจำแนกหลักฐาน เป็นลักษณะข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ซึ่งพิจารณาตัดสินโดยใช้เหตุผล เป็นความสามารถในการประยุกต์เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อการพิจารณาตัดสินลักษณะคุณภาพของการสังเกตและการคิดหาเหตุผล

2.2 การตรวจสอบความสอดคล้อง เป็นความสามารถในการตัดสินว่าข้อความหรือสัญลักษณ์ที่กำหนด มีความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสอดคล้องกับบริบททั้งหมดหรือไม่

2.3 การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ได้กล่าวอ้าง เป็นความสามารถในการระบุว่าข้อตกลงเบื้องต้นใดที่ได้กล่าวไว้ในการอ้างเหตุผล

2.4 การระบุภาพพจน์ในการอ้างเหตุผล เป็นความสามารถของการระบุความคิดที่บุคคลยึดคิดหรือความคิดตามประเพณีนิยม

2.5 การระบุความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยม และอุดมการณ์ เป็นความสามารถในการระบุความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์

3. การแก้ปัญหาหรือการลงข้อสรุป จำแนกเป็น 2 ความสามารถย่อย ได้แก่

3.1 ข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอทั้งด้านปริมาณและคุณภาพต่อการนำไปสู่ข้อสรุป การตัดสินใจ หรือการกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้ ได้หรือไม่

3.2 การพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ เป็นความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ของเหตุการณ์ หรือชุดของเหตุการณ์ต่าง ๆ

แนวคิดของสเตอร์นเบอร์ก และบารอน (Sternberg & Baron, 1985, pp. 40-43) แบ่งความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การจัดการ (Metacomponents) เป็นกระบวนการในการจัดการ ซึ่งเกี่ยวกับการวางแผนว่าจะทำอะไร การติดตามดูขณะที่กำลังดำเนินอยู่ และการประเมินผลจากที่ดำเนินการเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว

การจัดการ (Metacomponents) รวมถึง

- การระลึกรู้ว่าปัญหามีอยู่
- การกำหนดลักษณะของปัญหา
- การเลือกชุดขององค์ประกอบ หรือขั้นตอนในการดำเนินการ เพื่อแก้ปัญหา
- การเลือกตัวแทนทางปัญญา ซึ่งประกอบด้วย ปัจจัยต่าง ๆ กับยุทธวิธีที่สามารถปฏิบัติได้
- การติดตาม การกำกับ การแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน

- ความเข้าใจ และการใช้ข้อมูลย้อนกลับจากภายนอก

2. การปฏิบัติการ (Performance components) เป็นกระบวนการซึ่งปฏิบัติตามข้อแนะนำของการจัดการ (Metacomponents) จัดเป็นกระบวนการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น

- การวินิจฉัยความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้า
- การประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ที่ถูกวินิจฉัยแล้วกับสิ่งเร้าใหม่
- การจัดตั้งความสัมพันธ์ระดับสูงระหว่างความสัมพันธ์ด้วยกัน

3. การได้มาซึ่งความรู้ (Knowledge-acquisition components) เป็นการนำกระบวนการในลำดับที่ต่ำกว่านำมาใช้ เพื่อการเรียนรู้ว่า อะไรควรทำเป็นประการแรก ประกอบด้วย

- การเลือกสิ่งเร้าเข้ารหัส (Selective encoding) ทำหน้าที่เลือกสรรข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง กับจุดมุ่งหมายที่ต้องการของบุคคล
- การเลือกเข้าด้วยกัน (Selective combination) ทำหน้าที่รวมรหัสข้อมูลที่เลือกสรรเข้าด้วยกัน
- การเลือกเปรียบเทียบ (Selective comparison) ทำหน้าที่หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลใหม่และข้อมูลเก่า

แนวคิดของเดอคาโรลี (Decaroli, 1973, pp. 67-68) แบ่งแนวคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำและข้อความและการกำหนดเกณฑ์
2. การกำหนดสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หาทางเลือก และการพยากรณ์
3. การประมวลผลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหาหลักฐานและจัดระบบข้อมูล
4. การตีความเท็จจริง และการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน
5. การใช้เหตุผล โดยระบุเหตุและผลความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์
6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ความสมเหตุสมผล
7. การประยุกต์ใช้ หรือนำไปปฏิบัติ

ทฤษฎีของเอนนิส (Ennis theory) เอนนิสได้ให้นิยามการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เผยแพร่เป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1962 และได้ปรับขยายคำนิยามให้ครอบคลุมมากขึ้น ในปี ค.ศ. 1985 ต่อมา ในปี ค.ศ. 1989 เขาได้เขียนหนังสือร่วมกับ นอริส (Norris) ซึ่งมีชื่อว่า “Evaluating critical thinking” คำนิยามในหนังสือมีความหมายเช่นเดียวกับคำนิยามที่เขาได้ให้ไว้ คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล และคิดแบบตรึกตรองเพื่อการตัดสินใจก่อนที่จะเชื่อ หรือก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ (Ennis, 1985, pp. 45-48)

จากความหมายนี้มีประเด็นสำคัญ ดังนี้

ประการแรก การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความคิดที่ใช้เหตุผล นั่นคือ เป็นความคิดที่ดีเหมาะสม มีเหตุผลที่ดียอมรับ

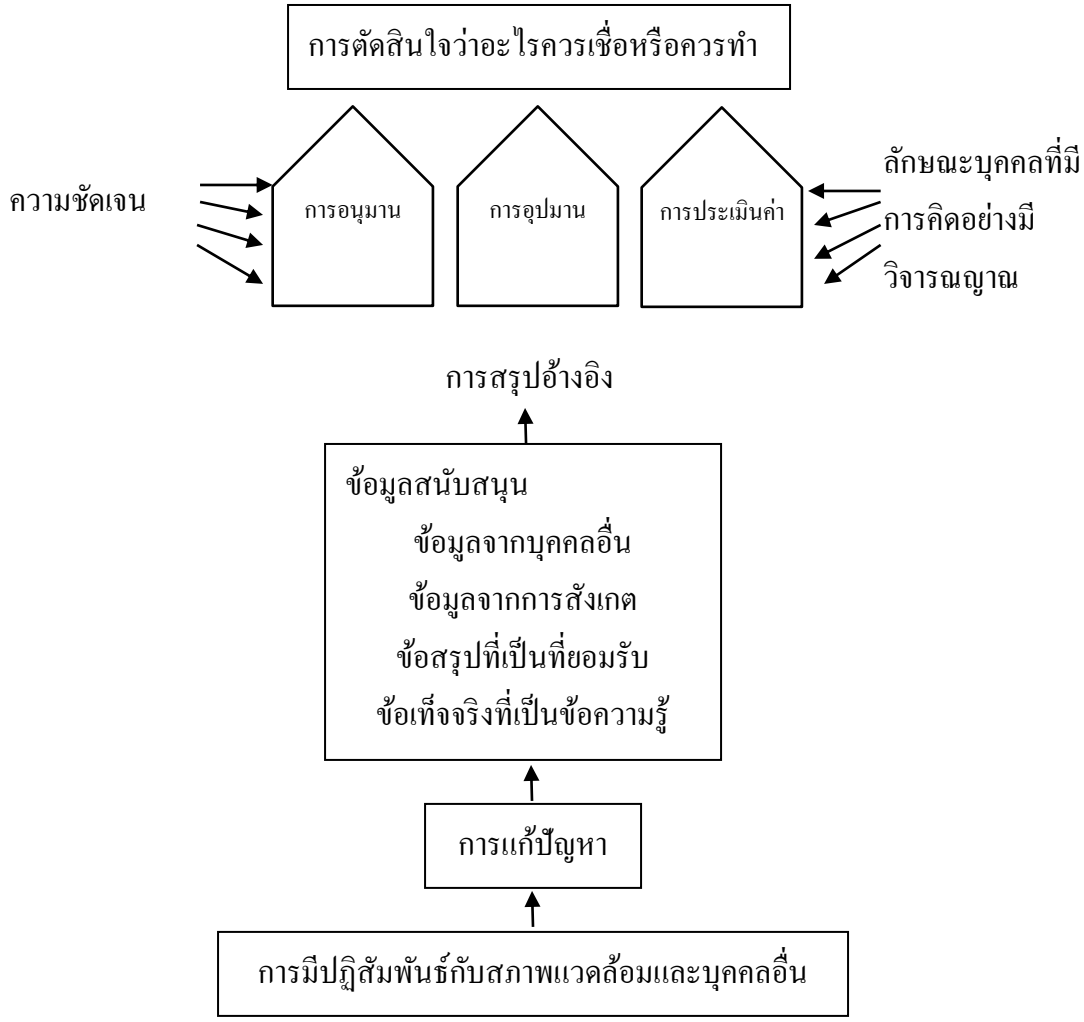
ประการที่สอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความคิดไตร่ตรอง ในการตรวจสอบเหตุผล

ทั้งของตนเองและของผู้อื่น

ประการที่สาม การคิดอย่างมีวิจารณญาณเน้นที่การคิดอย่างตั้งใจ มีสติ (Consciously) ในการค้นหาเหตุผลและเป็นเหตุผลที่ดี เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ประการที่สี่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเน้นที่การตัดสินใจว่า อะไรควรเชื่อ หรืออะไรควรทำ

จากลักษณะนี้ชี้ให้เห็นว่า เราสามารถใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณในการประเมินข้อความหรือคำพูดว่าอะไรควรเชื่อ หรือประเมินว่าอะไรควรทำ และจากความหมายนี้สามารถแสดงได้ด้วยแผนภูมิ ดังนี้



ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Ennis, 1985, p. 47)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการที่เน้นการตัดสินใจว่าอะไรควรเชื่อหรืออะไรควรทำ โดยการตัดสินนี้ต้องใช้ข้อมูลจากเรื่องที่กำลังพิจารณา ใช้ความรู้พื้นฐานและใช้ข้อสรุปที่เป็นที่ยอมรับนำมาประสานกับการสรุปอ้างอิง (Inference) เพื่อนำไปสู่เป้าหมาย คือการตัดสินใจเชื่อหรือกระทำ

จากภาพให้ดูจากล่างขึ้นบนแต่ไม่หมายความว่าจะเป็นในแนวเส้นตรง แผนภูมินี้เป็นการอธิบายความสัมพันธ์ทางตรรกศาสตร์ แต่ในทางปฏิบัติแล้ว การคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถมีทิศทางได้หลายทิศทาง จะหยุดหรือเริ่มต้นใหม่ หรือทำซ้ำ ๆ ก็ได้ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเริ่มต้นที่การใช้ข้อมูลพื้นฐาน (Basic support) ไปสิ้นสุดที่การตัดสินใจเชื่อหรือกระทำ ข้อมูลพื้นฐานนี้ได้มาจากผู้อื่น หรือได้มาจากการสังเกต หรือเป็นข้อสรุปที่เป็นที่ยอมรับ หรืออาจเป็นข้อเท็จจริงที่เป็นความรู้ ในส่วนของการลงความเห็นมี 3 ประเภท คือ การอนุมาน (Deduction) การอุปมาน (Induction) และการตัดสินคุณค่า (Value judging) ลูกศรตั้งชี้ให้เห็นทิศทางนำไปสู่การตัดสินใจ ลูกศรด้านขวาชี้ให้เห็นถึงการผสมผสานลักษณะของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณเข้าสู่กระบวนการคิด ส่วนความชัดเจน (Clarity) ด้านซ้ายมือ แสดงให้เห็นว่า แต่ละส่วนในทุกขั้นตอนต้องมีความชัดเจนการที่จะมีความชัดเจนได้ บุคคลต้องมีความสามารถในการแสดงความชัดเจน ได้แก่ การตั้งคำถามว่าข้อมูลนั้นมีอะไรมาสนับสนุน สมมติฐานเป็นอย่างไร และเป้าหมายการตัดสินใจคืออะไร

ทฤษฎีของเอนนิสระบุว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย ลักษณะ (Disposition) และความสามารถ (Ability) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. สามารถตั้งคำถามหรือค้นหาข้อมูลจากเรื่องที่ให้มา
2. การค้นหาเหตุผล
3. การแสดงออกอย่างมีเหตุผล
4. การอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้
5. การทำความเข้าใจเรื่องราวในสถานการณ์ปัญหา
6. การบอกถึงใจความสำคัญ
7. การเก็บจำความรู้พื้นฐาน
8. การสร้างทางเลือก
9. การเปิดใจกว้าง
   - 9.1 ยอมรับ พิจารณาความคิดเห็นของผู้อื่น
   - 9.2 ใช้เหตุผลเป็นจุดเริ่มต้น และเป็นเหตุผลที่ได้รับการยอมรับ
   - 9.3 ตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลและเหตุผลอย่างเพียงพอ
10. มีจุดยืนและสามารถเปลี่ยนแปลงจุดยืนได้ถ้ามีหลักฐานและเหตุผลเพียงพอ
11. หาเหตุผลให้มากที่สุดเพื่อความถูกต้อง
12. ดำเนินการอย่างมีระเบียบในแต่ละส่วนของทั้งหมด
13. นำความสามารถ (Abilities) ทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาใช้
14. มีความรู้สึกไวต่อความเห็น เปิดใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สรุปหัวข้อการประเมินลักษณะ (Dispositions) ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ความสามารถ (Abilities) ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ก. ความชัดเจนเบื้องต้น

- ถามคำถามได้ตรงประเด็น
- วิเคราะห์เรื่องราวได้
- ถามคำถามและตอบคำถามได้ชัดเจน

ข. ข้อมูลพื้นฐาน

- พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล
- มีการสังเกต

ค. การสรุปอ้างอิง

- การอนุมาน
- การอุปมาน
- การตัดสินคุณค่า

ง. ความชัดเจนขั้นสูง

- กำหนดปัญหาและอธิบายคำจำกัดความของคำในปัญหา
- ตั้งสมมติฐาน

จ. กลยุทธ์และกลวิธีการแก้ปัญหา

- การตัดสินใจหรือลงมือกระทำ
- ปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

สรุปหัวข้อการประเมินความสามารถ (Ability) ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Norris & Ennis, 1989, p. 14)

จากการสรุปหัวข้อที่ครอบคลุมการประเมิน ความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถจำแนกได้เป็น 4 ด้าน และในแต่ละด้านจะประกอบด้วย ความสามารถย่อยต่าง ๆ ดังนี้ (Norris & Ennis, 1989, p. 14)

ก. ความชัดเจนเบื้องต้น

1. สามารถบอกได้ชัดว่าประเด็นนั้นเป็นการอ้างเหตุผล ปัญหา หรือข้อสรุป
   1.1 ระบุหรือกำหนดข้อคำถามที่เหมาะสม
   1.2 ระบุหรือกำหนดเกณฑ์ เพื่อตัดสินใจว่าคำตอบใดเป็นคำตอบที่เป็นไปได้
   1.3 จดจำสถานการณ์ไว้
2. สามารถวิเคราะห์การอ้างเหตุผลได้
   2.1 หาข้อสรุป
   2.2 บอกเหตุผลที่ปรากฏในเนื้อเรื่องได้
   2.3 ระบุถึงเหตุผลที่ยังไม่ปรากฏในเนื้อเรื่องได้
   2.4 แยกแยะความคล้ายคลึงและความแตกต่างได้
   2.5 ระบุและจำแนกสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องออกได้
   2.6 พิจารณาโครงสร้างของเนื้อเรื่อง
   2.7 ลงสรุป

3. สามารถถามหรือตอบคำถามเกี่ยวกับการให้ความกระจ่าง ชัดเจน และ/ หรือ ความถูกต้องได้ เช่น

3.1 ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

3.2 ใจความสำคัญคืออะไร

3.3 หมายความว่าอะไร

3.4 ยกตัวอย่างได้

3.5 อะไรที่ยกเป็นตัวอย่างไม่ได้ แต่มีลักษณะคล้ายกับตัวอย่างที่ยกมา

3.6 จะนำลักษณะจากตัวอย่างมาประยุกต์ใช้อย่างไร

3.7 ความแตกต่างคืออะไร

3.8 ข้อเท็จจริงคืออะไร

3.9 แปลความได้ตรงกับที่ผู้เขียนต้องการหรือไม่

3.10 มีรายละเอียดอื่นเพิ่มเติมจากเนื้อเรื่อง หรือนอกเหนือจากใจความหลักหรือไม่

ข. ข้อมูลพื้นฐาน

4. สามารถให้นิยาม วินิจฉัย ตัดสินคำนิยาม และจัดการกับถ้อยคำ หรือแนวคิดที่มีความหมายกำกวม ชวนให้สงสัยได้ และวินิจฉัยความน่าเชื่อถือของที่มาของแนวคิด และเหตุผลต่าง ๆ ได้ โดยพิจารณาจาก

4.1 ผู้เชี่ยวชาญ

4.2 ความขัดกันของข้อมูลและความน่าสนใจ

4.3 ความเห็นพ้องกันของข้อมูล

4.4 ความน่าเชื่อถือของผู้ให้ข้อมูลหรือแหล่งข้อมูล

4.5 พิจารณาความน่าเชื่อถือของสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเอง

4.6 ความไม่น่าเชื่อถือของผู้ให้ข้อมูลหรือแหล่งข้อมูล

4.7 การให้เหตุผลด้วยตนเอง

4.8 การมีนิสัยรอบคอบ

5. สามารถสังเกตและวินิจฉัยตัดสินรายงานการสังเกตได้ การสังเกตในที่นี้ เป็นการสังเกตข้อความ หรือคำที่แสดงเงื่อนไข เช่น ถ้า___, ถ้าเพียงแต่___, เฉพาะเท่านั้นที่___ ในการสังเกตนั้นควรจะ

5.1 ให้ความเห็นจากสิ่งที่สังเกตได้

5.2 ใช้เวลาไม่นานจากการสังเกตแล้วรายงาน

5.3 รายงานจากความคิดเห็นของผู้สังเกตเองไม่ใช่จากความคิดของผู้อื่น

5.4 ลักษณะทั่วไปของการบันทึกที่ดี

5.4.1 บันทึกหลังจากสังเกตแล้ว

5.4.2 การบันทึกทำโดยผู้สังเกต

5.4.3 การบันทึกทำโดยผู้รายงาน

5.4.4 ผู้รายงานเชื่อในสิ่งที่รายงานจากความคิดของผู้รายงานเองไม่ใช่จากความเชื่อเก่า ๆ ที่คิดว่าถูก

5.5 สามารถยืนยันความคิดได้อย่างมีเหตุผล

5.6 สิ่งที่ยืนยันนั้นมีทางเป็นไปได้

5.7 ใช้เกณฑ์ที่ดีในการประเมิน

5.8 สามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ได้และเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์

5.9 ใช้ค่าสถิติมาวิเคราะห์ ถ้าแหล่งข้อมูลในข้อ 4 มีความแตกต่างกัน

ค. การสรุปอ้างอิง

6. การใช้เหตุผลเชิงอนุมาน เป็นการหาเหตุผลเพื่อที่จะลงข้อสรุปโดยหาเหตุผลจากส่วนใหญ่ไปส่วนย่อย

6.1 แบ่งประเภทโดยใช้ตรรกศาสตร์

6.2 ใช้หลักเกณฑ์ทางตรรกศาสตร์

6.3 การตีความจากเนื้อเรื่อง

6.3.1 พิจารณาประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

6.3.2 ใช้ข้อมูลที่เหมาะสมและมีเพียงพอ

6.3.3 พิจารณาความหมายคำสำคัญ เช่น เพียง, ถ้า, หรือ, บางส่วน, ไม่, ไม่ทั้งสอง, ถ้าไม่

7. การใช้เหตุผลเชิงอุปมาน เป็นการหาเหตุผลเพื่อที่จะลงข้อสรุป โดยหาเหตุผลจากส่วนย่อยไปส่วนใหญ่

7.1 ด้านทั่วไป

7.1.1 จัดประเภทของตัวอย่าง

7.1.2 มีรายละเอียดย่อยของเนื้อหาครอบคลุมและมีเพียงพอ

7.1.3 มีการยกตัวอย่าง

7.1.4 มีตารางหรือแผนภูมิ

8. ตัดสินคุณค่า ว่าสิ่งใดดี ไม่ดี สิ่งใดสำคัญ ไม่สำคัญ ดังนั้นในการตัดสินคุณค่าต้องมี

8.1 มีข้อเท็จจริงสนับสนุน

8.2 พิจารณาผลที่เกิดตามมาจากการตัดสินใจ

8.3 ขึ้นกับหลักการที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 พิจารณาและชั่งน้ำหนักตัวเลือกหลาย ๆ ทาง

9. สามารถกำหนดปัญหาและอธิบายคำจำกัดความของคำในปัญหา

9.1 ความหมาย เช่น ประเภทของคำ ความคลุมเครือของความหมาย

9.2 วิธีการให้ความหมาย

9.2.1 กิจกรรม เช่น การรายงานการลงบันทึก อภิปราย

9.2.2 กำหนดความชัดเจนให้กับเนื้อหาที่คลุมเครือ

ในการแปลความหมายของคำหรือข้อความในปัญหา จะต้องพิจารณาคุณสมบัติที่รวมกัน คำจำกัดความที่กล่าวถึงนั้น บางคำต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญ และจำเป็นต้องมีคุณสมบัตินั้นทุกครั้ง
ที่กล่าวถึงคำจำกัดความคำนั้น เช่น ในการวัดอุณหภูมิในร่างกาย ปรอทขึ้นที่ระดับ 38 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิในร่างกายจะต้องสูง 38 องศาเซลเซียส แต่ในบางคำไม่จำเป็นต้องมีคุณสมบัติครบทุกองค์ประกอบ เช่น ในการวินิจฉัยโรคไส้ติ่งอักเสบ ถ้ามีอาการปวดท้องข้างขวาและตรวจพบเม็ดโลหิตขาวขึ้นสูงกว่าระดับปกติ ก็น่าจะวินิจฉัยได้แล้วว่าเป็นโรคไส้ติ่งอักเสบ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญและต้องมีในโรคไส้ติ่งอักเสบ แต่โรคไส้ติ่งอักเสบในบางคนอาจจะมีอาการอื่นอีกมากกว่าก็ได้

จ. กลยุทธ์และกลวิธีแก้ปัญหา

10. สามารถตัดสินใจ ลงมือกระทำและกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดย

- อธิบายปัญหา
- เลือกเกณฑ์ที่เป็นไปได้ในการตัดสินใจ
- ตัดสินว่าอะไรควรทำ
- ทบทวนเรื่องราวในสถานการณ์ทั้งหมดในปัญหา

11. การมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น คือ การไวต่อความรู้สึก ระดับความรู้ และความเป็นผู้รู้ของบุคคลอื่น ใช้วิธีการทางการพูดที่เหมาะสมในการอภิปรายและเสนอความเห็นของตนเอง (ทั้งในการพูดและการเขียน) และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มีนักการศึกษา นักจิตวิทยา นักวิชาการ ได้เสนอองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลากหลายและแตกต่างกัน ดังนี้

Decaroli (1973 อ้างถึงใน วิรังรอง ทองวิเศษ, 2545) ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลาย ๆ เรื่อง พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณหลาย ๆ เรื่อง พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย ทักษาเฉพาะหลาย ๆ อย่าง เมื่อเปรียบเทียบงานวิจัย พบว่า มีส่วนคล้ายกัน จึงจัดกลุ่มทักษะ ซึ่งประกอบกันเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ 7 กลุ่ม คือ

1. การนิยาม (Defining)
2. การกำหนดสมมติฐาน (Hypothesizing)
3. กระบวนการข้อมูล (Information processing)
4. การตีความสรุปอ้างอิง (Interpretion and generalizing)
5. การใช้เหตุผล (Reasoning)
6. การประเมินผล (Evaluation)
7. การประยุกต์ (Applying)

Watson and Glaser (1964 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2544) ได้สรุปเป็นแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า ประกอบด้วย

1. เจตคติ (Attitude) ความสนใจในการแสวงหาความรู้ความสามารถพิจารณาปัญหาตลอดจนมีนิสัยในการค้นหาหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งที่อ้างว่าเป็นจริง

2. ความรู้ (Knowledge) ความสามารถในการอนุมาน การสรุปใจความสำคัญ การสรุปความเหมือน โดยพิจารณาจากหลักฐานและการใช้ตรรกศาสตร์

3. ทักษะ (Skill) ความสามารถที่นำทั้งเจตคติและความรู้ไปประยุกต์ใช้พิจารณาตัดสินปัญหาสถานการณ์ข้อความ

Watson and Glase วัดความสามารถด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากความสามารถย่อย ๆ 5 ด้าน ดังนี้

1. การสรุปความ (Inference)
2. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of assumption)
3. การอนุมาน (Deduction)
4. การตีความ (Interpretation)
5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluate of argument)

Ennis (1985 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2544) ได้กล่าวถึงรูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดพิจารณา ไตร่ตรองที่มุ่งเพื่อการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ ช่วยการตัดสินใจในสภาพการณ์ต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย

1. ลักษณะของผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งจะมีลักษะ ดังนี้
   1.1 เป็นผู้มีใจกว้าง คือ ยอมรับฟังและพิจารณาความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นถือมั่นในความคิดของตนเองเป็นหลัก และตัดสินใจด้วยมีข้อมูลประกอบที่เพียงพอ
   1.2 มีความไวต่อความรู้สึกของผู้อื่น เข้าใจผู้อื่น
   1.3 เปลี่ยนความคิดเห็นที่ตนมีอยู่ได้ ถ้ามีข้อมูลที่มีเหตุผลมากกว่า
   1.4 กระตือรือร้นในการหาข้อมูลและความรู้
   1.5 เป็นผู้มีเหตุผล
2. ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ควรประกอบด้วย 12 ทักษะ ดังต่อไปนี้
   2.1 สามารถกำหนดหรือระบุประเด็นคำถามหรือปัญหา
      2.1.1 ระบุปัญหาสำคัญได้ชัดเจน
      2.1.2 ระบุเกณฑ์เพื่อตัดสินคำตอบที่เป็นไปได้
   2.2 สามารถคิดวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง
      2.2.1 ระบุข้อมูลที่มีเหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้
      2.2.2 ระบุข้อมูลที่ไม่มีเหตุผลหรือไม่น่าเชื่อถือได้
      2.2.3 ระบุความเหมือนและความแตกต่างของความคิดเห็นที่มีอยู่ได้
      2.2.4 สรุปได้
   2.3 สามารถถามด้วยคำถามที่ท้าทาย และตอบคำถามได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างคำถามที่ใช้ เช่น ทำไม ประเด็นสำคัญคืออะไร ข้อความที่กำหนดนี้หมายความว่าอย่างไร ตัวอย่างที่เป็นไปได้มีอะไรบ้าง ความคิดเห็นของท่านต่อเรื่องนี้คืออะไร ให้พิจารณาว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ข้อมูลที่มีเหตุผลคืออะไร ข้อมูลที่ไม่มีเหตุผลคืออะไร ข้อความที่กำหนดให้มานี้ “.....”
ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร ท่านมีความคิดเห็นอย่างอื่นเพิ่มเติมหรือไม่
   2.4 สามารถพิจารณาความเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
      2.4.1 เป็นข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่น่าเชื่อถือ
      2.4.2 เป็นข้อมูลที่ไม่มีข้อโต้แย้ง
      2.4.3 เป็นข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ

2.4.4 เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถให้เหตุผลว่าเชื่อถือได้

2.5 สามารถสังเกตและตัดสินผลของข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง โดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้

2.5.1 เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ไม่ใช่เพียงได้ยินมาจากคนอื่น

2.5.2 การบันทึกข้อมูลเป็นผลมาจากการสังเกตด้วยตนเอง และมีการบันทึกทันที ไม่ปล่อยทิ้งไว้นาน แล้วมาบันทึกทีหลัง

2.6 สร้างนิรนัยและตัดสินผลการนิรนัย คือ สามารถนำหลักการใหญ่ไปแตกเป็นหลักการย่อย ๆ ได้ หรือนำหลักการไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2.7 สามารถอุปนัยและตัดสินผลการอุปนัย คือ ในการสรุปอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรนั้น กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนของประชากรและก่อนที่มีการอุปนัยนั้น ต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องตามแผนที่กำหนด และมีข้อมูลเพียงพอต่อการสรุปแบบอุปนัย

2.8 สามารถตัดสินคุณค่าได้

2.8.1 สามารถพิจารณาทางเลือกโดยมีข้อมูลพื้นฐานเพียงพอ

2.8.2 สามารถชั่งน้ำหนักระหว่างดี หรือผลดีและผลเสียก่อนตัดสินใจ

2.9 สามารถให้ความหมายต่าง ๆ และตัดสินความหมาย เช่น ทักษะต่อไปนี้

2.9.1 สามารถบอกคำเหมือน คำที่มีความหมายคล้ายกัน

2.9.2 สามารถจำแนก จัดกลุ่มได้

2.9.3 สามารถให้คำอธิบายเชิงปฏิบัติได้

2.9.4 ยกตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่ได้

2.10 ความสามารถระบุข้อสันนิษฐานได้

2.11 ความสามารถตัดสินใจเพื่อนำไปปฏิบัติได้ เช่น ทักษะต่อไปนี้

2.11.1 การกำหนดปัญหา

2.11.2 การเลือกเกณฑ์ตัดสินผลที่เป็นไปได้

2.11.3 กำหนดทางเลือกอย่างหลากหลาย

2.11.4 เลือกทางเลือกเพื่อปฏิบัติ

2.11.5 ทบทวนทางเลือกอย่างมีเหตุผล

2.12 การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

โดยสรุป ทักษะความสามารถคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณจาก 12 ทักษะ ดังกล่าวเมื่อ นำมาพิจารณานั้น สามารถสรุปได้ 5 ประการ คือ

2.12.1 ความชัดเจน (Clarity)

2.12.2 ข้อมูลและความรู้จากแหล่งต่าง ๆ สมเหตุสมผลสามารถยอมรับได้

2.12.3 การสรุปอ้างอิง (Inference) กระบวนการสรุปที่ใช้ คือ 1) การนิรนัย 2) อุปนัย และในการสรุปต้องคำนึงถึงการตัดสินคุณค่า (Value judgment)

2.12.4 การปฏิสัมพันธ์ (Interaction) เพื่อให้ได้ข้อมูล ความรู้ ซึ่งต้องมีทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพด้วย

ส่วนนักวิชาการและนักการศึกษาไทยได้กล่าวถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

สมชาย รัตนทองคำ (2545) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณควรจะมีพฤติกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ด้านการระบุประเด็นปัญหา เป็นบุคคลที่มักตระหนักถึงความสำคัญของการระบุปัญหา หรือความหมายของคำที่ชัดเจนได้ และมักชอบตั้งประเด็นคำถาม หรือมุมมองต่างจากมุมมองอื่นที่มีผู้เห็นพ้อง มักตั้งประเด็นคำถามอย่างเจาะลึกถึงรากเหง้า มีความลึกซึ้ง ลุ่มลึก

2. ด้านการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาเป็นบุคคลที่มีความสามารถมองปัญหาอย่างเป็นระบบ มีความสามารถแยกแยะและหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงของประเด็นปัญหาได้ สามารถให้ความกระจ่างชัดและการวิเคราะห์ความหมายของคำและวลี

3. ด้านการรวบรวมข้อมูลหลักฐาน เป็นผู้ที่ชอบสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยความเป็นปรนัย มีความสามารถวินิจฉัย ตัดสินและรายงานการสังเกตได้ สามารถเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และรู้จักหาข้อมูลที่ถูกต้องชัดเจน มุ่งมั่นในการหาข้อมูลที่ถูกต้อง

4. ด้านการพิจารณาความน่าเชื่อของข้อมูล/ แหล่งข้อมูล เป็นผู้ที่มักเห็นความสำคัญความรู้หรือข้อมูลที่เชื่อถือได้ โดยไม่ใช้วิธีการเดาในการหาข้อเท็จจริง สามารถแสดงถึงข้อจำกัดของข้อมูลที่มีอยู่ได้

5. ด้านการระบุลักษณะของข้อมูล เป็นบุคคลที่มีความสามารถในการจำแนกความแตกต่างของประเภทข้อมูลได้ สามารถชี้ให้เห็นแนวคิดที่ซ่อนอยู่เบื้องหลังข้อตกลงเบื้องต้นที่ปรากฏอยู่ได้

6. ด้านการตั้งสมมติฐาน เป็นผู้ที่ให้ความสำคัญกับการตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหาและมักมองหาทางเลือกอย่างหลากหลาย เพื่อประกอบการพิจารณาและตัดสินใจ

7. ด้านการลงข้อสรุป เป็นบุคคลที่มีความรู้ทันสมัย ใจกว้าง และมักแสวงหาเหตุผลอยู่เสมอ ๆ มักตัดสินลงข้อสรุปเมื่อมีเหตุผลอย่างเพียงพอ สามารถสรุปข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

8. ด้านการประเมินผล เป็นบุคคลที่มีความสามารถยืนยันข้อสรุปได้เมื่อมีหลักฐานและเหตุผลเพียงพอ และยอมให้มีการพิจารณาข้อสรุปใหม่ เมื่อมีหลักฐานหรือเหตุผลเพิ่มเติม หรือข้อมูลเดิมมีการเปลี่ยนแปลง เป็นนักค้นหาความจริง เป็นคนใจกว้าง ยืดหยุ่น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2537) มีแนวคิดว่า ลักษณะสำคัญของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีองค์ประกอบที่สำคัญ 7 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ด้านการระบุประเด็นปัญหา หมายถึง การนิยามและระบุประเด็นปัญหา การทำความเข้าใจในปัญหา ตลอดจนการตระหนักถึงความสำคัญและความเป็นไปได้ของปัญหานั้น ๆ โดยพิจารณาจากข้อมูล ข้อความ หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เพื่อกำหนดประเด็นข้อสงสัยหรือประเด็นหลักที่ควรพิจารณาในการแสวงหาคำตอบที่สมเหตุสมผล เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหานั้น

2. ด้านการรวบรวมข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น การสังเกตด้วยตนเอง ประสบการณ์เดิม การทดลอง และการรวบรวมข้อมูลจากการรายงาน ผลการสังเกต เพื่อนำไปสู่การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล

3. ด้านการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล หมายถึง การประเมิน ตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยพิจารณาถึงความถูกต้อง ความเพียงพอและความน่าเชื่อถือของข้อมูล จากแหล่งที่มาของข้อมูลและหลักฐานที่ปรากฏ

4. ด้านการระบุลักษณะของข้อมูล หมายถึง การพิจารณาความแตกต่างและจำแนกแยกแยะชนิดหรือประเภทของข้อมูล โดยพิจารณาถึงข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์และการตีความเพื่อระบุว่าข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริงหรือข้อมูลใดเป็นข้อคิดเห็นและนำมาจัดกลุ่มลำดับความสำคัญของข้อมูล

5. ด้านการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การพิจารณาแนวทางการสรุปอ้างอิงของปัญหาข้อโต้แย้ง ข้อสงสัย โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด ต้องอาศัยความสามารถในการพิจารณาเชื่อมโยงเหตุการณ์และสถานการณ์เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลในการสรุปอ้างอิง

6. ด้านการลงข้อสรุป หมายถึง การพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุด จากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่ โดยใช้เหตุผลในการลงข้อสรุป ซึ่งถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

7. ด้านการประเมินผล หมายถึง การตีคุณค่า การประเมินและการตัดสินความถูกต้องของคำตอบหรือข้อสรุปโดยพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล ซึ่งเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้สามารถยืนยันข้อสรุปได้เมื่อมีหลักฐานหรือเหตุผลเพียงพอ และยอมให้มีการพิจารณาข้อสรุปใหม่ เมื่อมีหลักฐานหรือเหตุผลเพิ่มเติมหรือข้อมูลเดิมเปลี่ยนแปลง

จากการศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเห็นว่า นักวิชาการ นักจิตวิทยา นักการศึกษาได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลายลักษณะ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าเพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ครอบคลุม และบอกความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ชัดเจนมากที่สุด ซึ่งทักษะที่เป็นองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถนำมาฝึกในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัย จึงได้สรุปองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น 7 ด้าน คือ 1) ด้านการระบุประเด็นปัญหา 2) ด้านการรวบรวมข้อมูล 3) ด้านการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล 4) ด้านการระบุลักษณะของข้อมูล 5) ด้านการตั้งสมมติฐาน 6) ด้านการลงข้อสรุป 7) ด้านการประเมินผล

การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

กระบวนการคิด หมายถึง การคิดที่ต้องดำเนินไปตามลำดับขั้นตอนที่จะช่วยให้การคิดนั้นประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมายของการคิดนั้น ๆ (ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2544) การคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับการจัดการเรียนการสอน โดยอาศัยการฝึกฝน และหาวิธีที่เหมาะสม ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่ใช่สิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ง่าย นั่นคือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดขั้นสูง ดังนั้น การพัฒนาการคิดขั้นสูงได้ต้องอาศัยทักษะการคิดที่เป็นพื้นฐานและขั้นกลาง

1. ทักษะการคิดที่เป็นฐาน (Basic skills) ได้แก่ การอ่าน การฟัง การรับรู้ การจดจำ การคงสิ่งที่เรียนไปแล้วภายหลังการเรียนนั้น การบอกความรู้ได้จากตนเอง กำหนดการให้ข้อมูล การบรรยาย การอธิบาย การทำให้กระจ่าง การพูด การเขียน การแสดงออกถึงความสามารถของตนเอง

2. ทักษะการคิดขั้นกลางหรือทักษะการคิดทั่วไป ได้แก่ การสังเกต การสำรวจ การตั้งคำถาม การเก็บรวบรวมข้อมูล การระบุ การจำแนก แยกแยะ การจัดลำดับ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การสรุปอ้างอิง การแปล การตีความ การเชื่อมโยง การขยายความ การให้เหตุผล การสรุปย่อความ

ยุทธวิธีที่ครูผู้สอนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ มีหลากหลายวิธี เช่น

- การตั้งคำถาม ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้จักการตั้งคำถามให้เป็น ขณะเดียวกันการตั้งคำถามที่ดีของครูผู้สอนเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบก็เป็นหัวใจสำคัญของการสอน จะช่วยฝึกฝนเพิ่มพูนทักษะในการคิดของผู้เรียน

- การอภิปรายร่วมกัน การถกเถียง การโต้วาที เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกันหรือถกเถียงหรือโต้วาที

- การทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกันแก้ปัญหา เปรียบเทียบวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยกันคิด ช่วยแก้ปัญหา

- การเขียนแสดงความรู้สึกในเรื่องที่ ฟัง อ่าน อย่างเป็นอิสระเพื่อกระตุ้นการแสดงออกทางการคิดของผู้เรียน

- การใช้บทสนทนาให้ผู้เรียนวิเคราะห์ ทำความเข้าใจ

- การวางกรอบแนวคิด กำหนดกรอบแนวคิดกว้าง ๆ ของสิ่งที่จะเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นภาพคร่าว ๆ ได้

- การประเมินตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้สะท้อนความคิดที่มีต่อสิ่งที่เรียนรู้

- การประเมินกิจกรรมที่ครูจัดให้ผู้เรียนเขียนบันทึกหรือแสดงความคิดเห็นว่าได้เรียนรู้อะไรจากกิจกรรม ใจความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้คืออะไร และเสนอแนะ

- การฝึกเขียน ฝึกศิลปะ ฝึกใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา ฝึกการใช้มือข้างถนัดและไม่ถนัด การใช้กิจกรรมการเคลื่อนไหวของร่างกาย

ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ทิศนา แขมมณี และคณะ (2544) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่คาดว่าจะได้จากการสอนให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตนในการทำงานอย่างมีหลักการ เหตุผล และได้งานที่มีประสิทธิภาพ
2. ช่วยให้นักเรียนประเมินงานโดยใช้เกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล
3. ส่งเสริมให้รู้จักการประเมินตนเองอย่างมีเหตุผลและฝึกการตัดสิน
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาอย่างมีความหมายและมีประโยชน์
5. ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา
6. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ค้นหาความรู้ ทฤษฎี หลักการ ตั้งข้อสันนิษฐาน ตีความหมาย และลงข้อสรุป
7. ช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการใช้ภาษาและสื่อความหมาย
8. ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างชัดเจน คิดอย่างถูกต้อง คิดอย่างแจ่มแจ้ง คิดอย่างกว้างขวาง และคิดอย่างลุ่มลึก ตลอดจนคิดอย่างสมเหตุสมผล
9. ช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้มีปัญญา กอปรด้วยความรับผิดชอบ ความมีระเบียบวินัย ความเมตตา และเป็นผู้มีประโยชน์
10. ช่วยให้ผู้เรียน อ่าน เขียน พูด ฟัง ได้ดี
11. ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่อง

ในสถานการณ์ที่โลกมีการเปลี่ยนแปลง

เอนนิสและมิลล์แมน ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1961 และได้พัฒนามาเป็นระยะ ซึ่งฉบับปรับปรุงล่าสุด คือ ปี ค.ศ. 1985 เอนนิสและมิลล์แมน ได้สร้างแบบสอบเป็น 2 ฉบับ ใช้วัดกับกลุ่มบุคคลต่างระดับ (ชาลิณี เอียมศรี, 2536, หน้า 27-28) ดังนี้

ก. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณคอร์แนล ระดับเอ็กซ์ (Cornell critical thinking test, level X) เป็นแบบทดสอบที่ใช้กับนักเรียนเกรด 4-14 ลักษณะของแบบทดสอบมีทั้งหมด 71 ข้อ ให้เวลาประมาณ 50 นาที เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 3ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 4 ตอน คือ อุปมาน (Induction) ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (Credibility of sources and observations) การอนุมาน (Deduction) การระบุเนื้อเรื่องเกี่ยวกับคณะสำรวจของโลกชุดที่สอง เดินทางไปดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง มีชื่อว่า “นิโคม่า” เพื่อค้นหาว่า คณะสำรวจชุดแรกที่ส่งไปศึกษาว่าดาวนี้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้หรือไม่ เมื่อสองปีก่อน มีสภาพเป็นอย่างไร ทำไมไม่ส่งข่าวกลับมายังโลก ผู้ตอบแบบสอบถามถูกระบุให้เป็นบุคคลหนึ่งในคณะสำรวจชุดที่สอง ซึ่งมีรายละเอียดของแบบสอบถามในแต่ละตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การอุปมาน (Induction) เป็นการพิจารณาเนื้อความของข้อมูลที่ได้ค้นพบโดยคณะสำรวจกลุ่มย่อย ลักษณะของแบบทดสอบมีสถานการณ์มาให้ว่าตัวผู้ตอบและเจ้าหน้าที่สาธารณสุขไปพบกระท่วมที่คณะสำรวจชุดแรกได้สร้างไว้แล้ว เจ้าหน้าที่สาธารณสุขตั้งข้อสังเกตว่า “บางทีคณะสำรวจชุดแรกอาจตายหมดแล้ว” จะมีข้อคำถามซึ่งเป็นเหตุการณ์หรือข้อมูลที่ค้นหา ผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่า เหตุการณ์หรือข้อมูลนั้นเป็นเช่นไรจากตัวเลือก 3 ตัว คือ 1) สนับสนุนข้อสังเกต 2) คัดค้านข้อสังเกต หรือ 3) ข้อมูลไม่เกี่ยวข้องกับข้อสังเกต จำนวน 23 ข้อ

ตอนที่ 2 ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (Credibility of sources and observations) ข้อสอบแต่ละข้อ จะให้ประโยคที่เป็นคำพูดจากสมาชิกแต่ละคนพูดถึงสิ่งเดียวที่ต่างมุมกัน หรือมุมเดียวกัน ผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่า ข้อความใดน่าเชื่อถือกว่ากันหรือทั้งสองข้อความน่าเชื่อถือได้เท่าเทียมกัน จำนวน 24 ข้อ

ตอนที่ 3 การอนุมาน (Deduction) เป็นแบบทดสอบที่ผู้สำรวจให้เหตุผลในเรื่องต้องกระทำอะไรบ้าง และควรยกเว้นเรื่องใดบ้าง ข้อสอบในแต่ละข้อผู้ตอบต้องพิจารณาทางเลือกสามทางที่ให้มาตัดสินว่าทางเลือกใด มีความเป็นไปได้ตามข้อมูลที่ให้มา จำนวน 14 ข้อ

ตอนที่ 4 การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption identification) ข้อสอบแต่ละข้อจะเป็นการรายงานขอสมาชิกในคณะสำรวจ ผู้ตอบจะต้องพิจารณาว่าตัวเลือกใดที่เป็นเหตุผลที่ยอมรับว่าเป็นไปได้ของข้อความที่รายงาน จำนวน 10 ข้อ

ข. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณคอร์แนล ระดับแซด (Cornell critical thinking test, level Z) เป็นแบบสอบถามที่ใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปัญญาเลิศ นักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยและวัยผู้ใหญ่ ลักษณะของแบบทดสอบ มีข้อสอบทั้งหมด 52 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 50 นาที เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 7 ตอน คือ การอุปนัย (Induction) ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (Credibility of source) การพยากรณ์และการวางแผนการทดลอง (Prediction and experimental planning) การอ้างเหตุผลผิดหลักตรรกะ (Fallacies) การนิรนัย (Deduction) การให้คำจำกัดความ (Definition) การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption identification)

คุณภาพของแบบทดสอบ การประมาณค่าความเชื่อมั่น ในระดับเอ็กซ์ มีพิสัยอยู่ระหว่าง 0.67-0.90 และระดับแซด พิสัยอยู่ระหว่าง 0.50-0.77 ในเรื่องของความเที่ยงตรงแบบทดสอบได้พิจาณาขอบเขตของเนื้อหาของแบบทดสอบว่า มีความครอบคลุมบริบทการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานอื่น ๆ

จากทฤษฎีและความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะเห็นว่านักทฤษฎีและนักการศึกษาแต่ละท่านให้นิยาม และความหมายไว้แตกต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แนวคิดของเอนนิส เนื่องจากเป็นแนวคิดที่ครอบคลุมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และได้รับการยอมรับและเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน นอกจากนี้ความสามารถและทักษะการคิดมีความจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) การดำรงชีวิตและการปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายในยุคศตวรรษที่ 21 ดังนั้นสิ่งที่จำเป็นที่สุดในการจัดการศึกษาให้กับเด็กและเยาวชนในยุคปัจจุบันคือ การส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดสร้างสรรค์ (Critical and Creative Thinking) เด็กและเยาวชนเหล่านี้จะต้องได้รับการเตรียมความพร้อมเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) มีทักษะการคิด (Thinking Skills) มีวิธีการแสวงหาความรู้และสร้างความรู้ได้ในโลกแห่งการเปลี่ยนแปลงในด้านเทคโนโลยีได้อย่างต่อเนื่องและสร้างสรรค์ (Gough, 1991)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญจรัตน์ ทับเปีย (2555) ได้ดำเนินการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อประสม แบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดสื่อประสม แบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดสื่อประสม แบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางระจันวิทยา อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยใช้ t-test dependent Samples

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) ชุดสื่อประสม แบบโลกเสมือนผสานโลกจริง ควรประกอบด้วย หนังสือแบบโลกเสมือนผสานโลกจริง ซีดีรอมประกอบหนังสือและคู่มือการใช้ชุดสื่อประสม ประสิทธิภาพของชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.33/ 81.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/ 80 2) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) การประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดสื่อประสม แบบโลกเสมือนผสานโลกจริง พบว่า ความสนใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหารูปแบบการนำเสนอ และการใช้งานชุดสื่อประสม มีความคิดเห็นโดยรวมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.77)

เสาวภา กลิ่นสูงเนิน, สมเกียรติ ตันติวงศ์วาณิช และศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี (2558) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง หลักการทำงานของคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพ เพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นสื่อที่มีความ

สมบูรณ์ในตัวทั้งด้านเนื้อหา ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพ 3 มิติ และเสียง ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง หลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ที่เรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร จำนวน 3 กลุ่ม ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) กลุ่มที่ 1 เป็นนักเรียนจำนวน 40 คน ใช้เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง กลุ่มที่ 2 เป็นนักเรียนจำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลองเพื่อเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มที่ 3 เป็นนักเรียนจำนวน 40 คน ใช้เป็นกลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยวิธีปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง หลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ แบบประเมินคุณภาพของสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.45-0.78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.40 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ และสถิติทดสอบ t-test แบบ Independent samples

ผลการวิจัย พบว่า สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง หลักการทำงานของคอมพิวเตอร์มีคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.90) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า คุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.92) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.88) ประสิทธิภาพของบทเรียนมีประสิทธิภาพ E_1/ E_2 เท่ากับ 89.67/ 87.31 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ไม่ต่ำกว่า 80/ 80 และนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง หลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุบล ทองปัญญา (2559) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผนวกวิธีการสอนบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับอุดมศึกษา ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ 1) เพื่อสร้างรูปแบบการเรียนการสอนในการพัฒนาทักษะคิดวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผนวกวิธีการสอนบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับอุดมศึกษา 2) เพื่อศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน หลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจ ความคิดเห็นด้านประโยชน์ และผลกระทบที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอน และ 4) เพื่อศึกษาคุณสมบัติของสมาร์ทดีไวซ์ที่มีความสำคัญต่อการใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผนวกวิธีการสอนบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับอุดมศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการฝึกด้วยน้ำหนักเบื้องต้น คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ภาคปลาย ปีการศึกษา 2557 จำนวน 30 คน และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาการฝึกด้วยน้ำหนักเบื้องต้น แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในรูปแบบแอปพลิเคชั่นออรัสม่า และแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผนวกวิธีการสอนบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับอุดมศึกษา

ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยสื่อความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ ผู้สนับสนุนของการจัดการเรียนการสอน สภาพแวดล้อม วิธีการสอนบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศ สื่อความเป็นจริงเสริม และกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยเรียกว่า “FETAL Eye model” โดยพบว่า ผู้เรียนมีการพัฒนาในด้านทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับปานกลาง รวมทั้ง

มีทักษะการคิดวิเคราะห์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนได้ดีขึ้น และให้ความใส่ใจการเรียนมากขึ้น ในส่วนของคุณสมบัติของสมาร์ทดีไวซ์ที่มีความสำคัญต่อการใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พบว่า มีความสำคัญอยู่ในระดับมากในเรื่องของยี่ห้อเป็นที่ยอมรับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในเรื่องของระบบปฏิบัติการของสมาร์ทดีไวซ์

ณัฐพล รอทอง และวัชรินทร์ โพธิ์เงิน (2559) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง หุ่นยนต์เดลต้า โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) ร่วมกับเทคโนโลยีความเสมือนจริง (Augmented reality) ซึ่งการวิจัยและพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดการสอน เรื่อง หุ่นยนต์เดลต้า โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความเสมือนจริง เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา หุ่นยนต์อุตสาหกรรม 2) เพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอน 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มตัวอย่าง 4) เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็นกลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ และกลุ่มควบคุมเป็นนักศึกษาสาขาวิชาเครื่องมือวัดและควบคุมจำนวนกลุ่มละ 12 คน การทดลองกลุ่มตัวอย่างจะใช้เอกสารประกอบการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และผู้สอนเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองจะใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงและดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้สื่อภาพสไลด์ และดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบรรยาย

ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพของชุดการสอนโดยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ที่ระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.65, *SD* = 0.51) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนอยู่ที่ระดับดี ($\overline{X}$ = 4.42, *SD* = 0.59) ประสิทธิภาพของชุดการสอนระหว่างกระบวนการ E*1* คิดเป็นร้อยละ 89.89 ส่วนของคะแนนหลังบทเรียน E2 คิดเป็นร้อยละ 70.28 ผลการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม และความคงทนการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

ชัยอนันต์ สาขะจันทร์ (2559) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เพื่อส่งเสริมทักษะปฏิบัติและความคงทนทางการเรียน สำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนแบบร่วมมือโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนเรียนกับหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบกับผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ 4) ศึกษาทักษะปฏิบัติของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนที่พัฒนาขึ้น 5) ศึกษาความคงทนทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนที่พัฒนาขึ้น 6) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อรูปแบบการเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 คือ ผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ 18 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรการเรียนการสอน จำนวน 7 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตสื่อการเรียนการสอน จำนวน 6 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน และกลุ่มที่ 2 คือ นักศึกษาที่ใช้ในการทดลองรูปแบบการเรียน เป็นนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 52 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 26 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 26 คน

กระบวนการในการพัฒนา แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาและหาความเหมาะสมของรูปแบบการเรียน เนื้อหาเรื่องงานกลึงและงานตะไบ ระยะที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือสร้างเนื้อหาตามโมเดลที่สังเคราะห์ไว้ สร้างแผนการเรียนและสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) สร้างแบบประเมินเนื้อหาและสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) สร้างแบบประเมินกิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือ แบบประเมินทักษะปฏิบัติ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และแบบวัดความพึงพอใจ และระยะที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นการนำเครื่องมือที่ได้พัฒนา ไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง จำนวน 26 คน หลังจากนั้นอีก 7 วัน และ 28 วัน ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ้ำ เพื่อศึกษาความคงทนทางการเรียน ผลการวิจัย พบว่า 1) รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เพื่อส่งเสริมทักษะปฏิบัติ และความคงทนทางการเรียนสำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตมี 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 ปัจจัยนำเข้า (Input) องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการเรียนการสอนแบบร่วมมือ (Process) องค์ประกอบที่ 3 ผลิตผล (Output) โดยมีผลประเมินความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.67, *SD* = 0.59) 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ทักษะปฏิบัติของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น อยู่ในระดับดี 5) นักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น มีความคงทนในการเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 6) ความพึงพอใจของนักศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด

ชนินทร์ หนูฤทธิ์ (2559) ได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับรายวิชา ทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับรายวิชา ทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับรายวิชา ทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับรายวิชา ทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ของกลุ่มตัวอย่าง 4) ศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างหลังใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับรายวิชา ทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนรายวิชา ทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 30 คน คัดเลือกด้วยวิธีแบบเจาะจง และให้กลุ่มตัวอย่างนำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมที่พัฒนาขึ้นไปเรียนรู้ด้วยตนเอง

ผลการวิจัย พบว่า สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับรายวิชา ทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีคุณภาพที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่ระดับดี ($\overline{X}$ = 4.42) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่ระดับดี ($\overline{X}$ = 4.45) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง คะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างหลังใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.11, *SD* = 0.59)

สุพัฒน์ บุญอยู่ (2559) ได้วิจัย เรื่อง สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง และการหาประสิทธิภาพจากการสร้างคู่มือการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ในวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญ 3 ประการ ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 3) เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นครูผู้สอนรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร จำนวน 1 คน และนักศึกษาที่เรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร จำนวน 45 คน จากวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง วิธีดำเนินการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ขั้นต้อนวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงและกำหนดขั้นตอนที่ใช้ในการจัดทำคู่มือเพื่อให้ได้ตามต้องการ แล้วนำสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่สร้างขึ้นมาไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการเรียนการสอน เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจและให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด

ผลการวิจัย พบว่า จากการที่ได้นำสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด พบว่า ครูผู้สอนในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (4.55) และคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ได้เรียนโดยใช้สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (4.55)

ณรงค์เดช เขม้นการนา (2560) ได้ดำเนินการศึกษาวิจัย เรื่อง สื่อการเรียนการสอนมัลติมิเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างสื่อการเรียนการสอนมัลติมิเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (2100-1006) ซึ่งในการจัดทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย สื่อการเรียนการสอนสอนมัลติมิเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ใบงานการทดลอง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ใช้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test dependent) และการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนสอนมัลติมิเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้สูตร E_1/ E_2 จากผลการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนการสอนมัลติมิเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และประสิทธิภาพของชุดสาธิตมัลติมิเตอร์ที่สร้างขึ้น มีค่าร้อยละ 87/ 89 มากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/ 80 แสดงให้เห็นว่าชุดสาธิตมัลติมิเตอร์ สำหรับนักศึกษาอาชีวศึกษาที่สร้างขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบคะแนนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อศึกษาความความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) โดยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำนวน 90 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วยเครื่องมือดังต่อไปนี้

1. สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 จำนวน 5 เรื่อง ประกอบด้วย

หน่วยที่ 1 ไดโอด

หน่วยที่ 2 ซีเนอร์ไดโอด

หน่วยที่ 3 ทรานซิสเตอร์

หน่วยที่ 4 เอสซีอาร์

หน่วยที่ 5 เฟต

2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 ด้วยการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) จำนวน 5 แผน ประกอบด้วย

หน่วยที่ 1 ไดโอด

หน่วยที่ 2 ซีเนอร์ไดโอด

หน่วยที่ 3 ทรานซิสเตอร์

หน่วยที่ 4 เฟต

หน่วยที่ 5 เอสซีอาร์

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างวิจารณญาณ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณระดับ Z (Cornell Critical Thinking Test, Level Z) (Ennis and Millman, 1985)

5. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 การสร้างสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอน (ADDIE Model) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์

1.1 วิเคราะห์และศึกษาหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 วิเคราะห์ปัญหา วิเคราะห์ผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่เป็นคนที่เกิดหลังปี พ.ศ. 2540 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Generation Z ที่เติบโตมาพร้อมกับสิ่งอำนวยความสะดวกมากมาย มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีต่างๆและเรียนรู้ได้เร็ว การสื่อสารระหว่างคนกลุ่มนี้เป็นการสื่อสารผ่านข้อความบนจอมือถือหรือคอมพิวเตอร์แทนการพูด เป็นบุคคลที่มีสมาธิค่อนข้างสั้น มีความอดทนต่ำ ชอบทำงานหลายอย่างพร้อมกัน ลักษณะนิสัยของผู้เรียนกลุ่มนี้ไม่ชอบการเรียนการสอนแบบบรรยาย ประกอบกับรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เป็นรายวิชาที่มีเนื้อหาที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน มีลักษณะเป็นนามธรรม ถ้าหากว่าใช้การเรียนการสอนแบบเดิมอาจไม่ประสบความสำเร็จและส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดี ขาดทักษะการคิด ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรารถนาที่จะพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ที่เป็นตัวช่วยให้นักศึกษาจดจำเนื้อหาควบคู่การลงมือปฏิบัติ มองเห็นภาพเสมือนจริงด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เน้นให้นักศึกษาเป็นผู้เรียนเชิงรุกที่เน้นกระบวนการคิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระตุ้นจินตนาการควบคู่ไปกับความมีคุณธรรมและจริยธรรม มีความรับผิดชอบต่อสังคม ตามหลักสูตรของสาขาวิชา

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหารายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 จำนวน 5 เรื่อง ประกอบด้วย 1 ไดโอด 2 ซีเนอร์ไดโอด 3 ทรานซิสเตอร์ 4 เอสซีอาร์ และ 5 เฟต

2. ขั้นการออกแบบ

2.1 ออกแบบจุดประสงค์การเรียนรู้ ออกแบบโครงสร้างและองค์ประกอบของสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) กำหนดกิจกรรมการเตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้เพื่อเน้นการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้แก่แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบทดสอบประเมินคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมทั้งแบบประเมินความพึงพอใจ

3. ขั้นการพัฒนา

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) โดยใช้แอปพลิเคชั่นที่มีชื่อว่า HP Reveal (Aurasma) เพื่อสร้างภาพเสมือนจริงซึ่งจะมีส่วนช่วยให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ มีความตื่นเต้น ท้าทาย และในระหว่างการพัฒนาผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินแบบรายบุคคลแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one Evaluation) และการประเมินแบบกลุ่มย่อย (Small Group Evaluation) รวมทั้งนำสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมในด้านเนื้อหาและด้านการออกแบบ เพื่อประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนนำไปใช้งานจริงโดยใช้แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) และแบ่งเกณฑ์การในการวิเคราะห์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับความเหมาะสมซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1-5 คะแนน แบ่งออกเป็น 5 ช่วง ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

4. ขั้นการนำไปใช้

เมื่อผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) และหาคุณภาพเสร็จเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นจึงนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 90 คน รวมใช้เวลาทั้งสิ้น 20 คาบเรียน ในช่วงตั้งแต่วันที่ 7 มกราคม ถึงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562

5. ขั้นการประเมิน

ซึ่งเป็นขั้นตอนการประเมินและศึกษาผลการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ซึ่งประกอบไปด้วย

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน

2. เปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน

3. เปรียบเทียบทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 ด้วยการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเป็นไปตามขั้นตอนการเรียนการสอน

2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบดังนี้

2.3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและจุดประสงค์ให้ตรงตามที่หลักสูตรกำหนดไว้

2.3.2 ตรวจสอบและพิจารณาให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และระดับทักษะการคิด รวมทั้งให้เป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

2.3.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Consistency) ผลปรากฏว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 ทั้ง 5 แผน

3. แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยกำหนดเนื้อหา กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ใช้ในการวัดผลการเรียนของนักศึกษา จำนวน 60 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประเมินความสอดคล้อง (IOC) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) รายข้อและภาษาที่ใช้ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ ความครอบคลุมของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง และกำหนดเกณฑ์การพิจารณา ถ้าคะแนนความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อคำถามนั้นสามารถนำไปใช้ทดสอบได้ ซึ่งผลคะแนนความสอดคล้องจำนวน 60 ข้อ มีค่าเท่ากับ 1.0 ผู้วิจัยจึงนำข้อคำถามเหล่านั้นไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

3.2 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักศึกษา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ แล้วนำแบบทดสอบมาตรวจคำตอบด้านค่าความยากง่าย (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ปรากฏว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกเกินกว่า 0.20 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ จำนวน 60 ข้อ จากนั้นนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับต่อไป

3.3 . หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient alpha) ของครอนบาค มีค่าเท่ากับ .75

3.4 จากนั้นจึงนำแบบทดสอบไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.1 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเครื่องมือจากเอกสาร งานวิจัย และเลือกใช้เครื่องแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Cornell Critical Thinking Test, Level Z (Ennis and Millman, 1985) มีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.77 สร้างขึ้นมาสำหรับใช้วัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน นักศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จนถึงระดับปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษา รวมทั้งผู้ใหญ่ ประกอบด้วยคำถามแบบปรนัย 3 ตัวเลือก 7 ตอน จำนวน 52 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 50 นาที วัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามองค์ประกอบ 6 ด้าน ตามแนวคิดของ Ennis (1985) ได้แก่ 1) การสรุปแบบนิรนัย 2) การให้ความหมาย

3) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต 4) การสรุปแบบอุปนัย 5) การสรุปโดยการทดสอบสมมติฐานและการทำนาย 6) นิยามและระบุข้อสันนิษฐาน

4.2 ผู้วิจัยขอความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ Cornell Critical Thinking Test, Level Z (Ennis and Millman, 1985) จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก) แล้วนำทดลองนำร่องกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดโดยหาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha Coefficient) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.75 ซึ่งสามารถนำมาใช้ทดลองวัดทักษะการคิดของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรีต่อไป

การแบ่งคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ ผู้วิจัยดำเนินการโดยการเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย จากนั้นใช้การแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 30 คน เท่าๆกัน คือ ลำดับที่ 1-30 กลุ่มสูง ลำดับที่ 31-60 กลุ่มกลาง และลำดับที่ 61-90 กลุ่มต่ำ

5. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร โดยมีการดำเนินการดังนี้

5.1 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม

5.2 นำแบบประเมินที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (Index of Consistency) แล้วคัดเลือกแบบประเมินข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

5.3 นำแบบประเมินไปทดสอบกับนักศึกษา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบประเมิน โดยหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรทั้งฉบับด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient alpha) ของครอนบาค มีค่าเท่ากับ .95

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร แบ่งเกณฑ์การในการวิเคราะห์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1-5 คะแนน แบ่งออกเป็น 5 ช่วง ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ ผู้วิจัยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร และการพัฒนาทักษะการคิด เพื่อนำมาปรับใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. ขั้นทดลอง

2.1 กลุ่มตัวอย่างได้รับการสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการทดลองเป็นเวลา 5 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็นสัปดาห์ละ 4 คาบเรียน รวมใช้เวลาทั้งสิ้น 20 คาบเรียน ตั้งแต่ วันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562

2.2 เมื่อเรียนครบ 5 สัปดาห์ ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (t-test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS ทำการวิเคราะห์ค่าต่างๆดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน จากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

2. เปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียน

3. เปรียบเทียบทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน

4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน ซึ่งเป็นการวิจัยและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบคะแนนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) โดยมุ่งทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ดังนี้

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

2. คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

3. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลาง ต่ำ แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และนำเสนอผลการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) โดยเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลาง ต่ำ วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

ตอนที่ 2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

ตอนที่ 3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลาง ต่ำ จากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

ตอนที่ 4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

ตอนที่ 1 วิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ดังตารางที่ 1 - 2

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)	$D = (X_2 - X_1)$	D^2
1.	19	44	25	625
2.	15	41	26	676
3.	13	41	28	784
4.	13	44	31	961
5.	14	41	27	729
6.	20	42	22	484
7.	15	45	30	900
8.	10	45	35	1,225
9.	21	46	25	625
10.	19	44	25	625
11.	15	43	28	784
12.	16	41	25	625
13.	17	45	28	784
14.	15	45	30	900
15.	11	38	27	729
16.	20	43	23	529

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)	D = (X_2 - X_1)	D^2
17.	18	42	24	576
18.	15	44	29	841
19.	16	40	24	576
20.	13	44	31	961
21.	19	40	21	441
22.	15	44	29	841
23.	12	43	31	961
24.	14	44	30	900
25.	13	41	28	784
26.	18	45	27	729
27.	15	45	30	900
28.	17	44	27	729
29.	19	43	24	576
30.	14	40	26	676
31.	15	44	29	841
32.	12	41	29	841
33.	14	41	27	729
34.	15	44	29	841
35.	11	41	30	900
36.	19	42	23	529
37.	14	45	31	961
38.	12	45	33	1,089
39.	18	46	28	784
40.	16	44	28	784
41.	18	43	28	784
42.	15	41	26	676
43.	12	45	33	1,089
44.	13	45	32	1,024
45.	17	38	21	441
46.	15	43	28	784
47.	22	42	20	400
48.	18	44	26	676

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)	D = (X_2 - X_1)	D^2
49.	15	40	25	625
50.	16	44	28	784
51.	13	45	32	1,024
52.	12	46	34	1,156
53.	13	40	27	729
54.	16	44	28	784
55.	17	41	24	576
56.	19	41	22	484
57.	16	42	26	676
58.	18	44	26	676
59.	15	40	25	625
60.	18	44	26	676
61.	15	44	29	841
62.	21	41	20	400
63.	18	41	23	529
64.	15	44	29	841
65.	16	41	25	625
66.	13	42	29	841
67.	12	45	32	1,024
68.	18	45	27	729
69.	19	46	27	729
70.	14	44	30	900
71.	12	43	31	961
72.	18	41	23	529
73.	14	45	31	961
74.	16	45	29	841
75.	17	38	21	441
76.	16	43	27	729
77.	17	42	25	625
78.	19	44	25	625
79.	15	40	25	625
80.	20	44	24	576

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)	D = (X_2 - X_1)	D^2
81.	17	43	26	676
82.	19	42	23	529
83.	16	44	28	784
84.	17	40	23	529
85.	20	44	24	576
86.	15	45	30	900
87.	16	46	30	900
88.	14	38	24	576
89.	16	43	27	729
90.	17	42	25	625
	$\sum x1 =$ 1,427	$\sum x2 =$ 3,857	$\sum D =$ 2,432	$\sum D^2 =$ 66,660
	$\bar{x}$ = 15.86	$\bar{x}$ = 42.86		
	SD = 2.59	SD = 2.04		

จากตารางที่ 1 พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 15.86 และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 42.86

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

คะแนน	N	$\bar{x}$	SD	$\sum D$	$\sum D^2$	t	df	p
ก่อนเรียน	90	15.86	2.59	2,432	66,660	78.154 *	89	.000
หลังเรียน	90	42.86	2.04					

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$)

ตอนที่ 2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ดังตารางที่ 3 - 4

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)	$D = (X_2 - X_1)$	D^2
1.	20	43	23	529
2.	20	38	18	324
3.	16	42	26	676
4.	14	48	34	1,156
5.	16	48	32	1,024
6.	17	52	35	1,225
7.	17	49	32	1,024
8.	15	41	26	676
9.	11	40	29	841
10.	19	49	30	900
11.	17	48	31	961
12.	14	49	35	1,225
13.	22	47	25	625
14.	15	49	34	1,156
15.	20	50	30	900
16.	19	52	33	1,089
17.	20	38	18	324
18.	21	40	19	361
19.	14	41	27	729
20.	15	38	23	529
21.	19	52	33	1,089
22.	15	50	35	1,225
23.	11	48	37	1,369
24.	21	47	26	676
25.	16	52	36	1,296
26.	18	46	28	784

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)	D = (X_2 - X_1)	D^2
27.	17	40	23	529
28.	15	39	24	576
29.	18	41	23	529
30.	19	37	18	324
31.	24	39	15	225
32.	18	38	20	400
33.	24	37	13	169
34.	19	45	26	676
35.	16	37	21	441
36.	15	39	25	625
37.	17	43	26	676
38.	20	43	23	529
39.	21	48	27	729
40.	15	52	37	1,369
41.	18	46	28	784
42.	18	43	25	625
43.	18	42	24	576
44.	18	43	25	625
45.	16	51	35	1,225
46.	22	51	29	841
47.	17	50	33	1,089
48.	17	51	34	1,156
49.	22	50	28	784
50.	16	49	33	1,089
51.	25	51	26	676
52.	15	51	36	1,296
53.	16	51	35	1,225
54.	19	45	26	676
55.	20	49	29	841
56.	21	52	31	961
57.	17	46	29	841
58.	22	46	24	576

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)	D = (X_2 - X_1)	D^2
59.	15	51	36	1,296
60.	18	29	11	121
61.	16	51	35	1,225
62.	19	47	28	784
63.	18	47	29	841
64.	17	48	31	961
65.	22	51	29	841
66.	22	51	29	841
67.	23	42	19	361
68.	18	43	25	625
69.	17	52	35	1,225
70.	18	49	31	961
71.	14	41	27	729
72.	18	41	23	529
73.	16	40	24	576
74.	20	41	21	441
75.	10	41	31	961
76.	12	34	22	484
77.	22	34	12	144
78.	12	39	27	729
79.	18	34	16	256
80.	14	41	27	729
81.	21	38	17	289
82.	16	38	22	484
83.	17	42	25	625
84.	19	38	19	361
85.	16	39	23	529
86.	17	37	20	400
87.	17	41	24	576
88.	17	40	23	529
89.	17	45	28	784
90.	18	41	23	529

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)	D = (X_2 - X_1)	D^2
	$\sum x1 =$ 1,591	$\sum x2 =$ 3,988	$\sum D =$ 2,398	$\sum D^2 =$ 67,162
	$\bar{x}$ = 17.68	$\bar{x}$ = 44.31		
	SD = 2.96	SD = 5.49		

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 17.68 และคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 44.31

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

คะแนน	N	$\bar{x}$	SD	$\sum D$	$\sum D^2$	t	df	p
ก่อนเรียน	90	17.68	2.96	2,398	67,162	41.665 *	89	.000
หลังเรียน	90	44.31	5.49					

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$)

ตอนที่ 3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลาง ต่ำ จากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ดังตารางที่ 5 - 6

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจำนวนของนักศึกษาอาชีวศึกษา จำแนกตามระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลาง ต่ำ

ทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษา	N	$\bar{x}$	S.D.
กลุ่มต่ำ	30	42.57	1.960
กลุ่มกลาง	30	43.40	1.812
กลุ่มสูง	30	42.60	2.283
รวม	90	42.86	2.042

จากตารางที่ 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยระดับทักษะการคิดของกลุ่มกลางมีค่าสูงกว่ากลุ่มต่ำ และกลุ่มสูง กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำมีค่าเท่ากับ 42.57 กลุ่มกลางมีค่าเท่ากับ 43.40 ส่วนค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูงมีค่าเท่ากับ 42.60

ตารางที่ 6 วิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษา จำแนกตามระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ กลาง สูง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	13.356	6.678	1.624	.203
ภายในกลุ่ม	87	357.767	4.112		
รวม	89	371.122			

จากตารางที่ 6 พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษา จำแนกตามระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างกลุ่มต่ำ กลุ่มกลาง และกลุ่มสูง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตอนที่ 4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน อันดับที่ ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)	N = 90			
	$\bar{x}$	S.D.	อันดับที่	ระดับ
1. ด้านความน่าสนใจ 1.1 สื่อการเรียนรู้มีความทันสมัย	4.73	.445	1	มากที่สุด
1.2 สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.48	.502	13	มาก
1.3 สื่อการเรียนรู้สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียน	4.57	.498	7	มากที่สุด
1.4 สื่อการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.47	.524	14	มาก
1.5 สื่อการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตรงตามความคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน	4.52	.524	10	มากที่สุด
2. ด้านเนื้อหา 2.1 ความชัดเจนในการนำเสนอ และอธิบายเนื้อหา	4.66	.478	2	มากที่สุด
2.2 การเรียบเรียงเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	4.37	.485	15	มาก
2.3 ความเหมาะสมของเนื้อหา	4.60	.515	5	มากที่สุด

ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)	N = 90			
	$\bar{x}$	S.D.	อันดับที่	ระดับ
3. ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ 3.1 ความสวยงามของฉาก และภาพที่ใช้ในการนำเสนอ	4.61	.490	3	มากที่สุด
3.2 ความชัดเจนของตัวอักษร	4.51	.503	11	มากที่สุด
3.3 ความถูกต้อง ชัดเจน ของภาษา	4.58	.497	6	มากที่สุด
3.4 ความน่าสนใจของเทคนิคที่ใช้ในการนำเสนอ	4.53	.502	8	มากที่สุด
4. ภาพรวมของสื่อ 4.1 ความเหมาะสมในการใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้	4.60	.493	4	มากที่สุด
4.2 เป็นสื่อที่นักเรียนสามารถใช้ศึกษาด้วยตนเอง	4.51	.503	11	มากที่สุด
4.3 ความสะดวกในการดาวน์โหลดแอพพลิเคชั่นสื่อการเรียนรู้สำหรับการใช้งาน	4.52	.502	9	มากที่สุด
รวมทั้งหมด	4.55	.161		มากที่สุด

จากตารางที่ 7 พบว่าในภาพรวมทั้งหมดนักศึกษาอาชีวศึกษามีความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) อยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเรียงลำดับจากคะแนนเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยได้แก่ สื่อการเรียนรู้มีความทันสมัย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 ความชัดเจนใน การนำเสนอ และอธิบายเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ความสวยงามของฉาก และภาพที่ใช้ในการนำเสนอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ความเหมาะสมในการใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ความเหมาะสมของเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ความถูกต้อง ชัดเจน ของภาษา มีคะแนนเฉลี่ย

เท่ากับ 4.58 สื่อการเรียนรู้สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ความน่าสนใจของเทคนิคที่ใช้ในการนำเสนอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ความสะดวกในการดาวน์โหลดแอพพลิเคชั่นสื่อการเรียนรู้สำหรับการใช้งาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 สื่อการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตรงตามความคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ความชัดเจนของตัวอักษร มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 และเป็นสื่อที่นักเรียนสามารถใช้ศึกษาด้วยตนเอง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 นอกนั้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ได้แก่สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 สื่อการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 และการเรียบเรียงเนื้อหาที่เข้าใจง่าย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.37

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกันในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียน

3. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน

4. เพื่อศึกษาความความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

สมมติฐานการวิจัย

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

2. คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

3. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลาง ต่ำ แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษา

1. ประชากร คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำนวน 90 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วยเครื่องมือดังต่อไปนี้

1. สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 จำนวน 5 เรื่อง ประกอบด้วย หน่วยที่ 1 ไดโอด หน่วยที่ 2 ซีเนอร์ไดโอด หน่วยที่ 3 ทรานซิสเตอร์ หน่วยที่ 4 เฟต และหน่วยที่ 5 เอสซีอาร์

2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 ด้วยการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) จำนวน 5 แผน ประกอบด้วย หน่วยที่ 1 ไดโอด หน่วยที่ 2 ซีเนอร์ไดโอด หน่วยที่ 3 ทรานซิสเตอร์ หน่วยที่ 4 เฟต และหน่วยที่ 5 เอสซีอาร์

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างวิจารณญาณ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณระดับ Z (Cornell Critical Thinking Test, Level Z) (Ennis and Millman, 1985)

5. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS for Windows สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนทักษะการคิดอย่างอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่เรียนผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียนและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลาง ต่ำ และวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ได้แก่

คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะการคิดของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-test) เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลาง ต่ำ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) แล้วทำการแปรผลและนำเสนอเป็นตาราง

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ กลาง สูง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ความความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ห้าอันดับแรกได้แก่ สื่อการเรียนรู้มีความทันสมัย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 ความชัดเจนใน การนำเสนอ และอธิบายเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ความสวยงามของฉาก และภาพที่ใช้ในการนำเสนอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ความเหมาะสมในการใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และความเหมาะสมของเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 สำหรับอันดับสุดท้ายมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ได้แก่ การเรียบเรียงเนื้อหาที่เข้าใจง่าย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.37

อภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกันในครั้งนี้ พบประเด็นที่ควรนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีการออกแบบการเรียนการสอน และแนวคิดของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม มีการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถเรียนรู้ได้จากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสด้านการมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส ประกอบกับ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยแก้ไขปัญหาความเป็นนามธรรมของกระบวนการทำงานของอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ กล่าวคือช่วยสร้างภาพเสมือนจริงที่เป็นภาพนิ่ง ภาพสามมิติและภาพเคลื่อนไหวให้ปรากฏขึ้นหรือแสดงผลผ่านจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ หรือบนเครื่องฉายโปรเจ็คเตอร์ได้หรือมีปฏิสัมพันธ์กับนักศึกษาได้ทันที และช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนอย่างแข็งขัน ซึ่งจะช่วยให้นักศึกษามองเห็นภาพและเข้าใจเนื้อหาที่ผู้สอนนำเสนอ ช่วยส่งเสริมบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ มีการตอบสนองและให้ผลป้อนกลับได้ทันที ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ศึกษาไปดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 ด้วยการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) และผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของพนิดา ตันศิริ (2553) ที่กล่าวว่าแนวคิดหลักของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมคือการพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพหรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ

โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นนั้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันทีทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหวหรือสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าออกมาแบบใด และตรงกับแนวคิดของสมศักดิ์ เตชะโกสิต และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2558) ที่กล่าวว่า คุณสมบัติของเทคโนโลยีเสมือนจริงเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือการสร้างสรรค์แนวปฏิบัติทางการเรียนและสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เกื้อหนุนเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุผล ผู้เรียนมีโอกาสเข้าถึงสื่อเทคโนโลยีเครื่องมือหรือแหล่งการเรียนรู้ที่มีคุณภาพนอกจากนี้ยังสามารถออกแบบระบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมทั้งการเรียนเป็นกลุ่มหรือการเรียนรายบุคคลด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชัยอนันต์ สาขะจันทร์ (2559) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนแบบร่วมมือโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการปฏิบัติและความคงทนทางการเรียนสำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ผลปรากฏว่า การเรียนแบบร่วมมือโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการปฏิบัติและความคงทนทางการเรียนสำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเหมือนกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของวิวัฒน์ มีสุวรรณ์ (2556) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (Augmented Reality) ซึ่งผลการวิจัยปรากฏว่า ผลของการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (Augmented Reality) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของสายันต์ โพธิ์เกตุ (2555) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือบนเว็บวิชาฟิสิกส์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือบนเว็บวิชาฟิสิกส์ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง

โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ผู้วิจัยได้บูรณาการการฝึกกระบวนการคิดไว้ในสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) โดยสร้างสถานการณ์และคำถาม ทำให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้จากการคิดตัดสินใจเลือกคำตอบในแต่ละสถานการณ์ และให้นักศึกษาได้มีโอกาสได้วิเคราะห์สถานการณ์หรือประเด็นปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งช่วยกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดการใฝ่รู้และคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบกับ สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) มีลักษณะพิเศษคือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยแก้ไขปัญหาความเป็นนามธรรมของกระบวนการทำงานของอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ กล่าวคือช่วยสร้างภาพเสมือนจริงที่เป็นภาพนิ่ง ภาพสามมิติและภาพเคลื่อนไหวให้ปรากฏขึ้นหรือแสดงผลผ่านจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์ มือถือ หรือบนเครื่องฉายโปรเจ็คเตอร์ได้หรือมีปฏิสัมพันธ์หรือตอบโต้กับนักศึกษาได้ทันที อันเป็นการช่วยส่งเสริมจินตนาการและสร้างแรงจูงใจให้นักศึกษามีความอยากรู้ อยากเห็น อยากทดลอง และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะกับการเรียนรู้ของทุกคน สามารถปรับแต่งให้เข้ากับรูปแบบการเรียนของแต่ละบุคคลได้ดี ให้ความรู้สึกตื่นตาตื่นใจ กระตุ้นให้เกิดความสนใจเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและส่งผลให้เกิดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556) ที่อธิบายเพิ่มเติมว่าการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้สามารถสร้างความน่าสนใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และสื่อเสริมการเรียนรู้ AR สามารถสร้างแรงบันดาลใจและจุดประกายความคิดให้กับผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่สนใจด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เมื่อได้สัมผัสกับเทคโนโลยี AR พวกเขาอาจเกิดจินตนาการนำไปคิดต่อยอดพัฒนาและสร้างสรรค์เทคโนโลยี AR สำหรับการใช้งานในด้านอื่นๆ รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของสายันต์ โพธิ์เกตุ (2555) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือบนเว็บวิชาฟิสิกส์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือบนเว็บวิชาฟิสิกส์ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของธนพร แย้มสุดา (2542, บทคัดย่อ) ที่ได้วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางพยาบาลศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้ทางปัญญาสังคมโยใช้พอร์ท โฟลิโอ ผลการวิจัยพบว่าภายหลังการสอนนักศึกษาพยาบาลกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คุณลักษณะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะในการปฏิบัติ การทำงานอย่างเป็นระบบและการรับรู้สมรรถนะแห่งตนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของอุบลทองปัญญา (2559) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผนวกวิธีการสอนบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับอุดมศึกษา ซึ่งผลการวิจัยปรากฏว่าทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ กลาง สูง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ท้าทาย สามารถกระตุ้นและตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลและศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนได้ รวมทั้งมีอิทธิพลในการสร้างความพร้อมในการกระตุ้นความสนใจให้มีสมาธิจดจ่อกับบทเรียนให้กับผู้เรียนได้ทุกคน ไม่ว่าผู้เรียนจะมีระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ต่างกันหรือไม่ก็ตาม แสดงว่าสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ให้ผลดีต่อนักศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกันทั้ง 3 ระดับ หรือสามารถใช้ได้กับนักศึกษาที่มีระดับทักษะการคิดแบบมีวิจารณญาณระดับต่าง ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมศักดิ์ เตชะโกสิต (2559, บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาการรู้สะเต็ม โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 114 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำนวน 38 คน กลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 38 คน และกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ จำนวน 38 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yen, Tsai, and Wu (2013) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดาราศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยภาพเคลื่อนไหวแบบสามมิติ และนักเรียนที่เรียนด้วยภาพเคลื่อนไหวแบบสองมิติ พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน

4. ความความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ร่วมกับการเรียนการสอน ซึ่งเป็นเทคนิคการผสมผสานภาพคอมพิวเตอร์กราฟิกสองมิติและสามมิติเข้ากับภาพเคลื่อนไหวแล้วพัฒนาเป็นแบบจำลองที่มีความสวยงามและสมจริงช่วยสร้างความน่าสนใจในการเรียน ดูทันสมัย น่าตื่นเต้น การใช้งานอุปกรณ์สะดวกง่ายต่อการใช้งาน สร้างความเข้าใจในเนื้อหาการเรียนมากขึ้น เกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นและเห็นภาพได้จริง จึงทำให้นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอุบล ทองปัญญา (2559, บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผนวกวิธีการสอนบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับอุดมศึกษา ซึ่งผลการวิจัยปรากฏว่าความพึงพอใจของนิสิตในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของเกรียงไกร พละสนธิ (2559, บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบคลาวด์เลิร์นนิงแบบสะตีมด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยปรากฏว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้งานคลาวด์เลิร์นนิงแบบสะตีมด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เช่นเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. รัฐบาลควรมีนโยบายในการส่งเสริมให้สถานศึกษานำผลการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ด้วยการฝึกอบรมและจัดตั้งหน่วยงานเพื่อให้บริการและให้คำแนะนำแก่อาจารย์ นักศึกษาและบุคคลทั่วไป

2. สถานศึกษาควรมีระบบอินเทอร์เน็ตที่มีความเร็วในการรองรับการใช้งานและสอดคล้องกับซอฟต์แวร์หรือแอฟในสมาร์ทโฟน และมีอุปกรณ์ในการเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่เพียงพอเพื่อทำให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

3. รัฐบาลควรขับเคลื่อนนโยบายดิจิทัลเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลอย่างยั่งยืนเพื่อให้ประชาชนทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงบริการพื้นฐานของรัฐอย่างทั่วถึงและเท่าเทียมกัน โดยการสนับสนุนงบประมาณในการพัฒนาห้องเรียนอัจฉริยะ (smart classroom) ที่เป็นห้องเรียนซึ่งสามารถจำลองสถานการณ์การเรียนรู้เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ทั้งภาคทฤษฎีและการปฏิบัติทักษะได้อย่างเสมือนจริง ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาได้จากการถ่ายทอดเสมือนจริงและสามารถถ่ายทอดไปยังโรงเรียนต่าง ๆ ในต่างจังหวัดทั่วประเทศได้อีกด้วย

4. หน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องควรสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยเพื่อหาองค์ความรู้เกี่ยวกับการบูรณาการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในยุคประเทศไทย 4.0 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมสู่ยุคดิจิทัล

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ครูผู้สอน และนักการศึกษาสามารถนำกระบวนการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่ได้จากการวิจัยไปเป็นแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อประยุกต์ใช้กับรายวิชาต่างๆให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาหรือตามบริบทของการจัดการเรียนการสอนได้

2. ผู้ใช้งานสามารถนำแอพลิเคชั่นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องและเหมาะสมได้ โดยเลือกแอพลิเคชั่นที่สามารถใช้งานได้ง่าย มีขั้นตอนการพัฒนาที่ไม่ซับซ้อน พัฒนาได้ด้วยคอมพิวเตอร์หรือมือถือได้ทุกระบบปฏิบัติการ และไม่เสียค่าใช้จ่าย ซึ่งจะช่วยประหยัดงบประมาณได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะสำหรับทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมร่วมกับวิธีการสอนอื่นๆ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านต่างๆ ที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เช่น ทักษะพิสัย เป็นต้น

3. ควรมีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในรายวิชาอื่นๆ เพื่อแสดงสภาวะการทำงานและการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์ เช่น ระบบออโต้เมชั่น ระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ เป็นต้น

ผลผลิต /ผลลัพธ์ รายงานการวิจัย, บทความวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2562

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546) การพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บไซต์เพื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

กิดานันท์ มลิทอง (2548) เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดอรุณการพิมพ์.

กิดานันท์ มลิทอง (2548) ไอซีทีเพื่อการศึกษา ICT for Education กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดอรุณการพิมพ์.

กัณฑรี วรอาจ (2557) การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพดสำหรับนักเรียนชั้นมัยมศึกษาปีที่ 1ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกรียงไกร พละสนธิ (2559) การพัฒนารูปแบบคลาวด์เลิร์นนิงแบบสะตีมด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

จงจิตต์ ฤทธิรงค์ และรีนา ต๊ะดี (2558) ข้อท้าทายในการผลิตแรงงานฝีมือไทยเพื่อเข้าสู่ตลาดแรงงานประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน นครปฐม สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2561) การออกแบบการเรียนแบบดิจิทัล กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชาลินี เอี่ยมศรี (2536) การพัฒนาแบบสอบการคิดวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชนินทร์ หนูฤทธิ์ (2559) การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมสำหรับรายวิชาทฤษฎีและคำนวณช่างยนต์ วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชัยอนันต์ สาขะจันทร์ (2559) การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบร่วมมือโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เพื่อส่งเสริมทักษะการปฏิบัติและความคงทนทางการเรียน สำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ณรงค์เดช เขม้นการนา (2560) สื่อการเรียนการสอนมัลติมิเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

ณัฏฐ์ ดิษเจริญ, กรวัฒน พลเยี่ยม, พนิดา วังคะฮาต, และปุรมิ จารุจำรัส (2557) การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี ด้วยเทคโนโลยีออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ 5(1) หน้า 21-27

ณัฏฐ์ ดิษเจริญ, ฐิติกร ประครองญาติ, นลพรรณ ประลอบพันธุ์ และสุภาพร พลไตร (2557) การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องเซลล์และโครมโซม ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง The Tenth Conference on Computing and Information Technology หน้า 419-424

ณัฐพล รอทองและวัชรินทร์ โพธิ์เงิน (2559) การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องหุ่นยนต์เดลต้า โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) ร่วมกับเทคโนโลยีความเสมือนจริง การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 9 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ณัฐมา ไชยวรโยธิน (2556) การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ศิลปะการแสดงประจำชาติประเทศในประชาคมอาเวียนด้วยเทคโนโลยีออรัสม่า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยอแซฟอุปถัมภ์ ปีการศึกษา 2556 ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทิศนา แขมมณีและคณะ (2544) วิทยาการด้านการคิด กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊บ แมเนจเม้นท์ จำกัด

ธนพร แย้มสุดา (2542) การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางพยาบาลศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้ทางปัญญาสังคม โดยใช้พอร์ทโฟลิโอ วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาอุดมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บุญชม ศรีสะอาด (2545) การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7) กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน์

ประชาชาติธุรกิจ (2560) เด็กไทยมีลุ้น..หยุดกังวลกับหนังสือเล่มหนาด้วยสื่อ 3D Anatomy เข้าถึงได้จาก http://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1464936664

ปัญจรัตน์ ทับเปีย (2555) การพัฒนาชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์ (2545) คิดอย่างมีวิจารณญาณ วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี 30(116), หน้า 35-37

พนิดา ตันศิริ (2553) โลกเสมือนผสานโลกจริง วารสารนักบริหาร ฉบับที่ 30(2) หน้า 169-175

พรทิพย์ ปริยวาทิต (2558) ผลของการใช้บทเรียน Augmented Reality Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดตานีนรสโมสร วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เพ็ญพิศุทธ์ เนคมานุรักษ์ (2537) การพัฒนารูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักศึกษาครู วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556) พลิกบทบาท 3D สู่โลกความจริงเสมือน (Augmented Reality) เอกสารประกอบการบรรยาย นครปฐม : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556) ผูกข้อมูลไว้ในโลกเสมือนจริงด้วยเทคโนโลยี Aurasma CAT Magazine ฉบับที่ 32 หน้า 40-41

ภูวภัสสร์ อินอ้าย (2559) การพัฒนาชุดการสอนด้วยเทคโนโลยีออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ เรื่องรามเกียรติ์ ตอนศึกไมยราพ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

ยงยุทธ แฉล้มวงษ์ (2557ก) แรงงานไทยในบริบทใหม่เมื่อเปิดประชาคมอาเซียน เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://tdri.or.th/tdri-insight/thai-labour-in-aec-context/ สืบค้นข้อมูลเมื่อวันที่ 10 กันยายน 2559

รักษพล ธนานุวงศ์ (2556) สื่อเสริมการเรียนรู้โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality) ชุดการจมและการลอย นิตยสาร สสวท. 41(181) หน้า 28-31

วิทยากร เชียงกูล (2558) สภาวะการศึกษาไทย 2557/2558 “จะปฏิรูปการศึกษาไทยให้ทันโลกในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างไร” กรุงเทพฯ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

วิภา อุตมฉันท์ (2544) การผลิตสื่อโทรทัศน์และสื่อคอมพิวเตอร์: กระบวนการสร้างสรรค์และเทคนิคการผลิต (ฉบับปรับปรุงใหม่) พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร บริษัทบุ๊ค พอยท์ จำกัด.

วิรังรอง ทองวิเศษ (2545) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาวิทยาศาสตร์ วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์ (2554) การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2554

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์ (2556) การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ Augmented Reality เพชรบูรณ์ : จุลดิศการพิมพ์

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์ (2556) การพัฒนาชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (Augmented Reality) พิษณุโลก : รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ศุษมา แสนปากดี (2557) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในบอร์ดประชาสัมพันธ์ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. การประชุมวิชาการ มหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หน้า 257-264

สมชาย รัตนทองคำ (2545) การพัฒนารูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สมศักดิ์ เตชะโกสิต และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2558) การเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในวิชาวิทยาศาสตร์ วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2558

สมศักดิ์ เตชะโกสิต (2559) รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อการรู้สะเต็ม วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สายันต์ โพธิ์เกตุ (2555) การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือบนเว็บวิชาฟิสิกส์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง และณัฐวี อุตกฤษฎ์ (2555) การประยุกต์ใช้เทคนิคความเป็นจริงเสมือนเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพยัญชนะภาษาไทย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สุพัฒน์ บุญอยู่ (2559) สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สุวิทย์ คำมูล (2547) กลยุทธ์การสอนคิดอย่างมีวิจารณญาณ กรุงเทพฯ : หจก.ภาพพิมพ์

เสาวภา กลิ่นสูงเนิน สมเกียรติ ตันติวงศ์วาณิช และศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี (2558) การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ปีที่ 14 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน-ธันวาคม 2558 หน้า 288-295

สำนักงานราชบัณฑิตสภา (2544) ศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถาน [Online] Available: http://rirs3.royin.go.th/coinages/webcoinage.php สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2561

สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (2557) คุณภาพแรงงานเงาสะท้อนคุณภาพการศึกษา เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://apps.qlf.or.th/member/UploadedFiles/prefix-15082557-113332-q15B2n.pdf สืบค้นข้อมูลเมื่อวันที่ 10 กันยายน 2559

อุบล ทองปัญญา (2559) การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผนวกวิธีการสอนบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับอุดมศึกษา ดุษฎีนิพนธ์ศึกษาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อำนาจ ชิดทอง (2555) เทคนิคความเป็นจริงเสริมเพื่อผลิตสื่อการสอน สำหรับโครงสร้างต้นไม้ (Ethesis). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Cirulisa A, Brigmanis KB (2013) 3D outdoor augmented reality for architecture and urban planning. Procedia Computer Science, 25,p.71-79.

Decaroli, J. (1973) What Research Say to Classroom Teacher: Critical Thinking. Social Education 37(1) : 67-69

Dressel, P.L. and L.B. Mayhew (1957) General Education: Explorations in Evaluation 2nd. edit, Washington D.C.: American Council on Education.

Ennis, R.H. (1985) A logical Basis for Measuring Critical Thinking Skill. Education Leadership 43(2): pp.44-48

Ennis, R.H., Millman, J. and Tomko, T.N. (1985) Manual Cornell Critical Thinking Test. Pacific Grove, CA: Midwest.

Feng Zhou, Henry Been-Lim Duh, Mark Billinghurst (2008) Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 15-18 September, Cambridge. Pp.193-200

Glassappsource. "VUZIX SMART GLASSES" [Online] Available: http://www.glassappsource.com/vuzix สืบค้นเมื่อ 27 มกราคม พ.ศ 2561

Gough, D. (1991) Thinking about Thinking. Alexandria, VA: National Association of Elementary School Principals.

Jiri, K. & Pavla, S. (2015) Using Augmented Reality as a Medium for Teaching History and Tourism. Procedia – Social and Behavioral Science. Volume 174, 12 February 2015, pp.926-931

John McNeil Studio (2014) "#ThroughGlass". [Online] Available: http://www.innovationsandstrategy.com/?p=1336. สืบค้นเมื่อ 27 มกราคม พ.ศ 2561

Judy Lever-Duffy, Jean B. McDonald, and Al P. Mizell (2003) Teaching and Learning with Technology Pearson Education, Inc.

Jung, T., Chung, N. & Leue, M. (2015) The Determinants of Recommendations to Use Augmented Reality Technologies – The Case of Korean Theme Park, Tourism Management. Vol. 49, pp. 75-86

Klopfer, E. and Squire, K. (2008) Environmental detectives the development of an augmented reality platform for environmental simulations. Educational Technology Research and Development Vol.56 No.2 : 203-228.

Lulian Radu. (2014) Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. Personal and Ubiquitous Computing. pp.1533-1543.

Margarita Vilkoniene (2009). Influence of augmented reality technology upon pupils' knowledge about human digestive system: The results of the experiment. US-3 China Education Review, 36-43.

McGriff, J.S. (2000) Instructional System Design (ISD): Using the ADDIE Model. Instructional System, Penn State University.

M. D. Roblyer (2003) Integrating Educational Technology into Teaching Third Edition New Jersey Pearson Education, Inc.

Medgadget. (2013) Augmented Reality iPad App Guides Surgeons During Tumor Removal. Retrieve from http://www.medgadget.com/2013/08/augmented-reality-ipad-app-guides-surgeons-during-tumor-removal.html

Milgram and A.F.Kishino (1994) Taxonomy of Mixed Reality Virtual Displays IEICE Transactions on Information and Systems. E77-D (12), pp. 1321-1329

Murat, A., Gokce, A., & Huseyin, M.P. (2016) Augmented Reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. Computers in Human Behavior Volume 57, April 2016, pp.334-342.

Nae AYC, Ong SK, Chryssolouris G, Moutzis D.(2012) Augmented Reality applications in design and manufacturing. CIRP Annual-Manufacturing Technology. 61, p.65-79 .

Norris, S. P. and R. H. Ennis (1989) Evaluation Critical Thinking. California: Midwest Plubications.

Rabia, M.Y. (2016) Educational Magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education. Computer in Human Behavior. Volume 54, January 2016, pp.240-248

Robert M. Gagne, Leslie J. Briggs and Walter W. Wager (1992) Principles of instructional design Fourth Edition Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.

Ronald. T. Azuma (1997) A Survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments, August pp. 355-385.

Seels, B.B. and Richey, R.C. (1994) Instructional Technology: The Definition and Domains of the Field. Washington D.C.: Assosiation for Educational Communications and Technology.

Sternberg, R. J. and Baron, J. B. (1985) A Statewide Approach to Measuring Critical Thinking Skills, Educational Leadership. 43(2) : 10-13

Techoffside (2560) ARZIO เทคโนโลยี AR บนแผ่นพับที่ระลึก พระราชพิธีถวายพระเพลิงพระบรมศพฯ เข้าถึงได้จาก http://www.techoffside.com/2017/10/arzio-แผ่นพับที่ระลึก/

Teacherinnovator (2560) AR Book กับเด็กปฐมวัย เข้าถึงได้จาก http://teacherinnovator.com/?p=3666

Watson, G. and Glaser, E.M. (1964) Watson – Glaser Critical Thinking Appraisal Manual, New York: Harcourt Brace and World.

Woolfolk, Anita E. (1995) Educational Psychology. 6th edit. Boston: Allyn and Bacon A Simon & Schuster Company

Yen J., Tsai, C., and Wu, M. (2013) Augmented Reality in the higher education: Students' science concept learning and academic achievement in astronomy. In 13th International Educational Technology Conference, 165-173.

Urbanwearable.technology. (2014) "Epson Moverio BT-200 Smart Glasses". [Online] Available: http://www.urbanwearable.technology/epson-moverio-bt-200-smart-glasses/ สืบค้นเมื่อ 27 มกราคม พ.ศ 2561

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐกรณ์ คิดการ	คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102

2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 ด้วยการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

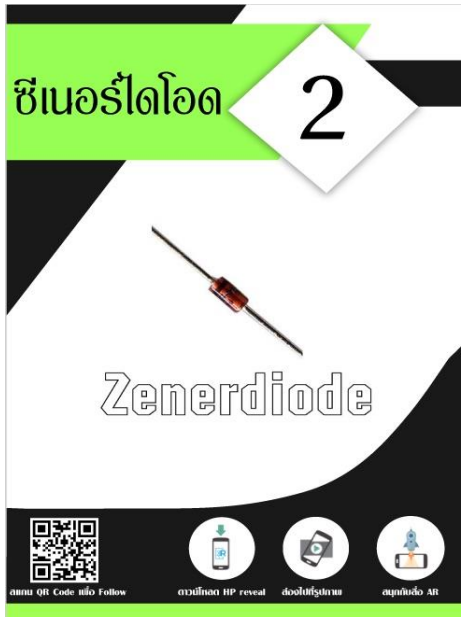
3. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

4. หนังสืออนุญาตให้ใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102

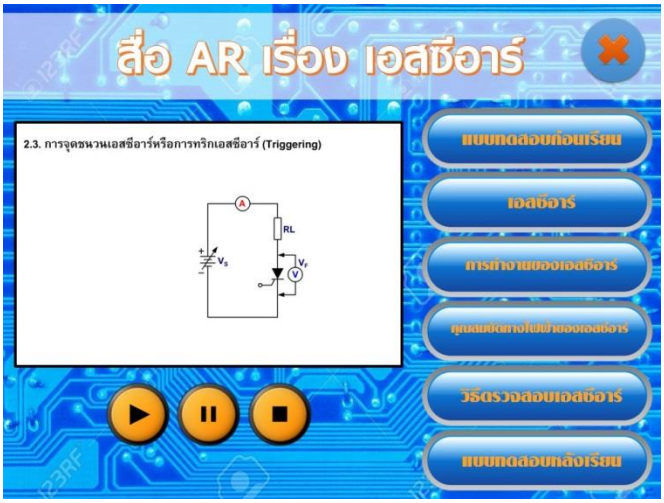
หน่วยที่ 1 ไดโอด

หน่วยที่ 2 ซีเนอร์ไดโอด



หน่วยที่ 3 ทรานซิสเตอร์

หน่วยที่ 4 เอสซีอาร์



หน่วยที่ 5 เฟต

เฟต
5
FET
สแกน QR Code เพื่อ Follow
ดาวน์โหลด HP reveal
ส่องไปที่รูปภาพ
สนุกกับสื่อ AR

สื่อ AR เรื่อง เฟต
แบบทดสอบก่อนเรียน
เฟต
เจเฟต
มอสเฟต
แบบทดสอบหลังเรียน

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 **สอนครั้งที่** 1
หน่วยที่ 1 **ชื่อหน่วย** ไดโอด **รวม** 4 **ชั่วโมง**
ชื่อเรื่อง ไดโอด **จำนวน** 4 **ชั่วโมง**

หัวข้อเรื่อง / งาน

1.1 โดโอด

1.2 การทำงานของไดโอด

1.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด

1.4 วิธีตรวจสอบไดโอด

สาระสำคัญ

ไดโอดเป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นจากคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำพี-เอ็น ไดโอดมีขั้ว 2 ขั้ว มีหลายขนาด เราจะพบไดโอดได้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป เช่น วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง และวงจรประจุไฟฟ้าสำหรับแบตเตอรี่ เป็นต้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.บอกโครงสร้าง สัญลักษณ์ และชนิดของไดโอดได้

2.อธิบายการทำงานของไดโอดเมื่อต่อวงจรไบอัสตรงและไบอัสกลับ

3.บอกคุณสมบัติของไดโอดในสภาวะไบอัสตรงและไบอัสกลับได้

4.บอกวิธีการวัดและตรวจสอบไดโอดได้

ภาคทฤษฎี

1.1 โดโอด
1.2 การทำงานของไดโอด
1.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด
1.4 วิธีตรวจสอบไดโอด

ภาคปฏิบัติ

ใบปฏิบัติงานที่ 1 เรื่อง การวัดและตรวจสอบไดโอด

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 1

กิจกรรมครูผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
ขั้นนำสู่บทเรียน 1. ครูทบทวนรายละเอียดเนื้อหาที่เกี่ยวกับไดโอด 2. ครูชี้แจงหัวข้อเรื่อง/งานที่จะศึกษาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3. ครูให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลก่อนเรียนหน่วยที่ 1 ไดโอด จำนวน 10 ข้อ เพื่อประเมินความรู้พื้นฐานของผู้เรียน 4. ครูให้ผู้เรียนศึกษาแนวคิดและจุดประสงค์การเรียนรู้ หน่วยที่ 1 ไดโอด	1. ผู้เรียนฟังครูทบทวนรายละเอียดเนื้อหาที่เกี่ยวกับไดโอด 2. ผู้เรียนฟังครูชี้แจงและศึกษารายละเอียดหัวข้อเรื่อง/งานที่จะศึกษาครั้งที่ 1 3. ผู้เรียนทำแบบประเมินผลก่อนเรียนหน่วยที่ 1 ไดโอด จำนวน 10 ข้อ ด้วยความบริสุทธิ์ ยุติธรรม 4. ผู้เรียนศึกษาแนวคิดและจุดประสงค์การเรียนรู้ หน่วยที่ 1 ไดโอด จากใบความรู้
ขั้นสอน 1. ครูอธิบายรายละเอียดเนื้อหาหน่วยที่ 1 ไดโอด พร้อมกับให้ผู้เรียนศึกษาจากใบความรู้และสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง โดยใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ 1.1 ไดโอด 1.2 การทำงานของไดโอด 1.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด 1.4 วิธีตรวจสอบไดโอด 2. ครูให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ไดโอด จำนวน 1 ข้อ	1. ผู้เรียนฟังครูอธิบายและเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง โดยใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) หน่วยที่ 1 ไดโอด พร้อมกับศึกษาใบความรู้ 1.1 ไดโอด 1.2 การทำงานของไดโอด 1.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด 1.4 วิธีตรวจสอบไดโอด 2. ผู้เรียนทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ไดโอด จำนวน 1 ข้อ

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

กิจกรรมครูผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
ขั้นทำกิจกรรมปฏิบัติ	
1. ครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน	1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มตามที่ครูผู้สอนกำหนด กลุ่มละ 3 คน
2. ครูอธิบายรายละเอียดของใบงานที่ 1 การวัดและตรวจสอบไดโอด	2. ผู้เรียนศึกษาใบงานที่ 1 การวัดและตรวจสอบไดโอด พร้อมฟังครูอธิบายรายละเอียดของใบงาน เช่น จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ลำดับขั้นการทดลอง เครื่องมือและอุปกรณ์ ข้อควรระวัง และข้อเสนอแนะ
3. ครูผู้สอนตอบข้อซักถามของผู้เรียนให้เข้าใจตามขั้นตอนต่าง ๆ ให้เข้าใจ	3. ผู้เรียนซักถามปัญหาที่ไม่เข้าใจของลำดับขั้นการทดลองต่อครูผู้สอนก่อนลงมือปฏิบัติงาน
4. ครูควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือและอุปกรณ์	4. ผู้เรียนส่งผู้แทนเบิกเครื่องมือและอุปกรณ์ พร้อมกับตรวจสอบความสมบูรณ์ของเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงาน
5. ครูควบคุมและตรวจการปฏิบัติงานของแต่ละกลุ่ม พร้อมกับให้คำแนะนำและให้กำลังใจในการปฏิบัติงานของผู้เรียน	5. ผู้เรียนปฏิบัติงานตามลำดับขั้นการทดลองด้วยความตั้งใจและความถูกต้อง

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

กิจกรรมครูผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
ขั้นสรุปและประเมินผล 1. ครูสรุปรายละเอียดเนื้อหาของการเรียนรู้ หน่วย ที่ 1 ไดโอด โดยการอธิบายสรุปถึงประเด็นที่สำคัญ เรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้ 1.1 ไดโอด 1.2 การทำงานของไดโอด 1.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด 1.4 วิธีตรวจสอบไดโอด 2. ครูตอบข้อซักถามรายละเอียดของเนื้อหาการเรียนรู้ 3. ครูสรุปรายละเอียดเนื้อหา ด้วยการถาม-ตอบ โดยมีข้อคำถามดังต่อไปนี้	1. ผู้เรียนฟังครูอธิบายรายละเอียดเนื้อหา หน่วยที่ 1 ไดโอด ประกอบด้วย 1.1 ไดโอด 1.2 การทำงานของไดโอด 1.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด 1.4 วิธีตรวจสอบไดโอด 2. ผู้เรียนซักถามรายละเอียดของเนื้อหาการเรียนรู้ที่ไม่เข้าใจพร้อมจดบันทึก 3. ผู้เรียนตอบข้อคำถามของครูผู้สอน ดังต่อไปนี้
แนวคำถามของครูผู้สอน	แนวคำตอบของผู้เรียน
1. ไดโอด คืออะไร 2. ไดโอดทำงานอย่างไร	ตอบ อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นจากคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำพี-เอ็น ตอบ ยอมให้กระแสไหลผ่านได้ทิศทางเดียว

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

กิจกรรมครูผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
4. ครูเลือกสุ่มให้แต่ละกลุ่มสรุปผลการทดลองใบงานที่ 1 การวัดและตรวจสอบไดโอด 5. ครูสรุปรายละเอียดผลการทดลองเพิ่มเติม 6. ครูให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลหลังเรียนหน่วยที่ 1 ไดโอด จำนวน 10 ข้อ	4. ผู้เรียนกลุ่มนี้ได้รับมอบหมายให้สรุปผลการทดลองใบงานที่ 1 การวัดและตรวจสอบไดโอด 5. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมสมองในการสรุปผลการทดลองเพิ่มเติม 6. ผู้เรียนทำแบบประเมินผลหลังเรียน หน่วยที่ 1 ไดโอด จำนวน 10 ข้อ

สื่อการเรียนรู้

สื่อสิ่งพิมพ์

อดุลย์ กัลยา แก้ว. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ. กรุงเทพมหานคร. 2550.

ใบความรู้ที่ 1 ไดโอด

ใบงานที่ 1 การวัดและตรวจสอบไดโอด

ใบมอบงานที่ 1 การทำงานของไดโอด

สื่อโสตทัศน์

1. กระดาน - ชอล์ก

2. คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบ

3. สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง โดยใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 เรื่อง ไดโอด

3.2 เรื่อง การทำงานของไดโอด

3.3 เรื่อง คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด

3.4 เรื่อง วิธีตรวจสอบไดโอด

เครื่องมือและอุปกรณ์

- โทรศัพท์มือถือและแท็ปเล็ต

งานที่มอบหมาย หรือกิจกรรม

ก่อนเรียน

1. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลก่อนเรียน หน่วยที่ 1 ไดโอด จำนวน 10 ข้อ

2. ให้ผู้เรียนศึกษาแนวคิด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ จากใบความรู้ที่ 1 ไดโอด

ขณะเรียน

1. ให้ผู้เรียนศึกษารายละเอียดเนื้อหาจากใบความรู้ที่ 1 ไดโอด

2. ให้ผู้เรียนตอบข้อคำถาม

3. ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่ 1 ไดโอด

4. ศึกษาและปฏิบัติงาน ใบงานที่ 1 การวัดและตรวจสอบไดโอด

หลังเรียน

1. ให้ผู้เรียนตรวจปรับกิจกรรมที่ 1 ไดโอด จากแนวตอบกิจกรรมของครูผู้สอน

2. ตรวจและประกาศคะแนนจากแบบประเมินผลก่อนเรียน กิจกรรม และแบบประเมินผลหลังเรียนให้ผู้เรียนทราบ

3. ให้ผู้เรียนตรวจปรับใบงานที่ 1 การวัดและตรวจสอบไดโอด ตามแบบเฉลยของครูผู้สอน

4. ให้ผู้เรียนค้นคว้าเพิ่มเติมตามรายละเอียดใบมอบงานที่ 1 การทำงานของไดโอด

5. ให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมจากเฉลยใบงาน และแบบประเมินผล

6. ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้อื่น ๆ เพิ่มเติม จากเว็บ https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet7/diode.htm

การวัดและประเมินผล

ก่อนเรียน

1. ตรวจแบบประเมินผลก่อนเรียน หน่วยที่ 1 ไดโอด จำนวน 10 ข้อ (10 คะแนน) บันทึกคะแนนลงในใบสรุปการประเมินผล หน่วยที่ 1 ไดโอด ช่องสอบก่อนเรียน

2. สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการศึกษาแนวคิด สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ จากใบความรู้ที่ 1 ไดโอด

ขณะเรียน

ด้านพุทธิพิสัย

1. สังเกตความสนใจของผู้เรียนระหว่างที่มีกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

2. สังเกตความสนใจของผู้เรียนจากการทำกิจกรรมของเนื้อหาการเรียน กิจกรรมที่ 1 โครงสร้างของไดโอด

ด้านทักษะพิสัย

1. สังเกตความสนใจของผู้เรียนศึกษารายละเอียดการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 1 การวัดและตรวจสอบไดโอด

2. สังเกตการเตรียมงานก่อนการปฏิบัติงาน เช่น เครื่องมือและอุปกรณ์ ชุดฝึก และใบงานให้พร้อมที่จะปฏิบัติงาน

3. สังเกตความสนใจของการดำเนินงาน การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ การรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ตลอดจนลักษณะนิสัยการปฏิบัติงาน พร้อมกับบันทึกคะแนนลงในแบบประเมินผลใบงาน

หลังเรียน

ด้านพุทธิพิสัย

1. ตรวจผลการตอบกิจกรรม หน่วยที่ 1 ไดโอด

2. สังเกตความสนใจของผู้เรียนที่ตรวจปรับกิจกรรมที่ 1 จากแนวการตอบกิจกรรมของครูผู้สอน

3. ตรวจแบบประเมินผลหลังเรียน หน่วยที่ 1 ไดโอด จำนวน 10 ข้อ (10 คะแนน) บันทึกคะแนนลงในใบสรุปการประเมินผล หน่วยที่ 1 ไดโอด ช่องสอบหลังเรียน

4. ตรวจรายงานใบมอบงานที่ 1 การทำงานของไดโอด พร้อมกับบันทึกผลลงในใบสรุปการประเมินผลหน่วยที่ 1 ไดโอด ช่องใบมอบงาน (10 คะแนน)

ด้านทักษะพิสัย

1. ตรวจผลการปฏิบัติงานของผู้เรียน ใบงานที่ 1 การวัดและตรวจสอบไดโอด พร้อมกับบันทึกการประเมินผลลงในแบบประเมินผลที่ 1 ประกอบด้วย

1.1 การเตรียมงาน

1.2 การดำเนินการปฏิบัติงาน

1.3 การเลือกใช้และบำรุงรักษาเครื่องมือ

1.4 คุณภาพของงาน

2. สังเกตความสนใจของผู้เรียนในการตรวจปรับใบงานที่ 1 ตามแบบเฉลยใบงานที่ 1 การวัดและตรวจสอบไดโอด ของครูผู้สอน

ด้านจิตพิสัย

1. สังเกตพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนด้านคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ประกอบด้วย

1.1 การตรงต่อเวลา

1.2 ความรับผิดชอบ

1.3 การมีมนุษยสัมพันธ์

1.4 การแต่งกาย

2. บันทึกผลการประเมินลงในแบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ประจำหน่วยที่ 1 ไดโอด

แบบประเมินผลก่อนเรียน

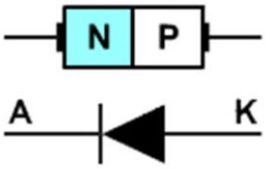
หน่วยที่ 1 เรื่อง ไดโอด

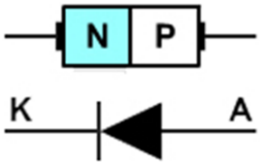
จุดประสงค์ เพื่อประเมินความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเกี่ยวกับ “เรื่อง ไดโอด”

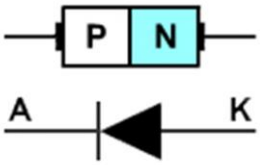
คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้และทำเครื่องหมายกากบาท (×) ข้อที่ผู้เรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

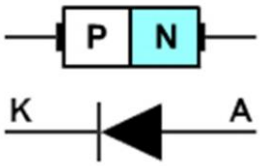
2. เวลาสำหรับการทำแบบประเมิน 8 นาที

1.รูปโครงสร้างและสัญลักษณ์ของไดโอดในข้อใดที่มีความสัมพันธ์กัน

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

2.ไดโอดชนิดเยอรมันเนียม จะนำกระแสเมื่อใด

ก.แรงดันไบอัสตรงตกคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.3 V

ข.แรงดันไบอัสกลับตกคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.3 V

ค.แรงดันไบอัสตรงตกคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.7 V

ง.แรงดันไบอัสกลับตกคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.7 V

3.ไอโอดชนิดซิลิกอนจะนำกระแสเมื่อใด

ก.แรงดันไบอัสตรงคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.3 V

ข.แรงดันไบอัสกลับคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.3 V

ค.แรงดันไบอัสตรงคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.7 V

ง.แรงดันไบอัสกลับคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.7 V

4.การไบอัสตรงมีผลต่อช่องว่างบริเวณรอบต่อ PN ของไดโอดอย่างไร

ก.อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อ PN ไปรวมกับโฮลทำให้ช่องว่างแคบลง

ข.อิเล็กตรอนและโฮลจะเคลื่อนที่เข้าหาบริเวณต่อ PN ทำให้ช่องว่างแคบลง

ค.อิเล็กตรอนและโฮลจะเคลื่อนที่ออกห่างบริเวณต่อ PN ทำให้ช่องว่างแคบลง

ง.อิเล็กตรอนและโฮลจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นจนทำให้ช่องว่างบริเวณรอยต่อหายไป

5.การไบอัสกลับมีผลต่อช่องว่างบริเวณรอยต่อ PN ของไดโอดอย่างไร

ก.อิเล็กตรอนและโฮลจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นจนทำให้ช่องว่างบริเวณรอยต่อหายไป

ข.อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อ PN ไปรวมต่อกับโฮลทำให้ช่องว่างแถบลง

ค.อิเล็กตรอนและโฮลจะเคลื่อนที่ถ้าหาบริเวณรอยต่อ PN ทำให้ช่องว่างแคบลง

ง.อิเล็กตรอนและโฮลจะเคลื่อนที่ออกห่างบริเวณต่อ PN ทำให้ช่องว่างกว้างขึ้น

6.เมื่อไดโอดได้รับไบอัสตรงจะมีคุณสมบัติอย่างไร

ก.ไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอด

ข.มีกระแสไหลจากอาโนดไปยังคาโถด

ค.แรงดันตกคร่อมไดโอดมีค่าเท่ากับแหล่งจ่ายไฟ

ง.ไดโอดจะมีความต้านทานสูง

7.เมื่อไดโอดได้รับไบอัสกลับจะมีคุณสมบัติอย่างไร

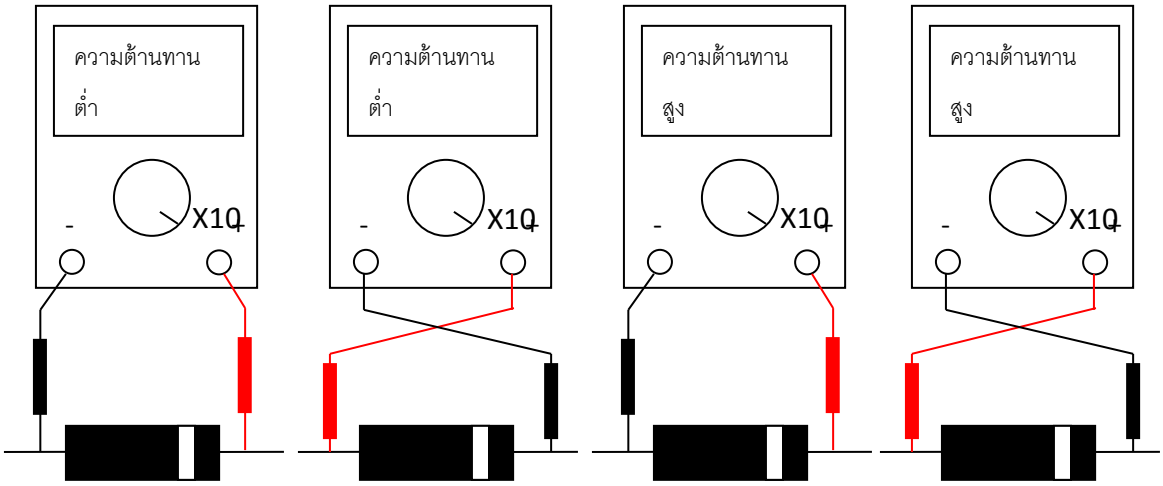
ก.ไดโอดจะมีความต้านทานต่ำ

ข.แรงดันรีเวิร์สตกคร่อมไดโอดมีค่า 0.7 V.

ค.มีกระแสไหลจากคาโถดไปยังอาโนดสูงมาก

ง.ไดโอดไม่นำกระแส

8.รูปใดแสดงการตรวจสอบไดโอดที่ถูกต้อง



(1) (2) (3) (4)

ก.รูปที่ 1,2 ข. รูปที่ 2,3

ค.รูปที่ 3,4 ง.รูปที่ 4,1

9.ผลการวัดในข้อใดแสดงว่าไดโอดดี

ก.วัดแล้วขึ้นมาก 1 ครั้ง ไม่ขึ้น 1 ครั้ง

ข.วัดแล้วเข็มไม่ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง

ค.วัดแล้วเข็มขึ้นสุดสเกลทั้ง 2 ครั้ง

ง.วัดแล้วเข็มขึ้นทั้ง 2 ครั้ง ไม่เท่ากัน

10.ผลการวัดในข้อใดแสดงว่าไดโอดขาด

ก.วัดแล้วขึ้นมาก 1 ครั้ง ไม่ขึ้น 1 ครั้ง

ข.วัดแล้วเข็มไม่ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง

ค.วัดแล้วเข็มขึ้นสุดสเกลทั้ง 2 ครั้ง

ง. วัดแล้วเข็มขึ้นทั้ง 2 ครั้ง

กิจกรรมที่ 1

เรื่อง โครงสร้างของไดโอด

คำสั่ง 1. จงตอบคำถามให้สมบูรณ์และถูกต้องที่สุด (10 คะแนน)

2. เวลาสำหรับการทำกิจกรรม 5 นาที

1. โครงสร้างของไดโอด มีลักษณะอย่างไร (10 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลหลังเรียน

หน่วยที่ 1 เรื่อง ไดโอด

จุดประสงค์ **เพื่อประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนเกี่ยวกับ** “เรื่อง ไดโอด”

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้และทำเครื่องหมายกากบาท (×) ข้อที่ผู้เรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

2. เวลาสำหรับการทำแบบประเมิน 8 นาที

1.เมื่อไดโอดได้รับไบอัสตรงจะมีคุณสมบัติอย่างไร

ก.ไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอด

ข.มีกระแสไหลจากอาโนดไปยังคาโถด

ค.แรงดันตกคร่อมไดโอดมีค่าเท่ากับแหล่งจ่ายไฟ

ง.ไดโอดจะมีความต้านทานสูง

2.เมื่อไดโอดได้รับไบอัสกลับจะมีคุณสมบัติอย่างไร

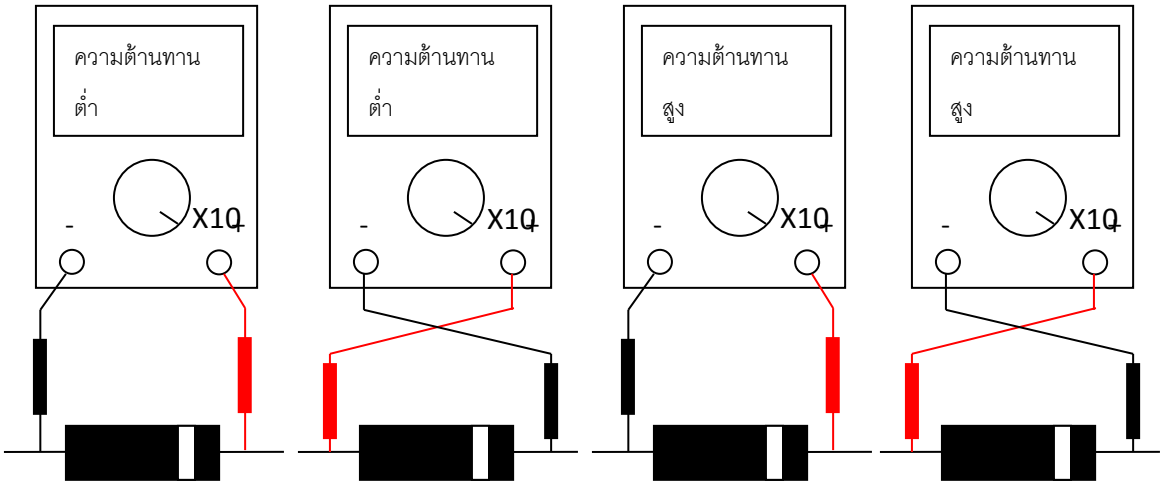
ก.ไดโอดจะมีความต้านทานต่ำ

ข.แรงดันรีเวิร์สตกคร่อมไดโอดมีค่า 0.7 V.

ค.มีกระแสไหลจากคาโถดไปยังอาโนดสูงมาก

ง.ไดโอดไม่นำกระแส

3.รูปใดแสดงการตรวจสอบไดโอดที่ถูกต้อง



(1) (2) (3) (4)

ก.รูปที่ 1,2

ข. รูปที่ 2,3

ค.รูปที่ 3,4

ง.รูปที่ 4,1

4.ผลการวัดในข้อใดแสดงว่าไดโอดดี

ก.วัดแล้วขึ้นมาก 1 ครั้ง ไม่ขึ้น 1 ครั้ง

ข.วัดแล้วเข็มไม่ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง

ค.วัดแล้วเข็มขึ้นสุดสเกลทั้ง 2 ครั้ง

ง.วัดแล้วเข็มขึ้นทั้ง 2 ครั้ง ไม่เท่ากัน

5.ผลการวัดในข้อใดแสดงว่าไดโอดขาด

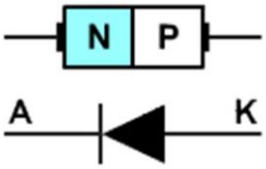
ก.วัดแล้วขึ้นมาก 1 ครั้ง ไม่ขึ้น 1 ครั้ง

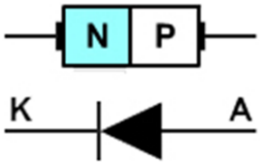
ข.วัดแล้วเข็มไม่ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง

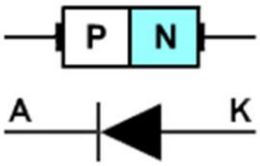
ค.วัดแล้วเข็มขึ้นสุดสเกลทั้ง 2 ครั้ง

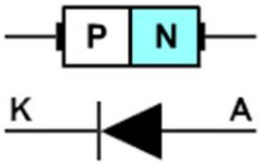
ง. วัดแล้วเข็มขึ้นทั้ง 2 ครั้ง

6.รูปโครงสร้างและสัญลักษณ์ของไดโอดในข้อใดที่มีความสัมพันธ์กัน

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

7.ไดโอดชนิดเยอรมันเนียม จะนำกระแสเมื่อใด

ก.แรงดันไบอัสตรงตกคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.3 V

ข.แรงดันไบอัสกลับตกคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.3 V

ค.แรงดันไบอัสตรงตกคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.7 V

ง.แรงดันไบอัสกลับตกคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.7 V

8.ไอโอดชนิดซิลิกอนจะนำกระแสเมื่อใด

ก.แรงดันไบอัสตรงคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.3 V

ข.แรงดันไบอัสกลับคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.3 V

ค.แรงดันไบอัสตรงคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.7 V

ง.แรงดันไบอัสกลับคร่อมไดโอดมีค่าประมาณ 0.7 V

9.การไบอัสตรงมีผลต่อช่องว่างบริเวณรอบต่อ PN ของไดโอดอย่างไร

ก.อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อ PN ไปรวมกับโฮลทำให้ช่องว่างแคบลง

ข.อิเล็กตรอนและโฮลจะเคลื่อนที่เข้าหาบริเวณต่อ PN ทำให้ช่องว่างแคบลง

ค.อิเล็กตรอนและโฮลจะเคลื่อนที่ออกห่างบริเวณต่อ PN ทำให้ช่องว่างแคบลง

ง.อิเล็กตรอนและโฮลจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นจนทำให้ช่องว่างบริเวณรอยต่อหายไป

10.การไบอัสกลับมีผลต่อช่องว่างบริเวณรอยต่อ PN ของไดโอดอย่างไร

ก.อิเล็กตรอนและโฮลจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นจนทำให้ช่องว่างบริเวณรอยต่อหายไป

ข.อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อ PN ไปรวมต่อกับโฮลทำให้ช่องว่างแถบลง

ค.อิเล็กตรอนและโฮลจะเคลื่อนที่ถ้าหาบริเวณรอยต่อ PN ทำให้ช่องว่างแคบลง

ง.อิเล็กตรอนและโฮลจะเคลื่อนที่ออกห่างบริเวณต่อ PN ทำให้ช่องว่างกว้างขึ้น

ใบมอบงานที่ 1

ชื่อวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร **รหัสวิชา 2104-2102** สอนครั้งที่ **1**

หน่วยที่ 1 ชื่อหน่วย ไดโอด รวม **4** ชั่วโมง

ชื่องาน การทำงานของไดโอด

จุดประสงค์การมอบงาน

1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของไดโอด
2. เพื่อให้ผู้เรียนมีกิจนิสัยในการค้นคว้าเพิ่มเติม
3. เพื่อนำความรู้ประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวัน

แนวทางการปฏิบัติงาน

1. ให้ผู้เรียนศึกษาการทำงานของไดโอด พร้อมเขียนรูปภาพประกอบ
2. ให้ผู้เรียนจัดทำรายงานเรื่อง การนำไดโอดไปใช้งาน

กำหนดส่ง

วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ลงชื่อ.....

(นายอภิชาติ อนุกูลเวช)

เฉลยแบบประเมินผล

หน่วยที่ 1 ไดโอด

ก่อนเรียน		หลังเรียน	
ข้อ	**คำตอบ**	**ข้อ**	**คำตอบ**
1	ข	1	ข
2	ก	2	ง
3	ค	3	ง
4	ก	4	ก
5	ง	5	ข
6	ข	6	ข
7	ง	7	ก
8	ง	8	ค
9	ก	9	ก
10	ข	10	ง

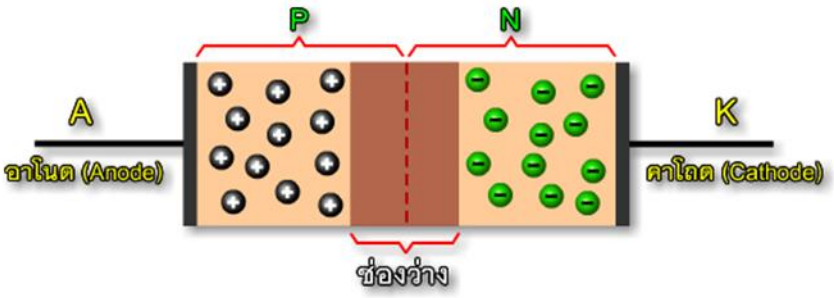
เฉลยกิจกรรมที่ 1

เรื่อง โครงสร้างของไดโอด

คำสั่ง 1. จงตอบคำถามให้สมบูรณ์และถูกต้องที่สุด (10 คะแนน)

2. เวลาสำหรับการทำกิจกรรม 5 นาที

1. โครงสร้างของไดโอด มีลักษณะอย่างไร



ไดโอด ทำมาจากผลึกของสารกึ่งตัวนำ P และ N มีขา 2 ขา คือ

1.อาโนด เป็นขาที่ต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิดพี

2.คาโถด เป็นขาที่ต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น

สรุปการประเมินผล

หน่วยที่ 1 ไดโอด

เลขที่	รหัสประจำตัว	ชื่อ – สกุล	สอบก่อนเรียน (10 คะแนน)	กิจกรรมที่ 1 (10 คะแนน)	ใบงานที่ 1 (20 คะแนน)	ใบมอบงานที่ 1 (10 คะแนน)	สอบหลังเรียน (10 คะแนน)	คุณธรรม จริยธรรม ๆ (20 คะแนน)	รวมทั้งหมด (70 คะแนน)	หมายเหตุ
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										

หมายเหตุ **คะแนนรวมทั้งหมดไม่รวมผลการสอบก่อนเรียน**

บันทึกหลังการสอน
หน่วยที่ 1 ไดโอด

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

2. ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(นายอภิชาติ อนุกูลเวช)
ตำแหน่ง ครูผู้สอน
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วย

สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)

วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

คำชี้แจง โปรดตอบคำถามโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องด้านขวามือที่ตรงตามความรู้สึกที่แท้จริงของตนเอง โดยมีค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินนี้มี 5 ระดับ มีความหมายดังนี้

ค่าระดับ 5 หมายถึง มากที่สุด

ค่าระดับ 4 หมายถึง มาก

ค่าระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง

ค่าระดับ 2 หมายถึง น้อย

ค่าระดับ 1 หมายถึง น้อยที่สุด

รายการประเมิน	**ระดับความพึงพอใจ**				
	5	4	3	2	1
1. ด้านความน่าสนใจ					
1.1 สื่อการเรียนรู้มีความทันสมัย					
1.2 สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ					
1.3 สื่อการเรียนรู้สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียน					
1.4 สื่อการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย					
1.5 สื่อการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตรงตามความคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
2. ด้านเนื้อหา 2.1 ความชัดเจนในการนำเสนอ และอธิบายเนื้อหา					
2.2 การเรียบเรียงเนื้อหาที่เข้าใจง่าย					
2.3 ความเหมาะสมของเนื้อหา					
3. ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ 3.1 ความสวยงามของฉาก และภาพที่ใช้ในการนำเสนอ					
3.2 ความชัดเจนของตัวอักษร					
3.3 ความถูกต้อง ชัดเจน ของภาษา					
3.4 ความน่าสนใจของเทคนิคที่ใช้ในการนำเสนอ					
4. ภาพรวมของสื่อ 4.1 ความเหมาะสมในการใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้					
4.2 เป็นสื่อที่นักเรียนสามารถใช้ศึกษาด้วยตนเอง					
4.3 ความสะดวกในการดาวน์โหลดแอพพลิเคชั่นสื่อการเรียนรู้สำหรับการใช้งาน					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้ทำการประเมิน

.....

ที่ ศธ 0525.3/๔๕

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

๒๐ กุมภาพันธ์ 2561

เรื่อง อนุญาตให้ใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เรียน หัวหน้าโครงการวิจัย

อ้างถึง หนังสือคณะศึกษาศาสตร์ ที่ ศธ 6218.3/012 ลงวันที่ 17 มกราคม 2561

ตามหนังสือที่อ้างถึง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ขออนุญาตใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ ให้กับ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต ขาวเหลือง และ ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช ในการดำเนินโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง โดยใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดแบบมีวิจารณญาณต่างกัน เพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้พิจารณาแล้วอนุญาตให้ใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของบุคคลดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ สถิรยากร)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สำนักงานคณบดี
โทรศัพท์ / โทรสาร 0 2587 6287

ภาคผนวก ค

- แสดงค่าการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

- แสดงค่าการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

- แสดงค่าการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

- แสดงค่าการวิเคราะห์ความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

- แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

แสดงค่าการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	*IOC*
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.	1	1	1	3	1
2.	1	1	1	3	1
3.	1	1	1	3	1
4.	1	1	1	3	1
5.	1	1	1	3	1
6.	1	1	1	3	1
7.	1	1	1	3	1
8.	1	1	1	3	1
9.	1	1	1	3	1
10.	1	1	1	3	1
11.	1	1	1	3	1
12.	1	1	1	3	1
13.	1	1	1	3	1
14.	1	1	1	3	1
15.	1	1	1	3	1
16.	1	1	1	3	1
17.	1	1	1	3	1

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	*IOC*
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
18.	1	1	1	3	1
19.	1	1	1	3	1
20.	1	1	1	3	1
21.	1	1	1	3	1
22.	1	1	1	3	1
23.	1	1	1	3	1
24.	1	1	1	3	1
25.	1	1	1	3	1
26.	1	1	1	3	1
27.	1	1	1	3	1
28.	1	1	1	3	1
29.	1	1	1	3	1
30.	1	1	1	3	1
31.	1	1	1	3	1
32.	1	1	1	3	1
33.	1	1	1	3	1
34.	1	1	1	3	1

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	*IOC*
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
35.	1	1	1	3	1
36.	1	1	1	3	1
37.	1	1	1	3	1
38.	1	1	1	3	1
39.	1	1	1	3	1
40.	1	1	1	3	1
41.	1	1	1	3	1
42.	1	1	1	3	1
43.	1	1	1	3	1
44.	1	1	1	3	1
45.	1	1	1	3	1
46.	1	1	1	3	1
47.	1	1	1	3	1
48.	1	1	1	3	1
49.	1	1	1	3	1
50.	1	1	1	3	1
51.	1	1	1	3	1

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	*IOC*
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
52.	1	1	1	3	1
53.	1	1	1	3	1
54.	1	1	1	3	1
55.	1	1	1	3	1
56.	1	1	1	3	1
57.	1	1	1	3	1
58.	1	1	1	3	1
59.	1	1	1	3	1
60.	1	1	1	3	1

แสดงค่าการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	*IOC*
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.	1	1	1	3	1
2.	1	1	1	3	1
3.	1	1	1	3	1
4.	1	0	1	2	0.6
5.	1	1	0	2	0.6
6.	0	1	1	2	0.6
7.	1	1	1	3	1
8.	1	0	1	2	0.6
9.	1	1	1	3	1
10.	1	1	1	3	1
11.	1	1	1	3	1
12.	1	1	1	3	1
13.	1	1	1	3	1
14.	1	1	1	3	1
15.	1	1	1	3	1

แสดงค่าการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

Reliability

[DataSet1] D:\research project\งานวิจัยARปี2561\testreliability.sav

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.750	60

แสดงค่าการวิเคราะห์ความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
1.	.27	.73
2.	.37	.63
3.	.37	.63
4.	.33	.67
5.	.30	.70
6.	.23	.77
7.	.23	.77

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
8.	.27	.73
9.	.27	.73
10.	.37	.63
11.	.33	.67
12.	.30	.70
13.	.27	.73
14.	.40	.60
15.	.37	.63
16.	.30	.70
17.	.37	.63
18.	.40	.60
19.	.33	.67
20.	.37	.63
21.	.37	.63
22.	.40	.60
23.	.33	.67
24.	.40	.60
25.	.30	.70
26.	.37	.63

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
27.	.30	.70
28.	.30	.70
29.	.23	.77
30.	.27	.73
31.	.37	.63
32.	.33	.67
33.	.37	.63
34.	.47	.53
35.	.33	.67
36.	.43	.57
37.	.40	.60
38.	.37	.63
39.	.33	.67
40.	.40	.60
41.	.30	.70
42.	.37	.63
43.	.27	.73
44.	.23	.77

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
45.	.23	.77
46.	.27	.73
47.	.47	.53
48.	.33	.67
49.	.43	.57
50.	.37	.63
51.	.57	.43
52.	.37	.63
53.	.30	.70
54.	.37	.63
55.	.40	.60
56.	.37	.63
57.	.33	.67
58.	.37	.63
59.	.47	.53
60.	.40	.60

แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

Reliability

```
[DataSet1] D:\research project\งานวิจัยARปี2561\satifactoryreliability.sav
```

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

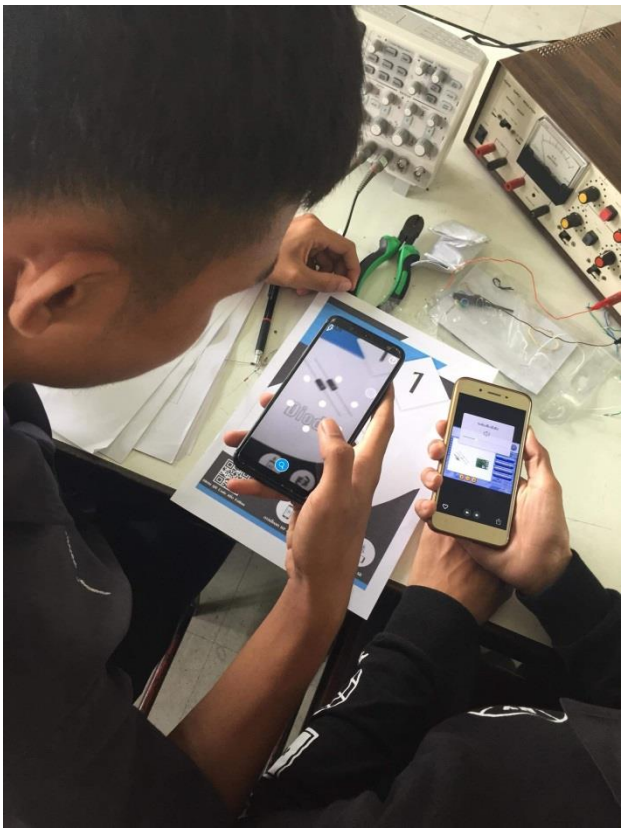
Cronbach's Alpha	N of Items
.956	15

ภาคผนวก ง

ภาพถ่าย

ภาพถ่ายการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)
วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ภาพถ่ายการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)
วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (ต่อ)



ภาคผนวก จ

หนังสือรับรองจริยธรรมวิจัย

ที่ ๑๔๐/๒๕๖๑

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย Hu 078/2561
โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์ เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดแบบมีวิจารณญาณต่างกัน
หัวหน้าโครงการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต ขาวเหลือง
หน่วยงานที่สังกัด คณะศึกษาศาสตร์

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าโครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดภยันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

๑. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๖ เดือน กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๑
๒. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๒ วันที่ ๒๙ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๑
๓. เอกสารแบบแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๖ เดือน กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๑
๔. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว หรือชุดที่ใช้เก็บข้อมูลจริงจากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๖ เดือน กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๑

การรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ฉบับนี้ มีผลถึงวันที่ ๒๘ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

ออกให้ ณ วันที่ ๒๙ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

ลงนาม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ้งเอี่ยม)
ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา