โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

นางนุจรีย์ โลหะการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MULTIMEDIA MODEL USING VISUAL SCAFFOLDING STRATEGY TO PROMOTE SPATIAL THINKING SKILLS

Mrs. Nootjaree Lohakarn

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Educational Technology and Communications
Department of Educational Technology and Communications
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์
โดย	นางนุจรีย์ โลหะการ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวดี ถังคบุตร)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.บุญชู บุญลิขิตศิริ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นุจรีย์ โลหะการ : โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์. (MULTIMEDIA MODEL USING VISUAL SCAFFOLDING STRATEGY TO PROMOTE SPATIAL THINKING SKILLS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อาจารย์ผู้สอน ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ในสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาของไทย จำนวน 10 คน และนักศึกษา สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินรับรองร่างโมเดล แบบประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อบทเรียนมัลติมีเดีย และแบบประเมินรับรองโมเดล เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนและหลังเรียนบทเรียนมัลติมีเดีย และแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้บทเรียนมัลติมีเดีย วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยค่า t-test dependent ผลการวิจัยพบว่า

1. องค์ประกอบของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ได้แก่ 1) ผู้เรียน 2) เนื้อหา 3) ขั้นตอน 3P 4) กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ได้แก่ เส้นกริด สี เส้นโปรเจคชั่น และภาพเคลื่อนไหวโต้ตอบสามมิติ และ 5) คอร์สแวร์

2. ขั้นตอนของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ดู 2) ฝึก และ 3) สรุปพยากรณ์

3. ผลการทดลองใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ พบว่า 1) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา สาขาวิชาออกแบบ ที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์เสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก และ 3) การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพที่ใช้มากที่สุดและมีประสิทธิภาพคือ สี

CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5684488427 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS
KEYWORD: MULTIMEDIA, VISUAL SCAFFOLDING, SPATIAL THINKING SKILLS

Nootjaree Lohakarn : MULTIMEDIA MODEL USING VISUAL SCAFFOLDING STRATEGY TO PROMOTE SPATIAL THINKING SKILLS. Advisor: Asst. Prof. Pornsook Tantrarungroj Co-advisor: Asst. Prof. Praweenya Suwannatthachote

The purpose of this research was to develop a multimedia model using visual scaffolding strategy to promote spatial thinking skills. The sample consisted of 10 instructors in the field of design in Thai higher educational institutions and 25 students from the department of architecture. The research instruments consisted of an expert interview form, assessment form for certifying drafts of model, assessment form for media, multimedia and assessment form for certifying model. The data gathering instruments consisted of spatial ability test before and after study with multimedia and satisfaction assessment form for using the multimedia. Analyze the data by using mean, standard deviation and tested the hypothesis with t-test dependent.

1.The multimedia model using visual scaffolding strategy to promote spatial thinking skills consisted of five components: 1) Learners, 2) Content, 3) 3P Procedure, 4) Visual scaffolding strategies, e.g. grid lines, projection lines, colors, and dynamic interactive 3D object, and 5) Courseware.

2. The process of the multimedia model using visual scaffolding strategy to promote spatial thinking skills consisted of three steps: 1) Preview, 2) Practice, and 3) Predicate.

3. The result from using the multimedia model using visual scaffolding strategy to promote spatial thinking skills indicated that 1) the mean post-test score of spatial thinking skills was higher than pre-test mean score at 0.5 level of significance, 2) the learners were satisfied at a high level, and 3) color was the most frequency used feature, which enhancing visual scaffoding.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Educational Technology and Communications	Student's Signature .....
Academic Year:	2019	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาและความเอาใจใส่อย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งให้คำปรึกษาที่ดีในการวิจัยและเสียสละเวลาในการให้คำแนะนำมาตลอดระยะเวลาของการศึกษา รวมทั้งเป็นอาจารย์ผู้ให้ความรู้และเสริมต่อการเรียนรู้ให้เกิดแก่นิสิตอย่างแท้จริง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้คำปรึกษาทางวิชาการที่ดีและมีคุณค่าเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวดี ถังคบุตร และอาจารย์ ดร.บุญชู บุญลิขิตศิริ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการอ่านและให้คำแนะนำเพื่อการแก้ไขและปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาตรวจเครื่องมือวิจัยและได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่งานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันอันเป็นที่รัก และคณาจารย์ที่เคารพรักทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ได้ให้ทุนการศึกษาแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านกับการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ในทุกๆ ขั้นตอน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้ชีวิต เลี้ยงดูมาเป็นอย่างดี และสามี ที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกและเอาใจใส่ดูแลตลอดระยะเวลาการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นุจรีย์ โลหะการ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา 1

คำถามวิจัย 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

สมมติฐานของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

กรอบแนวคิดในการวิจัย 7

คำจำกัดความในงานวิจัย 11

ประโยชน์ที่ได้รับ 13

บทที่ 2 รายงานเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

ตอนที่ 1 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 15

1.1 ความหมายของมิติสัมพันธ์ 15

1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมิติสัมพันธ์ 16

1.3 องค์ประกอบของการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 21

1.4 การพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 22

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 การประเมินวัดความสามารถในการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 29
ตอนที่ 2 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมัลติมีเดีย 34
2.1 ความหมายของบทเรียนมัลติมีเดีย 34
2.2 คุณลักษณะของบทเรียนมัลติมีเดีย 35
2.3 องค์ประกอบของบทเรียนมัลติมีเดีย 36
2.4 รูปแบบของบทเรียนมัลติมีเดีย 37
2.5 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย 39
2.6 ข้อจำกัดของบทบทเรียนมัลติมีเดีย 42
2.7 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย 43
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนมัลติมีเดีย 50
ตอนที่ 3 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมต่อการเรียนรู้ 52
3.1 ความหมายของการเสริมต่อการเรียนรู้ 52
3.2 รูปแบบของการเสริมต่อการเรียนรู้ 53
3.3 แนวทางการออกแบบการเสริมต่อการเรียนรู้ 56
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 61
ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ 62
ระยะที่ 2 การพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 68
ระยะที่ 3 การทดลองใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 73
ระยะที่ 4 การนำเสนอโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 111
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ 115

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 130

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทาง ทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 136

ตอนที่ 4 ผลการนำเสนอโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 138

บทที่ 5 โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 140

ตอนที่ 1 บทนำ 141

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 150

ตอนที่ 3 ขั้นตอนของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 159

ตอนที่ 4 การนำโมเดลไปใช้งาน 165

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ 168

วิธีดำเนินการวิจัย 168

สรุปผลการวิจัย 175

อภิปรายผลการวิจัย 185

ข้อเสนอแนะ 190

บรรณานุกรม 193

ภาคผนวก 199

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ 200

ภาคผนวก ข ตารางกำหนดขนาดประชากร และแสดงผลคะแนน 205

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 220

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน 269

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบองค์ประกอบที่ใช้การพัฒนาการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 32
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบตัวแปรที่ใช้การพัฒนาการศึกษาองค์ประกอบการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 33
ตารางที่ 3.1 รายชื่อสถาบันอุดมศึกษาที่เข้าเก็บข้อมูล 63
ตารางที่ 3.2 จำนวนข้อของแบบสอบถาม ตามประเด็นคำถาม 64
ตารางที่ 3.3 จำนวนข้อของแบบประเมิน ตามประเด็นคำถาม 70
ตารางที่ 3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ของเนื้อหา 76
ตารางที่ 3.5 กลยุทธ์ทางทัศนภาพที่เลือกใช้ในแต่ละโมดูล 82
ตารางที่ 3.6 ขั้นตอนการเรียนในภาพรวม 87
ตารางที่ 3.7 คะแนนประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้านคุณลักษณะมิติสัมพันธ์ที่ต้องการวัด 88
ตารางที่ 3.8 คะแนนประเมินความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 89
ตารางที่ 3.9 คะแนนประเมินการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ 89
ตารางที่ 3.10 คะแนนประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านสื่อ 90
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้สอน 120
ตารางที่ 4.2 คะแนนการทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 126
ตารางที่ 4.3 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบทนำของร่างร่างโมเดลฯ version 2 131
ตารางที่ 4.4 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อองค์ประกอบของร่างโมเดลฯ version 2 132
ตารางที่ 4.5 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อขั้นตอนของร่างโมเดลบทเรียนฯ version 2 133
ตารางที่ 4.6 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อการนำไปใช้ของร่างโมเดลบทเรียนฯ version 2 133
ตารางที่ 4.7 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อภาพรวมของร่างโมเดลฯ version 2 134
ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนและหลังการทดลองเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียฯ 136
ตารางที่ 4.9 คะแนนความพึงพอใจในการใช้บทเรียนมัลติมีเดียฯ 137

ตารางที่ 4.10 คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อโมเดลบทเรียนฯ 138
ตารางที่ 5.1 กลยุทธ์ทางทัศนภาพที่เลือกใช้ในแต่ละโมดูล 153
ตารางที่ 6.1 ความตรงเชิงเนื้อหากับองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ที่ต้องการศึกษา 180
ตารางที่ 6.2 การเสริมต่อการเรียนรู้จำแนกตามเนื้อหา 181

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบในปัจจุบัน 3

ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดในการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 8

ภาพที่ 2.1 กฎแห่งส่วนรวมและส่วนย่อย 19

ภาพที่ 2.2 กฎแห่งความคล้ายคลึง 19

ภาพที่ 2.3 กฎแห่งความใกล้เคียง 20

ภาพที่ 2.4 กฎแห่งความสมบูรณ์ 20

ภาพที่ 2.5 กฎแห่งความต่อเนื่อง 20

ภาพที่ 2.6 ภาพลวงตา 21

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการนำเสนอผลงานของนักศึกษาสาขาสถาปัตยกรรม (Yildirim, 2012) 24

ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการใช้ แบบทดสอบของ Wai, Lubinski, and Benbow (2009) 25

ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างการใช้ workbook problem ของ Sorby S. A. (2009) 25

ภาพที่ 2.10 การออกแบบเกม Virtual Blocks (Martin-Dorta et al., 2014) 25

ภาพที่ 2.11 เกมเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Hung et al., 2012) 26

ภาพที่ 2.12 เกมเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (พรรณปพร จตุวีรพงษ์, 2555) 27

ภาพที่ 2.13 หุ่นจำลองเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Mitrache, 2013) 27

ภาพที่ 2.14 ระดับชั้นและขั้นตอนการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Scholz et al., 2014) 28

ภาพที่ 2.15 แสดงตัวอย่างโจทย์และตัวเลือกคำตอบ ข้อที่ถูกคือข้อ C (Cohen & Hegarty, 2012) 28

ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างโจทย์รูปทรงเรขาคณิตที่มีแนวตัดผ่าน (Cohen & Hegarty, 2012) 29

ภาพที่ 2.17 วิธีการมองภาพในแบบทดสอบ Santa Barbara Solids Test (Cohen & Hegarty, 2012) 29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 2.18 แบบทดสอบการหมุนภาพในใจของ Shepard & Metzler (วรงค์ ถาวะ, 2551)..... 30
ภาพที่ 2.19 แบบทดสอบ PSVT: The Purdue Spatial Visualization Test (Branoff, 2000)... 31
ภาพที่ 2.20 ตัวอย่างภาพวัตถุสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ..... 35
ภาพที่ 2.21 ขั้นตอนการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดีย (Alessi & Trollip, 2001)..... 37
ภาพที่ 2.22 คำอธิบายการใช้งานโปรแกรม Adobe Captivate..... 42
ภาพที่ 2.23 ระบบการจัดการเรียนการสอนแนวคิดเชิงระบบ..... 48
ภาพที่ 2.24 กระบวนการเรียนรู้จากการเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดีย ของ Awaatif and Wan (2015) 50
ภาพที่ 2.25 รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนโดย Alessi และ Trollip (Awaatif A. & Wan A. J. W. Y., 2015)..... 50
ภาพที่ 2.26 เส้นทางการเรียนสำหรับผู้เรียนที่แตกต่างกัน (Khan & Masood, 2013)..... 52
ภาพที่ 3.1 บรรยากาศในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์กับหน้าจอเตรียมความพร้อมก่อนทดสอบ.... 66
ภาพที่ 3.2 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ..... 68
ภาพที่ 3.3 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ..... 71
ภาพที่ 3.4 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ..... 73
ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างแบบฝึกหัดโมดูล 1 ที่แตกต่างกันในวิธีการฝึก..... 79
ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างแบบฝึกหัดโมดูล 2 ที่แตกต่างกันในวิธีการฝึก..... 80
ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างแบบฝึกหัดโมดูล 3 ที่แตกต่างกันในวิธีการฝึก..... 81
ภาพที่ 3.8 เส้นกริด (Grid line)..... 82
ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างการใช้สี (Color)..... 83
ภาพที่ 3.10 ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object) ชนิดโปร่งแสง 83
ภาพที่ 3.11 โจทย์แบบฝึกหัดตั้งต้น..... 84
ภาพที่ 3.12 วิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ด้วยเส้นโปรเจคชั่น สีและเส้นกริด..... 84
ภาพที่ 3.13 การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพตาม flow ของบทเรียน ในข้อเดียวกัน..... 85

ภาพที่ 3.14 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย 92
ภาพที่ 3.15 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย โมดูล 1 93
ภาพที่ 3.16 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย โมดูล 2 94
ภาพที่ 3.17 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย โมดูล 3 95
ภาพที่ 3.18 ตัวอย่างการออกแบบจัดวาง layout บนหน้าจอ 96
ภาพที่ 3.19 หน้าจอส่วนนำ (Title) 97
ภาพที่ 3.20 หน้าจอแสดงตน และหน้าต้อนรับ 98
ภาพที่ 3.21 หน้าจอแสดงวัตถุประสงค์ของการเรียน และแนะนำวิธีการเรียน 99
ภาพที่ 3.22 หน้าจอแสดงเมนูหลัก 99
ภาพที่ 3.23 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาบทเรียน 100
ภาพที่ 3.24 ตัวอย่างหน้าจอโจทย์คำสั่งงาน 100
ภาพที่ 3.25 ตัวอย่างหน้าจอแบบฝึกหัด 101
ภาพที่ 3.26 ตัวอย่างหน้าแสดงผลคะแนน 101
ภาพที่ 3.27 ตัวอย่างหน้าให้ข้อมูลและตัดสินใจ 102
ภาพที่ 3.28 ตัวอย่างหน้าจอทบทวน 102
ภาพที่ 3.29 บรรยากาศในการทดลองใช้บทเรียนกลุ่มใหญ่ 106
ภาพที่ 3.30 บรรยากาศในห้องทดลองใช้บทเรียนฯ 110
ภาพที่ 3.31 กลุ่มทดลองขณะใช้บทเรียนฯ 110
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงชนิดของสื่อที่มีการใช้สอนเรียงตามลำดับความนิยมในการนำใช้งาน 119
ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพในภาพสองมิติ 123
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพในภาพสามมิติ 124
ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ 124
ภาพที่ 4.5 สัดส่วนผู้เรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งจากการทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 126
ภาพที่ 4.6 สัดส่วนความต้องการความเป็นส่วนตัวในการเรียน 128

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.7 สัดส่วนความชอบสีพื้นของหน้าจอการเรียน 128

ภาพที่ 4.8 สัดส่วนความต้องการมีกราฟิกตัวแทน (Agent) 129

ภาพที่ 4.9 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 1 130

ภาพที่ 4.10 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 2 131

ภาพที่ 4.11 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 3 135

ภาพที่ 5.1 โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 148

ภาพที่ 5.2 ตัวอย่างเนื้อหาบทเรียนโมดูล 1 การฝึกมองภาพไอโซเมตริก 151

ภาพที่ 5.3 ตัวอย่างเนื้อหาบทเรียนโมดูล 2 การฝึกมองภาพออโธกราฟิก 152

ภาพที่ 5.4 ตัวอย่างเนื้อหาบทเรียนโมดูล 3 การฝึกมองภาพตัด 152

ภาพที่ 5.5 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยเส้นกริด และสี 153

ภาพที่ 5.6 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยเส้นโปรเจคชั่น (Projection line) และภาพสามมิติภาพเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object) 154

ภาพที่ 5.7 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพตาม flow ของบทเรียน 156

ภาพที่ 5.8 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย 161

ภาพที่ 5.9 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย โมดูล 1 162

ภาพที่ 5.10 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย โมดูล 2 163

ภาพที่ 5.11 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย โมดูล 3 164

ภาพที่ 6.1 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 1 170

ภาพที่ 6. 2 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 2 171

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 6.3 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 3 172

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาคนหรือทรัพยากรมนุษย์ พระราชบัญญัติการอุดมศึกษา พ.ศ. 2562 ระบุไว้ว่า “การอุดมศึกษา” เป็นการศึกษาในระดับที่สูงกว่าการศึกษาขั้นพื้นฐานตามกฎหมายว่าด้วยการศึกษาแห่งชาติ แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ระบุเป้าหมายของการจัดการศึกษา (Aspirations) ในเรื่องระบบการศึกษาที่มีคุณภาพ สามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุขีดความสามารถเต็มตามศักยภาพ (Quality) แหล่งเรียนรู้ สื่อตำราเรียน นวัตกรรม และสื่อการเรียนรู้มีคุณภาพและมาตรฐาน ประชาชนสามารถเข้าถึงได้โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ มีการเพิ่มโอกาสทางการศึกษาผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา

สถาบันการศึกษาเป็นหน่วยงานสำคัญในการพัฒนาคน หรือทรัพยากรมนุษย์ให้มีศักยภาพในการพัฒนาจากระดับชาติและไปสู่ระดับสากล ในประเทศไทยสถาบันการศึกษาของรัฐบาลและเอกชนมีระบบการรับบุคคลเข้าศึกษาในระดับอุดมศึกษา โดยรับบุคคลที่จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่าด้วย ระบบกลาง (Admissions) ที่นำผลการเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมาพิจารณาร่วมกับผลคะแนนสอบ และ ระบบรับตรง (Direct system) ซึ่งแต่ละสถาบันอุดมศึกษาสามารถกำหนดระเบียบกติกาขึ้นเองได้ เป็นการเปิดโอกาสให้บุคคลได้เข้าศึกษาต่อมากยิ่งขึ้น จากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนในสถาบันการอุดมศึกษาทั้งของรัฐบาลและเอกชน พบว่าศักยภาพของผู้เรียนอาจไม่เหมาะสมกับสาขาวิชาเหล่านั้น เกิดความยากในการเรียนรู้ ต้องใช้เวลาในการพัฒนาตนเองมาก เกิดช่องว่างระหว่างความสามารถส่วนบุคคลในกลุ่มผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นอกจากการสอบวัดคุณสมบัติหรือความถนัดเพื่อคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อในสาขาวิชาชีพเฉพาะบางสาขา ซึ่งมีเนื้อหาบางส่วนเกี่ยวกับการใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) ยังมีชุดแบบทดสอบวัดระดับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) เพื่อทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล (Feng, Spence, & Pratt, 2007) แม้การคิดแบบมิติสัมพันธ์ ไม่ได้ปรากฏเน้นอยู่ในหลักสูตรการสอนอย่างชัดเจน แต่อยู่ในใจกลางของความสำเร็จของการศึกษาสายวิทยาศาสตร์ และสายวิชาชีพเฉพาะทาง เพราะองค์ประกอบของความรู้ด้านมิติสัมพันธ์ มีส่วนช่วยส่งเสริมการตัดสินใจในการแก้ปัญหา การพัฒนาด้านมิติสัมพันธ์ช่วยลดเวลาในการตัดสินใจแก้ปัญหา (Hegartya, 2014; Hung, Hwang, Lee, & Su, 2012) การใช้มิติสัมพันธ์ในการนำทางความคิด (Spatial navigation skills) เป็นกระบวนการแก้ปัญหาหลายระดับ (A multi-level problem solving process) ซึ่งประกอบด้วย การพิจารณาเพื่อการรับรู้ (Perceptual scanning) การใช้ความรู้เป็นฐาน

(Knowledge-based) และการตัดสินใจจากความจำ (memory-based) (Akinlofa, Holt, & Elyan, 2014)

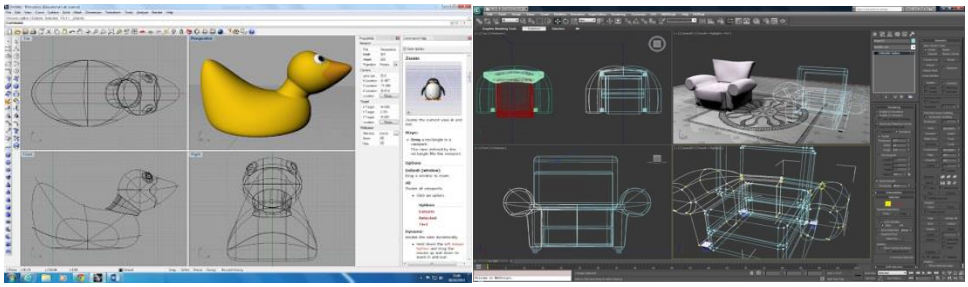
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นลักษณะสติปัญญาตามแนวคิดของการ์ดเนอร์ ที่ทุกคนสามารถจะพัฒนาได้ ลักษณะที่แสดงออกคือความสามารถที่จะรับรู้ และจำภาพรูปทรงต่างๆ ในจินตนาการได้ แม้ว่าจะถูกดัดแปลงไป ได้อย่างแม่นยำ และสามารถปรับเปลี่ยน พลิกแพลงรูปต่างไปจากที่เห็นครั้งแรกโดยดัดแปลงในจินตนาการ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2556) เชาว์ปัญญาด้านนี้ถูกควบคุมด้วยสมองซีกขวา และแสดงออกทางความสามารถด้านศิลปะ การวาดภาพ การปั้น การใช้แผนที่ การสร้างภาพ การคิดเป็นภาพ การเห็นรายละเอียด การใช้สี การสร้างสรรค์งานต่างๆ และมักจะเป็นผู้มองเห็นวิธีแก้ปัญหาในมโนภาพ (ทิศนา แขมมณี, 2556)

มีการศึกษางานวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับอุดมศึกษาพบว่าสามารถพัฒนาได้โดยผ่านการอบรมและสร้างเสริมประสบการณ์ (Baenninger & Newcombe, 1989; Linn & Petersen, 1985; Uttal et al., 2013) มีการใช้บทเรียนในการฝึกทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ที่ประกอบด้วยภาพรูปทรงเรขาคณิตเบื้องต้นหลายๆ ลักษณะ และภาพแสดงแนวตัดวัตถุรูปทรงเรขาคณิตเบื้องต้นสามมิติ ที่มีการตัดผ่านหลายทิศทาง ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุของภาพรูปด้านสองมิติ กับภาพสามมิติ ที่เรียกว่าการคิดแบบมิติสัมพันธ์ (Spatial thinking) การใช้ interactive animation กับวัตถุเสมือนจริง (Virtual solids) เป็นเครื่องมือฝึกอบรมการคิดแบบมิติสัมพันธ์ให้กับผู้เรียนระดับอุดมศึกษาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้มากในระยะเวลาสั้นๆ (Chariker, Naaz, & Pani, 2011; Cohen & Hegarty, 2012) และจากการทดลองใช้เนื้อหาการเรียนที่เหมือนกัน แตกต่างที่การใช้สื่อในการเรียนรู้ ทุกกิจกรรมดำเนินการด้วยตนเอง กลุ่มที่ใช้สื่อสามมิติแบบโต้ตอบ จะมีความชื่นชอบในการร่วมกิจกรรมการเรียนมากเป็นพิเศษกว่ากลุ่มที่ใช้สื่อในลักษณะภาพสองมิติ (Wang, Chang, & Li, 2007)

การเรียนสาขาวิชาออกแบบ ผู้เรียนต้องใช้การคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อการออกแบบที่สนองตอบประโยชน์ใช้สอยหรือจุดประสงค์ที่ต้องการ มีความเกี่ยวข้องกับเรื่อง มิติ ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ว่าง มุมมอง การนำเสนอ การออกแบบสิ่งที่ยังไม่ได้เกิดขึ้นโดยอาศัยจินตนาการในความคิด การเขียนแบบแปลน รูปด้าน รูปตัด แบบขยายรอยต่อ ในลักษณะสองมิติ และอ่านแบบให้เข้าใจจากภาพสองมิติ เป็นภาพสามมิติ วิธีการให้ได้มาซึ่งทักษะการปฏิบัติงานดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการใช้ความสามารถในการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เป็นพื้นฐานการเรียนรู้ที่จำเป็น ดังนั้นในปัจจุบันแต่ละสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาออกแบบ จึงมีการสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบที่ช่วยสร้างภาพสามมิติ และแสดงผลในลักษณะสองมิติ ให้พร้อมๆ กัน เช่น การใช้โปรแกรม 3D Max, โปรแกรม Rhino, โปรแกรม Sketchup, โปรแกรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ArchiCAD เป็นต้น (ดูภาพที่ 1.1) ผู้เรียนจึงสามารถนำภาพที่ได้จากกการประมวลผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์มาช่วยในการมองเห็นรอบตัววัตถุ สามารถช่วยลดระยะเวลาในการทำงานออกแบบ และการนำเสนองานไปได้มาก



ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบในปัจจุบัน

ความสามารถในการหมุนภาพในใจเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สามารถฝึกทักษะโดยการใช้ภาพลายเส้นสองมิติหมุนในแกน X หรือ Y มาประกอบพร้อมกันบนหน้าจอ ช่วยส่งเสริมความสามารถทางมิติสัมพันธ์ให้สูงขึ้นได้ โดยเพศชายมีพัฒนาการที่ดีกว่า แต่ใช้เวลาในการคิดมากกว่าเพศหญิง (วรงค์ ถาวะ, 2551) ในงานวิจัยทางการศึกษาพบว่าความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ติดตัวมานี้ สามารถพัฒนาได้ทั้งผู้เรียนที่อยู่ในระดับอ่อน ระดับปานกลาง และระดับเก่ง โดยเฉพาะกลุ่มระดับปานกลางจะมีการพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้การคิดแบบมิติสัมพันธ์ได้มากกว่ากลุ่มที่อ่อน ผู้เรียนที่มีความสามารถทางมิติสัมพันธ์ต่ำ จะพัฒนาสูงขึ้นเมื่อได้รับการอบรมด้วยภาพ ทั้งภาพแบบเคลื่อนไหว และไม่เคลื่อนไหว ซึ่งผลการศึกษาไม่แตกต่างกันทั้งเพศหญิงและชาย (Meneghetti, Beni, Gyselinck, & Pazzaglia, 2013) การพัฒนามิติสัมพันธ์ทั้งระดับเริ่มต้นไปจนถึงระดับเชี่ยวชาญ จะสัมพันธ์กับการใช้เวลาในการแก้ปัญหาโจทย์ เช่นจากการกำหนดให้ผู้เรียนสร้างรูปทรงของชิ้นงานสามมิติ เป็นต้น (Ueno, Ashida, Tsushima, & Wada, 2012) สอดคล้องกับข้อมูลการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ พบว่ามีผู้เรียนกลุ่มอ่อน ร้อยละ 5-10 จำเป็นต้องใช้เวลาในการฝึกทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์มากกว่าคนอื่นในเวลาเรียน

ในบริบทห้องเรียนจะพบผู้เรียนที่คละความสามารถ ผู้สอนต้องมีการจัดลักษณะการสอนให้สอดคล้องกับความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียน แรงจูงใจ เป็นเรื่องที่สำคัญ (Ames, 1990) แรงจูงใจจะส่งเสริมให้เกิดการลงทุนส่วนตัวของแต่ละคนเพื่อบรรลุผลลัพธ์ที่ปรารถนา (Maehr & Meyer, 1997) มีอิทธิพลต่อทิศทาง ความเข้มข้น ความไม่ลดละ และคุณภาพ พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษา เพื่อให้มีแรงจูงใจที่จะบรรลุเป้าหมายอันเฉพาะเจาะจง ผู้เรียนต้องมีความคาดหวังต่อผลลัพธ์ (Outcome expectancies) เชิงบวก คือ คาดว่าจะทำได้สำเร็จ การจัดรูปแบบการเรียนรู้ที่

ให้ความยืดหยุ่นจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าตนเองมีความสามารถในการควบคุม จะเกิดความคาดหวังว่าจะประสบความสำเร็จได้ (วันวิสาข์ เคน, 2556)

แม้ว่าการเรียนรู้เป็นเรื่องที่เกิดในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้ที่รู้ด้วยตัวเอง เห็นเอง พบเอง และเปลี่ยนประสบการณ์ พฤติกรรมด้วยตัวเอง ถ้าการเรียนรู้ไม่เกิดในตัวผู้เรียนเองแล้ว ก็จะไม่ใช่ความรู้ที่ยั่งยืน ผู้สอนจึงทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ช่วยเหลือ จัดสภาพและสิ่งแวดล้อมให้เกิดบรรยากาศของการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะได้มีอิสระ มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีเป้าหมายของการเรียน และความตั้งใจที่ชัดเจน การที่ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเองได้ดีนั้น ตามหลักของการศึกษาไม่ได้หมายความว่าผู้เรียนเป็นอิสระจากทุกสิ่งทุกอย่าง แต่หมายถึงผู้เรียนได้รับคำแนะนำ การชี้แนะ กระตุ้นเตือนให้รับรู้ถึงความสำคัญ คุณค่า และความหมายของสิ่งที่จะเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจมากขึ้น (ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2557) การให้ความช่วยเหลือด้วยวิธีต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายสำเร็จด้วยประสบการณ์ของตนเอง ด้วยการออกแบบระบบการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) เป็นการช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้พัฒนาด้านทักษะ ให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือตนเอง กำกับตนเองในการเรียน จะเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน คือรู้เหตุผลว่าทำไมจึงต้องเรียน การบรรลุผลกิจกรรมระหว่างการเรียนจะนำไปสู่เป้าหมายของการเรียน (Lee & Koodner, 2011)

การศึกษาเพื่อพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่เป็นนวัตกรรมทางการศึกษา ยึดหลักผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered instruction) มีกระบวนการเรียนรู้ตามเอกัตภาพ (Individualization) ให้พัฒนาตามศักยภาพของผู้เรียนที่แตกต่างกัน เพื่อเสริมการเรียนตามหลักสูตรด้วยบทเรียนประเภทเนื้อหาและแบบฝึกหัดอิเล็กทรอนิคส์แบบโต้ตอบเชิงปฏิสัมพันธ์ ที่มีการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเชิงบูรณาการโดยใช้เทคโนโลยีเป็นตัวเกื้อหนุน มโนทัศน์ที่ได้คือ โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถามวิจัย

1. โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์มีองค์ประกอบ ลักษณะ และกลยุทธ์อย่างไร

2. ผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียที่ออกแบบโดยใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพจะมีทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์สูงขึ้นหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

2. เพื่อสร้างและพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

3. เพื่อศึกษาผลการใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

4. เพื่อนำเสนอโมเดลบบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

สมมติฐานของการวิจัย

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาสาขาวิชาออกแบบ ที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์เสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ จะสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขอบเขตของการวิจัย

1. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ

1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

2. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

2.1 คณาจารย์ที่สอนในสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ สาขาสถาปัตยกรรม สถาปัตยกรรมภายใน และออกแบบผลิตภัณฑ์ ทั้งหมด 57 แห่ง ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 (ดูภาคผนวก ข)

2.2 นิสิตนักศึกษาระดับอุดมศึกษาทั่วประเทศ สาขาสถาปัตยกรรม สถาปัตยกรรมภายใน และออกแบบผลิตภัณฑ์ ทั้งหมด 17,514 คน ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 (ดูภาคผนวก ข)

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ใช้สำหรับศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียน และสภาพที่พึงประสงค์เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาสาขาวิชาออกแบบ โดยการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนในสาขาสถาปัตยกรรม สถาปัตยกรรมภายใน และออกแบบผลิตภัณฑ์ จากสถาบันอุดมศึกษาทั้งหมด 57 แห่ง จำนวน 10 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจงคุณสมบัติ (Purposive sampling) จาก 5 ภูมิภาคของประเทศ

3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ใช้สำหรับศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางมิติสัมพันธ์ ได้แก่ นิสิต นักศึกษา สาขาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ในระดับอุดมศึกษา ใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงคุณสมบัติ (Purposive sampling) กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีของ Taro Yamane จากจำนวน 17,514 คน กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่จะยอมรับได้ (Allowable error) เท่ากับ 5% ได้กลุ่มตัวอย่าง 392 คน ทำการเก็บข้อมูลจากผู้เรียนที่ศึกษาในสาขาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเอกชนในเขตภาคกลาง จำนวน 393 คน

3.3 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ซึ่งยังไม่เคยเรียนวิชาเขียนแบบ จำนวน 25 คน ใช้วิธีคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และได้คะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถทางมิติสัมพันธ์ไม่เกิน 15 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และมีความสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

4. เนื้อหา

บทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ พัฒนาขึ้นตามเนื้อหาในรายวิชาเขียนแบบเบื้องต้นของสาขาวิชาสถาปัตยกรรม สาขาสถาปัตยกรรมภายใน รายวิชาพื้นฐานกราฟิกเพื่อการสื่อสาร (Fundamentals of graphics communication) สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ มีเนื้อหาที่สำคัญเป็นพื้นฐานการเรียนจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและจากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้กสอน ได้แก่ การมองภาพไอโซเมตริก (Isometric) การมองภาพออโธกราฟิก (Orthographic) และการมองภาพตัด (Section)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดไว้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทเรียนมัลติมีเดีย

หมายถึง คอร์สแวร์ที่นำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกหัด ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบได้ มีลักษณะเป็นมัลติมีเดีย

มี 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ส่วนนำ (Title) 2) ส่วนชี้แจงบทเรียน (Introduction) 3) ส่วนวัตถุประสงค์ (Objective) 4) เมนู (Menu) 5) ส่วนเนื้อหา (Content) 6) ส่วนฝึกปฏิบัติ (Practice) 7) ส่วนสรุปเนื้อหา (Summary) 8) ส่วนแบบทดสอบ (Test)

มี 4 ขั้นตอนในการเรียน ได้แก่ 1) นำเสนอเนื้อหา (Presenting information) 2) แนะนำผู้เรียน (Guiding the learner) 3) ฝึกฝนปฏิบัติ (Practicing) 4) ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment learning)

มี 4 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) สารสนเทศ (Information) 2) ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) 3) ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) 4) แจ้งผลตอบกลับทันที (Immediate feedback)

(Alessi S. M. & Trollip S. R., 2001; ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2550; ณัฐกร สงคราม, 2554; ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2561; พรรณปพร จตุวีรพงษ์, 2555; สุจิรา มุสิกะเจริญ, 2542)

การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ

หมายถึง การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพเพื่อช่วยผู้เรียนศักยภาพที่แตกต่างกัน โดยใช้การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน เพื่อให้สามารถผ่านปัญหาการเรียนรู้ที่ผู้เรียนไม่สามารถกระทำให้สำเร็จได้ด้วยตนเอง

มี 4 ลักษณะ ได้แก่

1) ด้านการสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual) 2) ด้านความคิด (Metacognitive) 3) ด้านกระบวนการ (Procedural) 4) ด้านกลยุทธ์ (Strategic) กระบวนการจะหมุนเวียนซ้ำ (Sequential process) มีตัวอย่างที่หลากหลาย และฝึกในหลายวิธี เพื่อให้เกิดทักษะ

Hard Scaffolds

ความช่วยเหลือที่จัดเตรียมไว้ล่วงหน้าในบทเรียน ได้แก่ 1) Advance organizers การจัดกลุ่มเนื้อหา เรียงลำดับ/เน้นความสำคัญ 2) Cue การชี้นำด้วยข้อความ ตัวอักษร ตัวเลข สัญลักษณ์ 3) Feedback การให้ผลตอบกลับด้วยเส้น projection หรือ Animation 4) Hints การให้ทางเลือกแก่ผู้เรียนในการออกแบบประสบการณ์

Soft Scaffolds

ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจเลือก ได้แก่ 1) สี (Color) 2) ภาพวัตถุสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object) ใช้เป็นเครื่องมือในการคิด (Thinker tool) ในการแก้ปัญหามิติสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของรูปทรงยากๆ ทดแทนการหมุนภาพในใจของภาพสองมิติ

(Brush & Saye, 2002; Hegartya, 2014; C. S. Lee & Kolodner, 2011; Sharma & Hannafin, 2007)

บทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial Thinking Skill)

หมายถึง ความชำนาญจากการฝึกฝนให้สามารถรับรู้ มิติ เรื่องขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง สามารถมโนภาพในใจ หมุนภาพในใจ ไม่ว่าสิ่งที่ปรากฏจะแสดงความซับซ้อนของสัญลักษณ์ มุมมอง ระนาบ หรือปรับรูป เปลี่ยนแปรไป สามารถเชื่อมโยง ทำความเข้าใจความหมายได้

ประกอบด้วย 1. Spatial perception 2. Spatial visualization 3. Mental rotations 4. Spatial relations 5. Spatial orientation

(Ekstrom, French, Harman, & Dermen, 1976; Hauptmana & Cohen, 2011; Linn & Petersen, 1985; Lohman, 1988; Sorby, 1999; พรรณปพร จตุวีรพงษ์, 2555; สุรางค์ โค้วตระกูล, 2556)

ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดในการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

จากภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดในการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ สามารถอธิบายรายละเอียดในการที่จะพัฒนาผู้เรียนเพื่อส่งเสริมเกิดทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาและการสื่อสารมาเป็นเครื่องมือช่วยและใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพมาเกื้อหนุน มีแนวคิดที่มีความสัมพันธ์กันดังนี้

1. บทเรียนมัลติมีเดีย หมายถึง คอร์สแวร์ที่นำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกหัดสำหรับการฝึกฝนให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบได้ มีลักษณะเป็นมัลติมีเดีย ใช้งานได้บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ทั้งแบบตั้งโต๊ะ และแบบเคลื่อนที่ ในสภาพแวดล้อมที่ on-line และ off-line มี 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ส่วนนำ (Title) 2) ส่วนชี้แจงบทเรียน (Introduction) 3) ส่วนวัตถุประสงค์ (Objective) 4) ส่วนเมนู (Menu) 5) ส่วนเนื้อหา (Content) 6) ส่วนฝึกปฏิบัติ (Practice) 7) ส่วนสรุปเนื้อหา (Summary) 8) ส่วนแบบทดสอบ (Test) (ณัฐกร สงคราม, 2554) มีคุณลักษณะ 4 ประการ คือ 1) สารสนเทศ (Information) 2) ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) 3) ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) และ 4) แจ้งผลตอบกลับทันที (Immediate feedback) (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2561) ขั้นตอนการเรียน แบ่งเป็น 4 ขั้น ดังนี้ 1) นำเสนอเนื้อหา (Presenting information) 2) แนะนำผู้เรียน (Guiding the learner) 3) ฝึกฝนปฏิบัติ (Practicing) และ 4) ประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment learning) (Alessi S. M. & Trollip S. R., 2001; ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2550; พรรณปพร จตุวีรพงษ์, 2555; สุจิรา มุสิกะเจริญ, 2542)

2. การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ หมายถึง การเสริมต่อการเรียนรู้ด้วยการช่วยเหลือให้ผู้เรียนรับรู้ มองเห็นภาพอย่างเข้าใจมากขึ้น เพื่อการแก้ปัญหาโจทย์หรือเป้าหมายให้สำเร็จได้ด้วยตัวผู้เรียนเอง มีการจัดเตรียมไว้ล่วงหน้าในบทเรียน ผู้เรียนได้รับความช่วยเหลือโดยใช้การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน (C. S. Lee & Kolodner, 2011) ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้สามารถผ่านปัญหาการเรียนรู้ที่ผู้เรียนไม่สามารถกระทำให้สำเร็จได้ มี 4 ลักษณะ (Hannafin, Land, & Oliver, 1999; Sharma & Hannafin, 2007) คือ 1) ช่วยเหลือด้านการสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual scaffolding) 2) ช่วยเหลือด้านกลยุทธ์ (Strategic scaffolding) 3) ช่วยเหลือด้านความคิด (Metacognitive scaffolding) และ 4) ช่วยเหลือด้านกระบวนการ (Procedural scaffolding)

กระบวนการแก้ปัญหาโจทย์จะหมุนเวียนซ้ำ (Sequential process) มีตัวอย่างที่หลากหลายและให้ฝึกในหลายวิธี เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกจนเกิดทักษะแสดงผลตามภารกิจที่ได้สร้างเงื่อนไขไว้ในสภาพแวดล้อมของการเรียน (Representation of the task environment) ในบทเรียน การให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความช่วยเหลือจัดอยู่ในลักษณะ Hard scaffolds และ Soft scaffolds (Brush & Saye, 2002; Hannafin et al., 1999; Sharma & Hannafin, 2007) ดังนี้

Hard scaffolds เป็นการเสริมต่อการเรียนรู้แบบคงที่ ที่ได้ออกแบบไว้ในบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เป็นความช่วยเหลือด้านการสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual scaffolding) และ ด้านกลยุทธ์ (Strategic scaffolding) ประกอบด้วย 1) Advance organizers เป็นการจัดกลุ่มเนื้อหา เรียงลำดับ/เน้นความสำคัญ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แสดงในลักษณะของแผนผังแสดงภาพรวมของเนื้อหาแบบฝึกหัด เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนี้ตนเองอยู่ในจุดใดของเนื้อหาในภาพรวม 2) Cue เป็นการชี้นำให้เกิดความคิดเชื่อมโยงด้วยข้อความ ตัวอักษร ตัวเลข สัญลักษณ์ 3) Feedback เป็นการให้ผลตอบกลับด้วยเส้น projection หรือ animation 4) Hints เป็นการให้ทางเลือกแก่ผู้เรียนในการออกแบบประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหาของโจทย์

Soft scaffolds เป็นความช่วยเหลือแบบยืดหยุ่นที่ผู้เรียนตัดสินใจเลือกใช้การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ (Visual scaffolding) ที่ได้ออกแบบไว้ในบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เป็นความช่วยเหลือด้านความคิด (Metacognitive scaffolding) และ ด้านกระบวนการ (Procedural scaffolding) ประกอบด้วย 1) สี (Color) ของระนาบบนวัตถุในโจทย์รวมทั้งตัวเลือกคำตอบ จะปรากฏแตกต่างกันในแต่ละระนาบเพื่อเชื่อมโยงการมองภาพในมุมมองสองมิติ และสามมิติ ให้เข้าใจง่ายขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งในโจทย์แบบฝึกหัดตั้งต้นและแบบทดสอบท้ายบทเรียนจะมีเพียงเส้นสีดำและพื้นหลังสีขาวเท่านั้น และ 2) ภาพวัตถุสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object) เป็นภาพวัตถุรูปทรงเรขาคณิตเบื้องต้นแสดงผลในลักษณะสามมิติ เสมือนจริง สัมพันธ์กับภาพสองมิติ ของรูปด้านต่างๆ ของวัตถุนั้นที่ปรากฏในแต่ละโจทย์ ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการคิด (thinker tool) ในการแก้ปัญหามิติสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของรูปทรงยากๆ ทดแทนการหมุนภาพในใจ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความเร็วของการคิด ใช้วิธีการเชื่อมออกไปจากหน้าบทเรียน (Linked visualization) (Hegartya, 2014)

3. ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความชำนาญในการรับรู้ความหมาย และมิติของภาพ ทั้งเรื่องขนาด ปริมาตร รูปทรง ไม่ว่าสิ่งที่ปรากฏจะมีความซับซ้อนในสัญลักษณ์ มุมมอง ระนาบหรือปรับรูปเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งสามารถ สร้างมโนภาพในใจ เชื่อมโยง และแปลความหมายของการหมุนรูปสองมิติ (Interpretation of two-dimension figural rotation) จากภาพวัตถุสามมิติ ประกอบด้วยความสามารถใน 5 ด้านคือ 1) Spatial perception 2) Spatial visualization 3) Mental rotations 4) Spatial relations และ 5) Spatial orientation ตัวชี้วัดที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ โดยวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่ ผู้เรียนสามารถบอก

ขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง ได้อย่างแม่นยำ แม้นว่าจะเปลี่ยนตำแหน่งมองวัตถุจากมุมที่แตกต่างกัน (การหมุนภาพในใจ) และสามารถบอกความสัมพันธ์ของรายละเอียดระหว่างวัตถุที่ปรากฏในลักษณะภาพสองมิติ กับภาพสามมิติ (Ekstrom et al., 1976; Hauptmana & Cohen, 2011; Linn & Petersen, 1985; Lohman, 1988; Sorby, 1999; พรรณปพร จตุวีรพงษ์, 2555; สุรางค์ โค้วตระกูล, 2556)

คำจำกัดความในงานวิจัย

1. บทเรียนมัลติมีเดีย หมายถึง คอร์สแวร์ที่นำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกหัดสำหรับการฝึกฝนให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบได้ มีลักษณะเป็นมัลติมีเดีย สามารถใช้งานได้บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ทั้งแบบตั้งโต๊ะ และแบบเคลื่อนที่ ใช้งานได้ทั้งแบบ on-line และ off-line มีรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้หลักการจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางตามเอกัตภาพ (Individualization instruction) มี 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ส่วนนำ (Title) 2) ส่วนชี้แจงบทเรียน (Introduction) 3) ส่วนวัตถุประสงค์ (Objective) 4) ส่วนเมนู (Menu) 5) ส่วนเนื้อหา (Content) 6) ส่วนฝึกปฏิบัติ (Practice) 7) ส่วนสรุปเนื้อหา (Summary) 8) ส่วนแบบทดสอบ (Test) และนี้มีคุณลักษณะ 4 ประการคือ 1) สารสนเทศ (Information) 2) ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) 3) ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) และ 4) แจ้งผลตอบกลับทันที (Immediate feedback)

2. โมเดลบทเรียนบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ หมายถึง แบบจำลองบทเรียนมัลติมีเดีย ที่มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ผู้เรียน (learner) 2) เนื้อหา (Content) 3) ขั้นตอน 3P คือ ดู (Preview) ฝึก (Practice) และสรุปพยากรณ์ (Predicate) 4) กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ (Visual Scaffolding) ได้แก่ เส้นกริด เส้นโปรเจคชั่น สี และภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ และ 5) คอร์สแวร์ (Courseware) และแบ่งเป็น 3 ขั้น คือ 1) ดู (Preview) สร้างความพร้อมก่อนเข้าสู่บทเรียน ด้วยสื่อเร้าและกระตุ้นความสนใจ นำเสนอเนื้อหาการเรียน ให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน นำเสนอเนื้อหาใหม่ 2) ฝึก (Practice) ผู้เรียนทำกิจกรรมจากสิ่งเร้าอย่างอิสระ โดยมีการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหาในการเรียนได้ดีขึ้น และให้ข้อมูลป้อนกลับทันที 3) สรุปพยากรณ์ (Predicate) แจ้งผลคะแนน และระดับความหมายจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

3. ผู้เรียนกลุ่มอ่อน หมายถึง นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเขียนแบบ และเมื่อทำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ได้คะแนนไม่เกิน 50%

4. ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial thinking skill) หมายถึง ความชำนาญในการรับรู้ความหมาย และมิติของภาพ ได้แก่ ขนาด ปริมาตร รูปทรง ความซับซ้อนในสัญลักษณ์ มุมมอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระนาบ สามารถสร้างมโนภาพในใจ เชื่อมโยง แปลความหมายของการหมุนภาพวัตถุในลักษณะสองมิติจากภาพวัตถุในลักษณะสามมิติ (Interpretation of two-dimension figural rotation) ประกอบด้วยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ใน 5 ด้านคือ 1) Spatial perception 2) Spatial visualization 3) Mental rotations 4) Spatial relations และ 5) Spatial orientation

5. การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ (Visual scaffolding) หมายถึง การช่วยเหลือให้ผู้เรียนรับรู้ มองเห็นภาพอย่างเข้าใจมากขึ้น เพื่อการแก้ปัญหาโจทย์หรือเป้าหมายให้สำเร็จได้ด้วยตนผู้เรียนเอง มีการออกแบบเงื่อนไขการให้ความช่วยเหลือ จัดเตรียมภาพ เส้น และสัญลักษณ์ เพื่อการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพไว้ล่วงหน้าในบทเรียน ผู้เรียนได้รับความช่วยเหลือโดยมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนด้วยตนเอง ประกอบด้วย การเสริมต่อการเรียนรู้ในลักษณะคงที่ (Hard scaffolds) และการเสริมต่อการเรียนรู้ในลักษณะยืดหยุ่น (Soft scaffolds)

6. Hard scaffolds เป็นการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ (Visual scaffolding) แบบคงที่ ที่ได้ออกแบบไว้ในบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เป็นความช่วยเหลือด้านการสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual scaffolding) และ ด้านกลยุทธ์ (Strategic scaffolding) ประกอบด้วย

6.1 Advance organizers เป็นการจัดกลุ่มเนื้อหา เรียงลำดับ เน้นความสำคัญ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แสดงในลักษณะของแผนผังแสดงภาพรวมของเนื้อหาแบบฝึกหัด เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนี้ตนเองอยู่ในจุดใดของเนื้อหา

6.2 Cue เป็นการชี้นำให้เกิดความคิดเชื่อมโยงด้วยข้อความ ตัวอักษร ตัวเลข สัญลักษณ์ ซึ่งจะปรากฏในภาพโจทย์และตัวเลือกคำตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3 Feedback เป็นการให้ผลตอบกลับด้วยเส้นโปรเจคชั่น (Projection line) เชื่อมโยงจุดที่สัมพันธ์กันในรูปตามวิธี Orthographic projection หรือ Animation โดยจะแสดงผลเมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดในแต่ละข้อเสร็จแล้ว เพื่อสรุปความคิดรวบยอดในวิธีการมองภาพ

6.4 Hints เป็นการให้ทางเลือกแก่ผู้เรียนในการออกแบบประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหาของโจทย์ เมื่อผู้เรียนเลือกความช่วยเหลือนี้ จะส่งต่อไปยังการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศภาพแบบที่สองคือ Soft scaffolds

7. Soft Scaffolds เป็นความช่วยเหลือด้านทัศนภาพ (Visual Scaffolding) แบบยืดหยุ่น ที่ได้ออกแบบไว้ในบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เป็นความช่วยเหลือด้านความคิด (Metacognitive scaffolding) และ ด้านกระบวนการ (Procedural scaffolding) ประกอบด้วย

7.1 เส้นกริด (Grid line) ทั้งแบบใช้กับภาพสองมิติ (2D) ซึ่งจะแสดงผลตามภาพออโธกราฟิก (Orthographic) และแบบสามมิติ (3D) ซึ่งจะแสดงผลตามภาพไอโซเมตริก (Isometric) สามารถนับช่องของตารางกริดทั้งสองรูปแบบเพื่ออ้างอิงขนาดได้

7.2 สี (Color) มีการใช้สีที่แตกต่างกันในระนาบที่ต่างกัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนคิดเชื่อมโยงระหว่างภาพสองมิติกับภาพสามมิติ ใช้แยกแยะพื้นที่ระนาบที่แสดงผลในแต่ละภาพ

7.3 เส้นโปรเจคชั่น (Projection line) แสดงความเชื่อมโยง ขนาด รายละเอียดและตำแหน่งของภาพโดยมีหัวลูกศรชี้นำ

7.4 ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object) ที่แสดงมุมมองตั้งต้นในลักษณะเดียวกับโจทย์ สามารถแสดงผลการหมุนรอบตัวเอง หรือหมุนไปตามทิศทางที่ผู้เรียนต้องการมอง และเมื่อต้องการกลับสู่มุมมองเดิมก็สามารถคลิกซ้ำที่พื้นหลัง ภาพสามมิตินั้นจะกลับมาแสดงผลในรูปตั้งต้นมุมมองแบบเดิม

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้องค์ประกอบ ลักษณะ และกลยุทธ์ของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เพื่อนำไปใช้สร้างนวัตกรรมการเรียนกับเนื้อหาใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

2. ผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบมีทางเลือกในการพัฒนาศักยภาพของตนเองด้านมิติสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมในการเรียนและเทคโนโลยีการศึกษาและการสื่อสารในปัจจุบัน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการเรียน และลดช่องว่างระหว่างความสามารถส่วนบุคคลของผู้เรียน

3. ได้บทเรียนมัลติมีเดีย เรื่อง การมองภาพไอโซเมตริก การมองภาพออโธกราฟิก และการมองภาพตัด ที่ช่วยพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนด้านมิติสัมพันธ์ ลดช่องว่างระหว่างความแตกต่างส่วนบุคคลของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
รายงานเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและพัฒนาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

1.1 ความหมายของมิติสัมพันธ์

1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมิติสัมพันธ์

1.3 องค์ประกอบของการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

1.4 การพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

1.5 การประเมินวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 2 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมัลติมีเดีย

2.1 ความหมายของบทเรียนมัลติมีเดีย

2.2 คุณลักษณะของบทเรียนมัลติมีเดีย

2.3 องค์ประกอบของบทเรียนมัลติมีเดีย

2.4 รูปแบบของบทเรียนมัลติมีเดีย

2.5 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย

2.6 ข้อจำกัดของบทบทเรียนมัลติมีเดีย

2.7 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนมัลติมีเดีย

ตอนที่ 3 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมต่อการเรียนรู้ในการเรียน

3.1 ความหมายของการเสริมต่อการเรียนรู้

3.2 รูปแบบของการเสริมต่อการเรียนรู้

3.3 แนวทางการออกแบบการเสริมต่อการเรียนรู้

ตอนที่ 1 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

1.1 ความหมายของมิติสัมพันธ์

ความหมายของมิติสัมพันธ์ มีนักการศึกษาได้กล่าวไว้ดังนี้

Linn and Petersen (1985) ให้นิยาม ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) หมายถึง ทักษะในการเป็นแสดงแทน (Representing) การแปลงรูปร่าง (Transforming) การสร้าง (Generating) และการจำข้อมูลสัญลักษณ์ที่ไม่ใช่ภาษา (Recalling symbolic) โดยระบุว่าไม่ใช่การรวมกันของความสามารถหลายๆ ด้าน แต่เป็นการผสมผสานของทักษะย่อย เช่นการใช้แผนที่ การแก้ปัญหาทางเรขาคณิต และการตระหนักการแสดงแทนลักษณะสองมิติของวัตถุลักษณะสาม

Lohman (1988) ให้นิยาม ความสามารถในการมองเห็น (Visual ability) หมายถึง ความสามารถในการรักษาไว้ (Retain) เรียกคืน (Retrieve) และแปลงภาพ (Transform) โดยคงไว้ซึ่งโครงสร้างของภาพที่เห็นได้เป็นอย่างดี

Ekstrom et al. (1976) ให้นิยามว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) หมายถึง ความสามารถในการจินตนาการ หมุน บิด หรือกลับหัวหลับหาง แปลงรูปแบบของมิติหนึ่งไปยังรูปแบบใหม่ หรือโครงสร้างรูปแบบใหม่ เช่น การพับกระดาษ (Paper folding) เป็นรูปต่างๆ

Sorby (1999) ให้ความหมาย ความสามารถทางมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) ว่าเป็นความสามารถที่ติดตัวมาแต่เกิด และเมื่อมีการฝึกอบรม หรือสร้างประสบการณ์ก็จะทำให้เกิดทักษะด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial skills) โดยคำว่าทักษะการสร้างภาพเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial visualization skills) คือ ความสามารถจัดการกับวัตถุ หรือรูปแบบในจินตนาการ รวมทั้งการซ้อนทับของเรื่องราวที่หลากหลายร่วมกันในจิตใจ โดยอาศัย การหมุน การพับ การซ้ำที่เดิม หรือการแปลงรูป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถด้านเชาว์ปัญญา (Intelligence) เฉพาะบุคคล (Specific factor) ตามทฤษฎี Multiple intelligences สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ด้วยการฝึกหัดและเรียนรู้ ทุกคนสามารถพัฒนาได้ ลักษณะพฤติกรรมที่จะสังเกตได้ คือ ความสามารถที่จะรับรู้ visual spatial world ได้อย่างแม่นยำ สามารถแปรรูป พลิกแพลง ดัดแปลงภาพในจินตนาการ ต่างไปจากที่เห็นครั้งแรกได้ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2556)

มิติสัมพันธ์ หมายถึง การสร้างให้เกิดมโนภาพ ความเข้าใจ เรื่อง รูปร่าง ขนาด ระยะความสูงต่ำ พื้นที่ ปริมาตร ในมิติต่างๆ ทั้งที่อยู่ในระนาบเดียวกัน และหลายระนาบ ทั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหว รูปร่าง ทิศทาง ซึ่งเกิดจากการแยกภาพ ประกอบภาพ หมุนภาพ หรือซ้อนทับภาพ (พรรณปพร จตุวีรพงษ์, 2555)

การคิดเชิงมิติสัมพันธ์เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ เช่น การเปลี่ยนแปลงจากการวาดภาพสองมิติ เพื่อสร้างจินตนาการออกมาเป็นวัตถุสามมิติ ที่มีพื้นที่หรือมิติที่ถูกต้องตามความเป็นจริง หรือการมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุสามมิติ การเรียกชื่อตามความหมายเมื่อเปลี่ยนมุมมอง การวาดภาพบนกระดานดำหรือในโน้ตบุ๊ค คลิกที่หน้าจอคอมพิวเตอร์หรือดูภาพสามมิติ เป็นต้น (Hauptmana & Cohen, 2011)

การคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น วิธีการถ่ายทอดข้อมูลสภาพแวดล้อมด้วยการใช้คำอธิบาย การดูแผนที่เส้นทางการท่องเที่ยว หรือการสอบถามเส้นทาง ผลจากการบอกเล่าคือ มโนภาพในใจ ซึ่งจะต้องพึ่งพาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุที่มีอยู่ เพื่อสื่อความหมายเชื่อมโยงกับข้อมูลและระยะทาง (Meneghetti et al., 2013)

การใช้มิติสัมพันธ์ในการนำทางความคิด เป็นกระบวนการแก้ปัญหาหลายระดับ (A multi-level problem solving process) ซึ่งประกอบด้วย การรับรู้ มีปัญญาความรู้ และความจำ เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน เช่น การคิดแบบมิติสัมพันธ์ในมุมมองของงาน สถาปัตยกรรม แสดงแบบจำลองที่มีโครงสร้างที่แตกต่างกัน มีระยะในมิติของแกนที่แตกต่างกัน การสำรวจทำแผนที่เหมือน การจัดวางตำแหน่งของวัตถุ เป็นต้น (Akinlofa et al., 2014)

ผู้วิจัยสรุปความหมายของ ความสามารถทางมิติสัมพันธ์ คือ ความสามารถในการรับรู้ มิติ ในเรื่องขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง สามารถมโนภาพในใจ หมุนภาพในใจ ไม่ว่าสิ่งที่ปรากฏจะแสดงความซับซ้อนของสัญลักษณ์ มุมมอง ระนาบ หรือปรับรูป เปลี่ยนแปรไป สามารถเชื่อมโยง ทำความเข้าใจความหมายได้อย่างรวดเร็ว ความสามารถนี้เมื่อได้รับการฝึกฝน จะมีทักษะมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมิติสัมพันธ์

การคิดเชิงมิติสัมพันธ์เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางสมองของมนุษย์ มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้อธิบายเพื่อให้เข้าใจความแตกต่างของโครงสร้างสมองของมนุษย์ไว้ดังนี้

ทฤษฎีองค์ประกอบหลายตัว (Multiple Factor Theory)

สุรางค์ โค้วตระกูล (2556) ได้นำเสนอ ทฤษฎีของเธอร์สโตน (Thurstone) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ซึ่งใช้การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor analysis) แยกความสามารถต่างๆ ของมนุษย์ออกเป็น 7 กลุ่ม เรียกว่า ความสามารถปฐมภูมิ (Primary mental abilities) เน้นความแตกต่างภายในตัวบุคคล (Intra-individual differences) ดังนี้

1) Verbal comprehension เป็นความสามารถเข้าใจภาษา ความหมายของคำศัพท์ต่างๆ

2) Word fluency เป็นความคล่องในการใช้คำต่างๆ คำสัมผัส คำคล้อง

3) Number เป็นความสามารถคิดคำนวณ ทางคณิตศาสตร์

4) Spatial ability เป็นความสามารถจำรูปทรงของสิ่งของได้ แม้ว่าจะตั้งพลิกแพลงในท่าต่างๆ เห็นความสัมพันธ์ของพื้นที่และรูปทรง

5) Memory เป็นความจำ ที่จะสามารถระลึกสิ่งที่ท่องจำเอาไว้

6) Perceptual speed เป็นความสามารถรับรู้สิ่งเร้าได้อย่างรวดเร็วละแม่นยำ สามารถบอกความแตกต่าง ความเหมือนระหว่างของสองอย่าง

7) Reasoning เป็นความสามารถสรุปกฎเกณฑ์จากตัวอย่างได้ หรือคิดแบบอนุมาน

ทฤษฎีโครงสร้างเชาว์ปัญญา (The Structure of Intellect)

สุรางค์ โค้วตระกูล (2556) ได้นำเสนอ ทฤษฎีโครงสร้างเชาว์ปัญญา ที่เรียกว่า Structure of Intellect ของกิลฟอร์ด (Guilford) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ว่าเป็นความสามารถเฉพาะ (Specific Abilities) ประกอบด้วย 3 มิติ คือ วิธีคิด (Operations) เนื้อหา(Content) และผลการคิด(Products) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) มิติที่ 1 การคิด (Operations) เป็นกิจกรรมทางสมองที่สำคัญ ในการรวบรวม ข้อมูลข่าวสารที่ได้รับ และพยายามเข้าใจความหมาย ได้แก่ การรับรู้และเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) แบ่งเป็น ความจำที่บันทึกไว้ (Recording) และความจำที่เก็บไว้ในความจำระยะยาว (Retention) การคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) เน้นความคิดใหม่ที่น่าจะเป็นไปได้ในหลายๆ แบบ มีความสำคัญต่อความคิดสร้างสรรค์ การคิดเอกนัย (Convergent thinking) เน้นความถูกของคำตอบที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด และ การประเมินค่า (Evaluation)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) มิติที่ 2 เนื้อหา (Content) เป็นการจัดกลุ่มของข้อมูลข่าวสารที่ได้รับ ได้แก่ ภาพ (Figural) แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ การเห็น (Visual) การได้ยิน (Auditory) และสัญลักษณ์ (Symbolic) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (semantic) และ พฤติกรรม (Behavioral)

3) มิติที่ 3 ผลการคิด (Product) เป็นแบบต่างๆ ที่ใช้ในการคิด ได้แก่ แบบหน่วย (Units) มีลักษณะเฉพาะตัว แบบกลุ่ม (Classes) เป็นกลุ่มของหน่วยต่างๆ ที่มีคุณสมบัติร่วมกัน แบบความสัมพันธ์ (Relations) เป็นการเชื่อมโยงของหน่วย ข้อมูลข่าวสาร หรือหลักการและกฎเกณฑ์ แบบระบบ (Systems) แสดงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของส่วนประกอบ อาจเป็นทฤษฎี กฎเกณฑ์ หรือหลักการ แบบการแปลงรูป (Transformation) และ แบบประยุกต์ (Implications)

โครงสร้างทางเชาวน์ปัญญาของกิลฟอร์ด แสดงให้เห็นว่าเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคลไม่ควรจะวัดโดยใช้คะแนนรวมเพียงอย่างเดียว และกิลฟอร์ดเชื่อว่าความสามารถแต่ละอย่างเปลี่ยนแปรได้ด้วยการฝึกหัดและเรียนรู้

ทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple Intelligence)

ทิศนา แขมมณี (2556) ได้นำเสนอความหมายของ “เชาวน์ปัญญา” (intelligence) โดย การ์ดเนอร์ (Gardner) นักจิตวิทยาจากมหาวิทยาลัยฮาวาร์ด ว่าหมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์ผลงาน ที่มีความสัมพันธ์กับบริบททางวัฒนธรรมและสภาพแวดล้อมต่างๆ สามารถตั้งปัญหาเพื่อตอบ และเพิ่มพูนความรู้ บนพื้นฐาน 2 ประการคือ 1) เชาว์ปัญญาของบุคคลมีหลายประเภท แต่ละคนจะมีความสามารถเฉพาะด้านที่แตกต่างไปจากคนอื่น และมีไม่เท่ากัน ทำให้แต่ละคนมีแบบแผนที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ และ 2) เชาว์ปัญญาของแต่ละบุคคลไม่คงที่ สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากได้รับการส่งเสริมที่เหมาะสม

สิริมา ภิญโญอนันตพงษ์ (2547) นำเสนอ เชาวน์ปัญญา ในความหมายของ สติปัญญา 9 ด้านตามแนวคิดของ การ์ดเนอร์ มีดังนี้

1) สติปัญญาด้านภาษา (Linguistic intelligence)
2) สติปัญญาด้านตรรกและคณิตศาสตร์ (Logical/Mathematical intelligence)
3) สติปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Visual/Spatial intelligence) สามารถเห็นภาพของทิศทาง แผนที่ ความสัมพันธ์ การจัดการกับพื้นที่ การสร้างภาพ การคิดเป็นภาพ การใช้สี เห็นวิธีแก้ปัญหาในมโนภาพ ตัวอย่างเช่นผู้ที่ประกอบอาชีพ สถาปนิก มัณฑนากร
4) สติปัญญาด้านดนตรี (Musical/Rhythmic intelligence)
5) สติปัญญาด้านการเคลื่อนไหวร่างกาย (Bodily/Kinesthetic intelligence)
6) สติปัญญาด้านมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal intelligence)
7) สติปัญญาการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal intelligence)
8) สติปัญญาด้านการรักธรรมชาติ (Naturalist intelligence) และ
9) สติปัญญาด้านการดำรงชีวิต (Existential intelligence)

ทฤษฎีเกสตัลท์ (Gestalt Theory)

ทิศนา แขมมณี (2556) กล่าวว่า เกสตัลท์ เป็นคำศัพท์ในภาษาเยอรมัน หมายถึง“แบบแผนหรือรูปร่าง” (Form or Pattern) แนวความคิดหลัก คือ ส่วนรวมเป็นสิ่งที่มากกว่าผลรวมของส่วนย่อย (the whole is more than the sum of the parts) และนำเสนอ กฎการเรียนรู้ของทฤษฎีนี้โดย Bigge (1982) ดังนี้

1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดของมนุษย์

2) บุคคลจะเรียนรู้จากสิ่งเร้าที่เป็นส่วนรวมได้ดีกว่าส่วนย่อย

3) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะคือ

3.1 การรับรู้ (Perception) บุคคลจะใช้ประสาทสัมผัสรับสิ่งเร้า แล้วถ่ายโยงสู่กระบวนการคิด โดยใช้ประสบการณ์เดิมตีความหมาย แสดงปฏิกิริยาตอบสนองตามที่ตีความหมาย

3.2 การหยั่งเห็น (Insight) เป็นการค้นพบหรือเข้าใจทางแก้ปัญหาอย่างฉับพลันจากผลการพิจารณาปัญหาโดยส่วนรวม โดยใช้กระบวนการทางความคิดและสติปัญญาของบุคคลนั้น

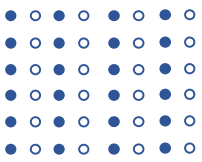
4) กฎการจัดระเบียบการรับรู้ (Perception) และตัวอย่างการพิสูจน์ของแวร์ไทมเมอร์ (Wertheimer) ผู้นำกลุ่มเกสตัลท์ ซึ่งได้ทดลองเกี่ยวกับการรับรู้ การแก้ปัญหา และการคิด ดังนี้ (ทิศนา แขมมณี, 2556; สุรางค์ โค้วตระกูล, 2556)

4.1 กฎการรับรู้ส่วนรวมและส่วนย่อย (Law of Pragnanz) ประสบการณ์เดิมมีอิทธิพลต่อการรับรู้ของบุคคล ดังนั้นการรับรู้ต่อสิ่งเร้าเดียวกันอาจแตกต่างกันได้ ตัวอย่างเช่น หลัก Figure – Ground ในการมอง ส่วนที่อยู่ด้านหน้า (foreground) และด้านหลัง (background) ถ้ารับรู้อย่างหนึ่งเป็นรูป อีกอย่างหนึ่งก็จะเป็นพื้นหลัง ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 กฎแห่งส่วนรวมและส่วนย่อย

ภาพที่ 2.1 ภาพ The Philosopher's Cup ที่มีชื่อเสียงของ Edgar Rubin ถ้ามองภาพเห็น "Figure" สีดำเป็นแจกัน "Ground" ก็คือพื้นสีขาว ถ้ามองภาพเห็น"Figure" สีขาวเป็นหน้าคน 2 หน้า สีดำก็กลายเป็น "Ground"

4.2 กฎแห่งความคล้ายคลึง (Law of Similarity) หรือหลักการของความคล้ายคลึง (The principle of similarity) สิ่งเร้าที่มีลักษณะเหมือนหรือคล้ายคลึงกัน บุคคลมักรับรู้ว่าเป็นพวกเดียวกัน ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.2 จุดกลมทึบและจุดโปร่งตามแนวตั้งมองเห็นอย่างเด่นชัด ซึ่งตามแนวนอนมีจุดความทึบและโปร่งสลับกัน แต่อาจไม่เห็นชัดในครั้งแรกที่มอง ต้องตั้งใจจึงจะเห็น



ภาพที่ 2.2 กฎแห่งความคล้ายคลึง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

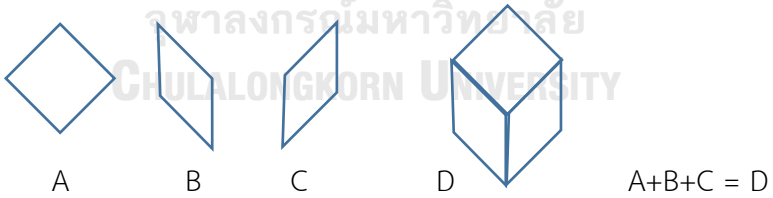
4.3) กฎแห่งความใกล้เคียง (Law of Proximity) หรือหลักการของความใกล้ชิด (The principle of proximity) สิ่งเร้าที่มีความใกล้เคียงกันบุคคลมักรับรู้ว่าเป็นพวกเดียวกัน ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.3 เส้นขนาน 6 คู่ ตามแนวตั้งมองเห็นเด่นชัดแทนเส้นเดี่ยว 12 เส้น โดยเส้นตรงที่ตั้งอยู่ใกล้ชิดกันจะถูกรับรู้พร้อมกัน

ภาพที่ 2.3 กฎแห่งความใกล้เคียง

4.4) กฎแห่งความสมบูรณ์ (Law of Closure) แม้สิ่งเร้าที่รับรู้จะยังไม่สมบูรณ์ แต่บุคคลสามารถรับรู้ลักษณะสมบูรณ์ได้ถ้ามีประสบการณ์เดิมของสิ่งเร้านั้น ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.4 จะมองเห็นเป็นรูปวงกลม และ รูปสี่เหลี่ยม ตามลำดับ

ภาพที่ 2.4 กฎแห่งความสมบูรณ์

4.5) กฎแห่งความต่อเนื่อง (Law of Organization) สิ่งเร้าที่มีความต่อเนื่องกันหรือมีทิศทางไปในแนวเดียวกัน บุคคลมักรับรู้เป็นพวกเดียวกัน หรือเรื่องเดียวกัน ดังตัวอย่างภาพที่ 2.5 ส่วนย่อยแต่ละส่วนประกอบด้วยด้านที่มีรูปร่างต่างกัน เมื่อรวมกันจะได้รูปลูกบาศก์สามมิติ แสดงให้เห็นว่า ส่วนรวมแตกต่างไปจากส่วนย่อย ทั้งที่ส่วนย่อยยังคงอยู่ในสภาพและรูปร่างเดิม



ภาพที่ 2.5 กฎแห่งความต่อเนื่อง

4.6) บุคคลมีความคงที่ในในการรับรู้ความหมายจากสิ่งเร้าในลักษณะภาพรวมที่เป็นจริง แม้นว่าสิ่งเร้านั้นจะได้เปลี่ยนแปรไป เช่น เมื่อเห็นปากขวดกลม เรามักจะเห็นว่ามันกลมเสมอ แม้ว่ามองบางมุมจะเห็นเป็นรูปวงรีก็ตาม

4.7) การรับรู้ของบุคคลอาจผิดพลาด บิดเบือน ไปจากความเป็นจริงได้ จากการจัดกลุ่มสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการลวงตา เช่น ภาพที่ 2.6 เส้นตรง ก. ดูสั้นกว่าเส้นตรง ข. ทั้งๆ ที่ยาวเท่ากัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 2.6 ภาพลวงตา

5) การเรียนรู้แบบหยั่งเห็น (Insight) เป็นการค้นพบ วิธีแก้ปัญหาอย่างเฉียบพลัน จากผลการพิจารณาปัญหาโดยใช้ความคิดสติปัญญาของบุคคลนั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับปัญหาหรือสถานการณ์ หากมีประสบการณ์สะสมไว้มาก การเรียนรู้แบบหยั่งเห็นก็จะเกิดขึ้นได้มากเช่นกัน

ผู้วิจัยสรุปแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมิติสัมพันธ์ ได้ว่า มิติสัมพันธ์เป็นความสามารถเฉพาะตัวที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล เกี่ยวข้องกับการรับรู้ ทางภาพ หรือสัญลักษณ์ ซึ่งจะเรียนรู้และพัฒนาให้เพิ่มขึ้นได้จนเกิดการหยั่งเห็นเพื่อแก้ปัญหาได้ฉับพลันทันที ด้วยการจัดให้มีประสบการณ์ในการฝึกฝนการรับรู้เกี่ยวกับแบบแผนและรูปร่าง

1.3 องค์ประกอบของการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

Sorby (1999) ได้ศึกษาวิจัยและนำเสนอองค์ประกอบ 5 ด้าน ที่จะพัฒนาทักษะด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial skills) ได้แก่ 1) Spatial Perception, 2) Spatial Visualization, 3) Mental Rotations, 4) Spatial Relations, และ 5) Spatial Orientation

Scholz, Huynh, Brysch, and Scholz (2014) ได้วิเคราะห์หลักสูตร ในหลายระดับการศึกษา และเก็บข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เช่น ครู ผู้บริหาร นักเขียนตำรา และทดสอบกับนักเรียนนักศึกษา มี 3 องค์ประกอบหลักที่สำคัญของการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ คือ 1) Concepts of Space 2) Tools of Representation และ 3) Processes of Reasoning

Hespanha, Goodchild, and Janelle (2009) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์กับผู้เรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สร้างความน่าสนใจ โดยออกแบบกลยุทธ์การเรียนรู้ และข้อปฏิบัติทางทฤษฎีที่เฉพาะเจาะจง เพื่อพัฒนาการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial Thinking) ประกอบด้วย 1) Spatial knowledge 2) Spatial ways of thinking and acting และ 3) Spatial capability โดยศึกษาจาก 1) Concepts of space, 2) Tools of representation และ 3) Processes of reasoning ในสภาพแวดล้อมของการเรียนที่แตกต่างกัน

Hegartya (2014) ได้นำเสนอว่า การคิดแบบมิติสัมพันธ์เป็นหัวใจของความสำเร็จในการศึกษาสายวิทยาศาสตร์ และสายวิชาชีพเฉพาะทาง แม้นไม่ได้ปรากฏในหลักสูตรอย่างชัดเจนแต่ยังคงสอดแทรกอยู่ งานวิจัยนี้ศึกษาวิธีการฝึกอบรมให้เกิดลักษณะของการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ให้ผู้เรียน

เข้าใจมิติสัมพันธ์ มีการนำเสนอมิติสัมพันธ์ในลักษณะเคลื่อนไหวได้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจ โดยมีองค์ประกอบในการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้แก่ spatial visualization ซึ่งในการใช้แก้ปัญหามิติสัมพันธ์ซับซ้อนของรูปทรงยากๆ ต่างๆ ใช้ spatial relations ในเรื่องของการ transform หมุนภาพวัตถุในใจ (mental rotation) ของภาพสองมิติ ใช้ dynamic และ interactive computer visualizations, virtual models, 3-D objects รวมทั้ง animations ในการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ หรือที่เรียกว่า interactive 3-D visualizations ช่วยในการมองภาพตัดของวัตถุ 3 มิติ ใช้การเชื่อมต่อไปยังภาพ (Linked visualization) เป็นเครื่องมือช่วยในการคิด (Thinker tool)

Golledge, Marsh., and Battersby (2008) ทดลองเก็บข้อมูลจากนักเรียนระดับมัธยมปลายเพื่อเปรียบเทียบเนื้อหาบริบทกับระดับชั้นเรียน โดยใช้บริบทในชีวิตประจำวันเป็นหัวเรื่องกิจกรรมทดสอบการเชื่อมโยงมิติสัมพันธ์กับมโนทัศน์ทางภูมิศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และการแก้ปัญหาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้ คำบ่งชี้ที่ใช้กำหนดระดับชั้นของการคิดเชิงมิติสัมพันธ์แบบพื้นฐานมี 5 ระดับดังนี้

1) ระดับดั้งเดิม (Primitive level) ได้แก่ identity, location, magnitude, space-time
2) ระดับง่าย (Simple level) ได้แก่ arrangements, distribution, line, shape, boundary, distance, reference frame, sequence
3) ระดับยาก (Difficult level) ได้แก่ adjacency, angle, classification, coordinate, grid pattern, polygon
4) ระดับซับซ้อน (Complicated level) ได้แก่ buffer, connectivity, gradient, profile, representation, scale
5) ระดับซับซ้อนมาก (Complex level) ได้แก่ area association, interpolations, map projection, subjective space, virtual reality

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถทางมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคล เป็นกระบวนการทางปัญญา (cognitive process) ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ 5 ด้าน คือ 1) Spatial perception 2) Spatial visualization 3) Mental rotations 4) Spatial relations 5) Spatial orientation ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial thinking skill) มี 5 ระดับ คือ ระดับดั้งเดิม ระดับง่าย ระดับยาก ระดับซับซ้อน และระดับซับซ้อนมาก

1.4 การพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

Cooper (2000) ได้การศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดชิงมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 4 มิติ คือ มิติความกว้าง มิติความยาว มิติความลึก และมิติของเวลา ยกตัวอย่างเช่นการสอดแทรกใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทเรียนให้ผู้เรียนได้สังเกตหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการเลือกทำเลที่ตั้งของบ้านพักอาศัย ที่มีความสัมพันธ์กับบริบทโดยรอบ หรือการตั้งโจทย์ศึกษาเรื่องทิศทางของการเคลื่อนตัวของภูเขาน้ำแข็ง เป็นต้น

Cohen and Hegarty (2014) กล่าวถึงข้อเสนอของเพียเจต์ ว่าเด็กควรได้รับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ โดยร่างกายมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุในสภาพแวดล้อมของพวกเขา ทักษะดังกล่าวสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยผ่านการฝึกอบรมและสร้างประสบการณ์

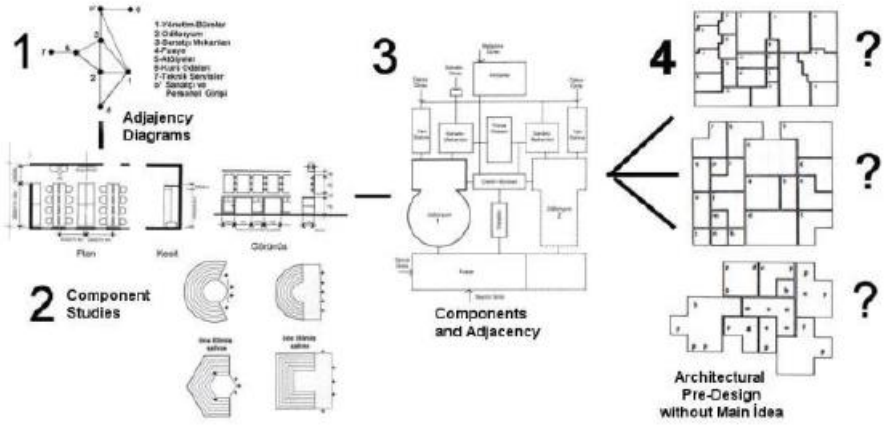
Lee and Bednarz (2015) กล่าวถึงแนวทางการเรียนรู้ที่จะสามารถคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (spatial thinking) ประกอบด้วย 1) Spatial ability, 2) Spatial reasoning, 3) Spatial cognition, 4) Spatial concepts, 5) Spatial intelligence, 6) Environmental cognition โดยจัดประสบการณ์ให้เรียนรู้ในเรื่องของ แนวคิดเชิงพื้นที่ (concept of space) เครื่องมือการนำเสนอ (tool of representation) และกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล (Process of reasoning)

สรุปตัวอย่างวิธีการพัฒนามิติสัมพันธ์ด้วยกิจกรรม ได้แก่ การสเกตภาพในมุมมองสามมิติ การเล่นกับของเล่นที่เป็นชิ้นส่วนโครงสร้างต่อกันแบบเด็กๆ การทดลองเล่นเกมสามมิติ, วีดิโอเกม (Akinlofa, 2014) การเขียนแบบจำลองพื้นที่โรงเรียน การมีส่วนร่วมในบางชนิดของกีฬา การฝึกคณิตศาสตร์ให้เก่ง การฝึกฝนด้วยการใช้กลยุทธ์ภาพ (Meneghetti et al., 2013)ด้วยความสามารถในการหมุนในใจ (mental rotation ability) การใช้สภาพแวดล้อมเสมือนจริงในการฝึกมิติสัมพันธ์ (Hauptmana & Cohen, 2011) เครื่องมือและวิธีการเรียนที่เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและการถ่ายโอนกลไกทางจิตวิทยา ประสิทธิภาพการทำงาน แรงบันดาลใจที่จะพัฒนาซ้ำๆ เร้าความสนใจ โดยใช้วัตถุรูปทรงเรขาคณิตที่เรียบง่าย (กรวย ลูกบาศก์ ทรงกระบอกปริซึม และปิรามิด) ซึ่งเป็นหนึ่งในระดับพื้นฐานมากที่สุดที่รู้จักกันทั่วไป (Cohen & Hegarty, 2012) รูปแบบสามมิติ

Ueno et al. (2012) ได้ทำการฝึกอบรมเพื่อให้เกิดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้รูปทรง 3 มิติ ทำให้เกิดลักษณะเสมือนจริง สามารถสร้างจำลองสภาพแวดล้อมสำหรับการฝึกอบรมได้เรียกว่า 3DCG ทั้งจำลองจากความเป็นจริง และจากจินตนาการ โดยการใช้เกมพัฒนามิติสัมพันธ์ ที่ใช้การสร้างรูปทรงของชิ้นงาน 3 มิติ ของผู้เรียน ที่มีการปรับปรุงพัฒนาแล้ว เป็นการพัฒนาสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ ทั้งระดับผู้เริ่มต้นไปจนถึงระดับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะสัมพันธ์กับการใช้เวลาในการแก้ปัญหาโจทย์ พบข้อสรุป การพัฒนามิติสัมพันธ์จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ได้ดี ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ 1) เรียบง่ายในการผลิต จากการออกแบบทั้งระบบ 2) เรียบง่ายในการเชื่อมโยงการใช้งาน เป็นสิ่งสำคัญ ต้องง่ายต่อการใช้งาน และ 3) เรียบง่ายในการปฏิบัติการตามคำสั่ง สำหรับชุดคำสั่งที่สร้างการเคลื่อนไหว หรือการเออเร่อของโปรแกรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

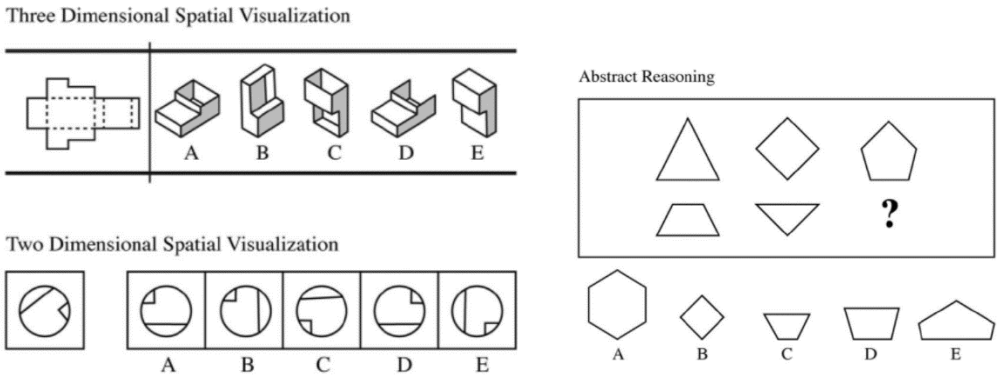
Yildirim, Yavuz, and Kirci (2012) ได้ศึกษาเรื่องการสอนที่เกี่ยวข้องกับการใช้การคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ด้วยการวิเคราะห์การนำเสนองานของนักศึกษาในสาขาสถาปัตยกรรม ที่มีการออกแบบอาคารจากลำดับของ กระบวนการคิด ในเรื่องต่างๆ ก่อนที่จะเป็นผังพื้น โดยการซ้อนทับบริบทของเรื่องราวองค์ความรู้ และงานระบบ ที่ใช้ในการออกแบบพื้นที่อาคาร จากการสอนโดยวิธีปกติ องค์ประกอบที่มีผลทางจิตใจของผู้เรียนได้แก่ 1) Course content 2) Characteristics of students 3) Characteristics of the instructor 4) Characteristics of the educational means-tools ด้วยแผนภาพและหุ่นจำลองโดยได้รับความช่วยเหลือจากครูให้คำแนะนำเป็นรายบุคคล



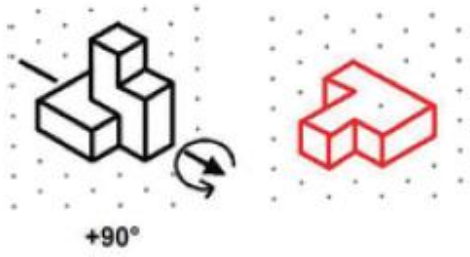
ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการนำเสนอผลงานของนักศึกษาสาขาสถาปัตยกรรม (Yildirim, 2012)

Uttal et al. (2013) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ พบว่า การคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เป็นสิ่งที่อยู่ภายในจิตใจ มีผลต่อความสามารถในการนำเสนอ คิดวิเคราะห์ และการเขียนวาดภาพความสัมพันธ์เชิงมิติของวัตถุใดๆ ทั้งภายในและภายนอก เช่นความสัมพันธ์ของดีเอ็นเอ การเห็นภาพโครงสร้างทางวิศวกรรม การเปลี่ยนแปลงรูปทรงในจินตนาการ การหมุนภาพในใจ การคิดเป็นภาพ 3 มิติ ต้องอาศัยการฝึกฝนเป็นเวลาถึง 4 เดือน ใช้ workbook problem เพื่อทำความเข้าใจ วัตถุ 3 มิติ และวาดภาพออกมาในลักษณะ 2 มิติ และเสนอให้มีการวิจัยเพื่อหาแนวทางวิธีในการส่งเสริมพัฒนาการด้านการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ในรูปแบบต่างๆ มากขึ้น ตัวอย่างการศึกษาดังแสดงในภาพที่ 2.8 และ 2.9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

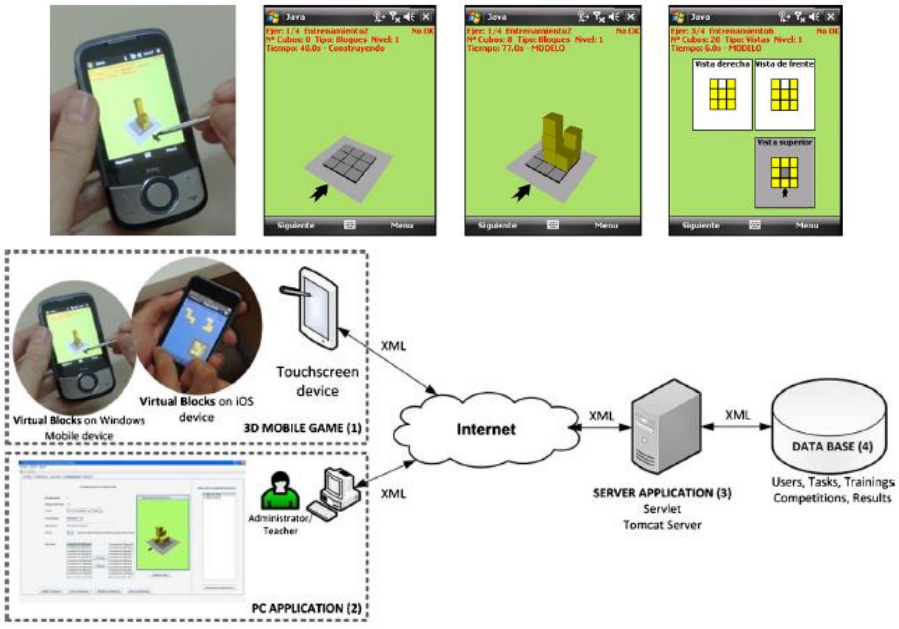


ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการใช้ แบบทดสอบของ Wai, Lubinski, and Benbow (2009)



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างการใช้ workbook problem ของ Sorby S. A. (2009)

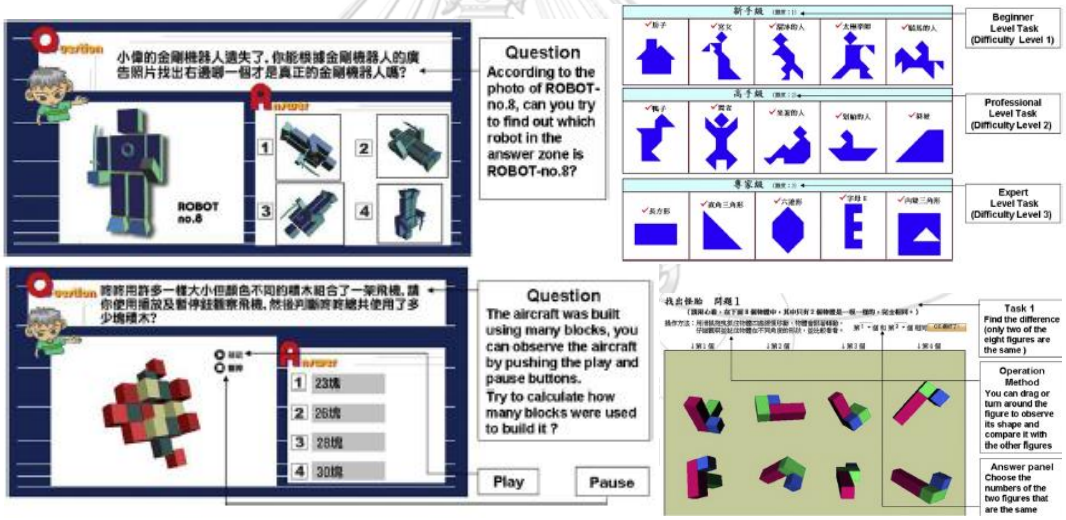
Martin-Dorta et al. (2014) ได้นำเสนอการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ด้วยภาพ 3D และเกม ใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ชื่อว่า Virtual Blocks ทำการทดลองกับผู้เรียน 26 คน ได้อย่างประสบผลสำเร็จ เพราะเป็นเกมที่สามารถใช้งานได้ง่ายในสถานการณ์จำลองที่ถูกสร้างขึ้นมาให้เป็นสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 การออกแบบเกม Virtual Blocks (Martin-Dorta et al., 2014)

Tversky, B., Morrison, J. B., Franklin, N., & Bryant, D. J. (1999) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนึกภาพในใจ มีความแตกต่างกันจากมุมมองของภาพที่ได้เห็น เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งสัมพันธ์กับองค์ประกอบของมิติสัมพันธ์ ใน 3 แนวทางคือ 1) The space of navigation 2) The space around the body 3) The space of the body โดยใช้แผนที่นำทาง ร่วมกับ องค์ประกอบอาทิ landmark, parts หรือ surrounding ทำให้ทราบว่าความสามารถในการคิดโดยเชื่อมโยงกับแผนที่นำทางเป็นส่วนหนึ่งของคุณภาพของการคิดแบบมิติสัมพันธ์

Hung et al. (2012) พบข้อสรุป การใช้เกมเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Game-based spatial learning tool) ที่มีหลากหลายองค์ประกอบ ได้ช่วยส่งเสริมและช่วยลดเวลาในการตัดสินใจแก้ปัญหา การใช้เครื่องมือการเรียนรู้ (A cognitive-based model) เชิงมิติสัมพันธ์ ทั้ง สองมิติ และสามมิติ (Dynamic three-dimensional geometry) ดังภาพที่ 2.11 นอกเหนือจากช่วยเรื่องการเรียนคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น ยังทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกของมิติสัมพันธ์ (Spatial sense) เกิดขึ้นได้ด้วย

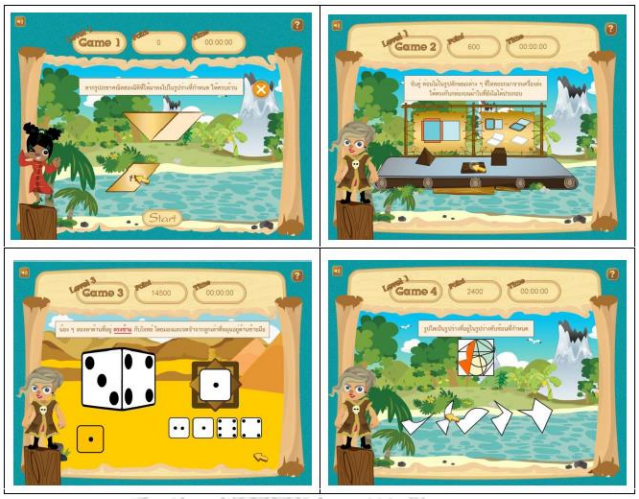


ภาพที่ 2.11 เกมเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Hung et al., 2012)

สุจิรา มุสิกะเจริญ (2542) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนา ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้โปรแกรม GSP ในการสอนคณิตศาสตร์ มี 3 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นนำ ให้ทบทวนความรู้เดิมจากการสรุปเนื้อหาที่ผ่านมาโดยใช้ไฟล์สำเร็จรูป 2) ขั้นสอน ได้แก่ สร้างรูปภาพจากเรื่องที่ได้เรียนรู้ ทดลอง ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนในใบงานแบบลองผิดลองถูก ให้สรุปเรื่องที่ทำได้ และ 3) ขั้นสรุป ให้เปิดดูข้อสรุปของเนื้อหาในแต่ละชั่วโมงโดยใช้ไฟล์สำเร็จรูป

พรรณปพร จตุวีรพงษ์ (2555) ได้ศึกษาผลของตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยเลือกใช้องค์ประกอบมิติสัมพันธ์ด้าน Spatial Visualization

และสรุปขั้นตอนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 3 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ใช้สื่อเร้าและกระตุ้นความสนใจ สร้างความพร้อมก่อนเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นสอน ผู้เรียนทำกิจกรรมจากสิ่งเร้าอย่างอิสระ โดยมีการเสริมแรงและให้ข้อมูลป้อนกลับ มีการให้คำแนะนำเทคนิควิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนทำได้ดีขึ้น และ 3) ขั้นสรุป ผู้เรียนนำเสนอผลงาน โดยระบุปัจจัยส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในบทเรียนมัลติมีเดีย คือ ใช้สื่อเร้าความสนใจก่อนการเข้าสู่บทเรียน ผู้เรียนควบคุมบทเรียนด้วยตนเอง และได้รับข้อมูลย้อนกลับ

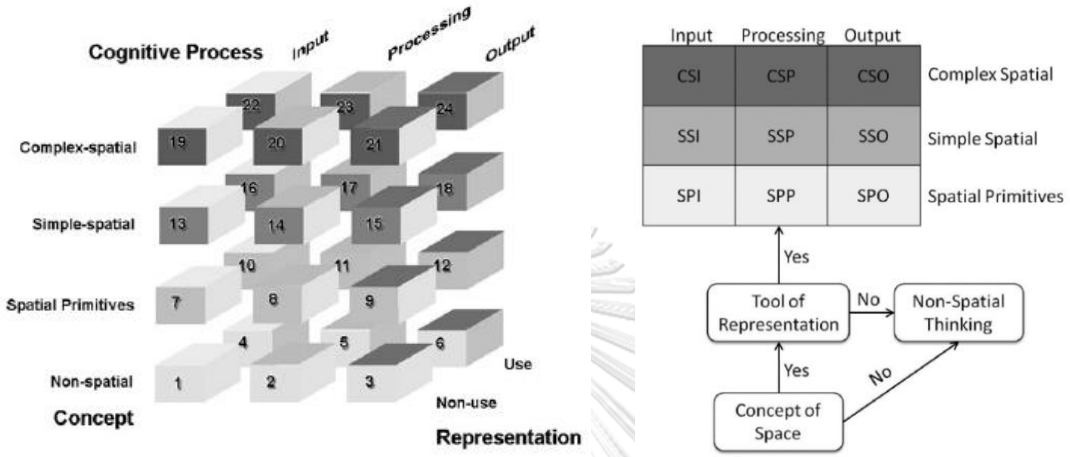


ภาพที่ 2.12 เกมเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
(พรรณปพร จตุวีรพงษ์, 2555)

Mitrache (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้มิติสัมพันธ์ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นของผู้ที่จะประกอบวิชาชีพสถาปนิก ที่ต้องมีการฝึกปฏิบัติการถ่ายทอดจากข้อมูลที่เป็นนามธรรม ออกมาเป็นรูปเรขาคณิต ด้วยการรับรู้ การลงมือทำ และการนำเสนอ ความฉลาดด้านมิติสัมพันธ์สามารถเกิดได้ด้วยความสามารถรับรู้มิติสัมพันธ์ ทั้งสองอย่างเป็นสิ่งที่สำคัญเท่าๆ กันในการศึกษาสถาปัตยกรรม นักศึกษาสถาปัตยกรรม ฝึกออกแบบอาคารและพื้นที่การใช้งานของคนในสังคมโดยมีกระบวนการออกแบบที่ใช้การวิเคราะห์ซ้อนทับของข้อมูลประกอบการออกแบบในหลายๆ บริบท และต้องออกแบบให้สัมพันธ์กับสภาพภูมิประเทศ

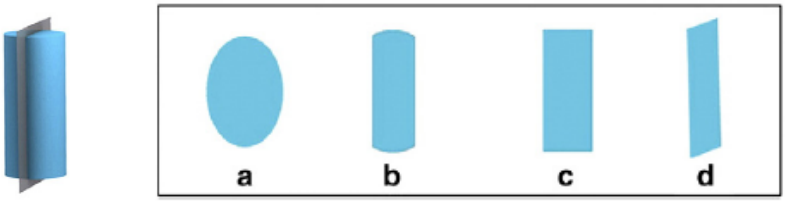
ภาพที่ 2.13 หุ่นจำลองเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Mitrache, 2013)

Scholz et al. (2014) ได้นำเสนอกระบวนการพัฒนาการรับรู้และเข้าใจ (Cognitive process) เกี่ยวกับการคิดแบบมิติสัมพันธ์ ทั้งช่วง input, processing และ output รวม 3 องค์ประกอบได้แก่ concepts of space, tool of representation และ processes of resoning แบ่งระดับชั้นและชนิดของลักษณะการคิด ดังภาพที่ 2.14 จากการสังเคราะห์ข้อความที่ปรากฏในเอกสารหลักสูตรการสอน, ตำรา และบทเรียน

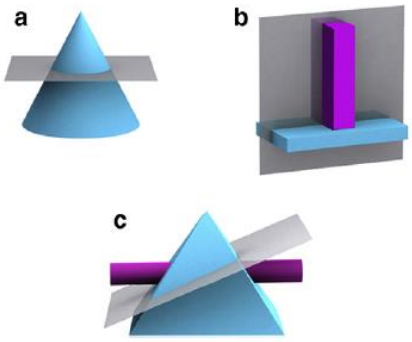


ภาพที่ 2.14 ระดับชั้นและขั้นตอนการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Scholz et al., 2014)

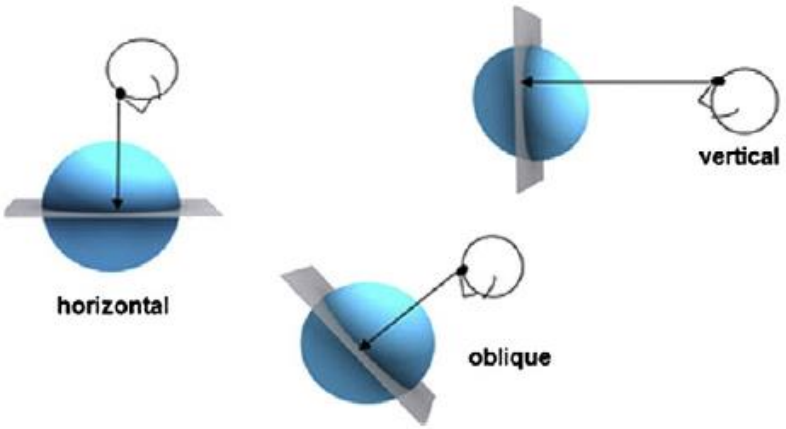
Cohen and Hegarty (2012) ได้ศึกษาแบบทดสอบการคิดแบบมิติสัมพันธ์ (A new spatial thinking test) โดยใช้ภาพแสดงแนวตัดวัตถุรูปทรงเรขาคณิตเบื้องต้น 3 มิติ หลายๆ รูปทรง และหลายทิศทางของการตัดผ่าน ในรูปแบบของคำถามแบบเลือกตอบ 30 ข้อ The 3D-item multiple choice test (for STEM disciplines) ใช้แบบทดสอบ online เพื่อการวัดความเข้าใจหรือความสามารถด้านการคิดแบบมิติสัมพันธ์ (Spatial thinking) ได้แก่ Mental Rotation Test, Visualization of Views Test, Santa Barbara Solids Test, ทดสอบในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ ภาพรูปด้าน ภาพ 3 มิติ พบข้อสรุป เพศชายมีความสามารถได้ดีกว่าเพศหญิง การสเกตภาพยังคงเป็นสิ่งที่ควรจะนำมาใช้ในการทดสอบ



ภาพที่ 2.15 แสดงตัวอย่างโจทย์และตัวเลือกคำตอบ ข้อที่ถูกคือข้อ C (Cohen & Hegarty, 2012)



ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างโจทย์รูปทรงเรขาคณิตที่มีแนวตัดผ่าน (Cohen & Hegarty, 2012)



ภาพที่ 2.17 วิธีการมองภาพในแบบทดสอบ Santa Barbara Solids Test (Cohen & Hegarty, 2012)

ผู้วิจัยมีความสนใจวิธีการพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์โดยใช้ ภาพวัตถุรูปทรงเรขาคณิตเบื้องต้นเป็นเครื่องมือ จากงานวิจัยแบบทดสอบการคิดแบบมิติสัมพันธ์รูปแบบใหม่ของ Cohen และ Hegarty เนื่องจากสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนการสอนเรื่องการเขียนภาพฉายในงานเขียนแบบ (Orthographic projection) และการเขียนภาพตัด (Section) ในวิชาเขียนแบบเบื้องต้น (Basic drawing) สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาออกแบบ

1.5 การประเมินวัดความสามารถในการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

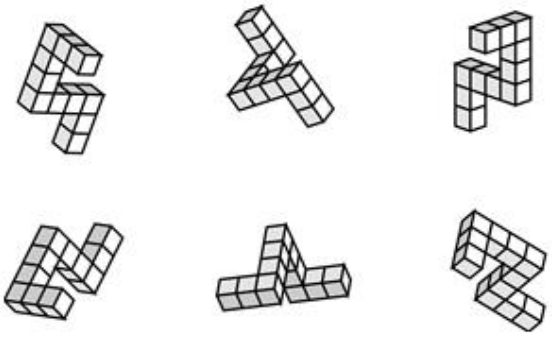
Meneghetti et al. (2013) Akinlofa et al., (2014) ได้นำเสนอวิธีการประเมินความสามารถในการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ไว้หลายวิธี ได้แก่

1) Mental Rotations Test (MRT)
2) Reading Comprehension Task (RCT)
3) Sense of Direction and Spatial Representation Scale (SDSR)

4) Object-Spatial Imagery Questionnaire (OSIQ)
5) WMtasks: The Corsi blocks task
6) Computer based multimedia instructional ประกอบด้วย วิดีโอ ภาพเคลื่อนไหว เสียง และภาพนิ่ง
7) The 3D-item multiple choice test (for STEM disciplines)

พรรณปพร จตุวีรพงษ์ (2555) นำเสนอรูปแบบการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ได้แก่ แบบซ่อนภาพ แบบต่อภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ แบบประกอบส่วนย่อย

วรงค์ ถาวะ (2551) ได้วิจัยศึกษา การหมุนภาพในใจของนักศึกษามหาวิทยาลัย เปรียบเทียบกับความแตกต่างระหว่างเพศ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างภาพ 3 มิติ ขึ้นเป็นแบบทดสอบและพบว่า เพศชายมีความสามารถหมุนภาพในใจได้ดีกว่าเพศหญิงสอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศ



ภาพที่ 2.18 แบบทดสอบการหมุนภาพในใจของ Shepard & Metzler (วรงค์ ถาวะ, 2551)

Erhel and Jamet (2013) ได้ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบ STAT เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 16 ข้อ รวม 8 กลุ่มชุดคำถาม กลุ่มประชากร 532 คนในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา ทดสอบความเข้าใจกับองค์ประกอบของการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่มีความแตกต่างระหว่างความสามารถทางมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) การให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial reasoning) ความรู้ความเข้าใจเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial cognition) แนวคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial concepts) ปัญญาเชิงพื้นที่ (Spatial intelligence) และความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental cognition) เปรียบเทียบองค์ประกอบในการทดสอบวัดที่แตกต่างกันในงานวิจัยจากนักวิจัยท่านอื่น

Branoff (2000) ได้ศึกษาลักษณะและรูปแบบของการใช้ภาพสามมิติ เช่น ภาพไอโซเมตริก ในการทดสอบความสามารถมิติสัมพันธ์ในด้านการมองภาพ (PSVT: The Purdue Spatial

Visualization Test) สำหรับกลุ่มควบคุมใช้การวัดครั้งแรกด้วย Original PSVT กลุ่มทดลองใช้การวัดครั้งแรกด้วย Revised PSVT ด้วยภาพจากการใช้คอมพิวเตอร์ และทั้งสองกลุ่มวัดครั้งหลังด้วยการหมุนภาพในใจ (MRT: Mental Rotations Test) มีการเก็บบันทึกเวลาในการทำแบบทดสอบเพื่อเปรียบเทียบในการวัดทั้งสองครั้ง สำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนวิชา กราฟิก จำนวน 381 คน ผลที่ได้พบว่า ได้ผลไม่แตกต่างกัน สำหรับการใช้ภาพเขียนลายเส้นที่สร้างจำลองในลักษณะ 3 มิติ ในลักษณะ ไอโซเมตริก ช่วยลดความสับสนของการตัดสินใจในแบบทดสอบได้ แต่ใช้เวลาในการตัดสินใจมากกว่า การใช้ Trimetric pictorial ในงานวิจัยต่อไปสามารถเลือกใช้ได้ในสองลักษณะ เพราะให้ผลไม่แตกต่างกันในเครื่องมือวัด ควรวัดในหลายๆ ด้าน หากต้องการใช้เวลาน้อยควรพิจารณาเลือกใช้ลักษณะลายเส้นแบบเดิม

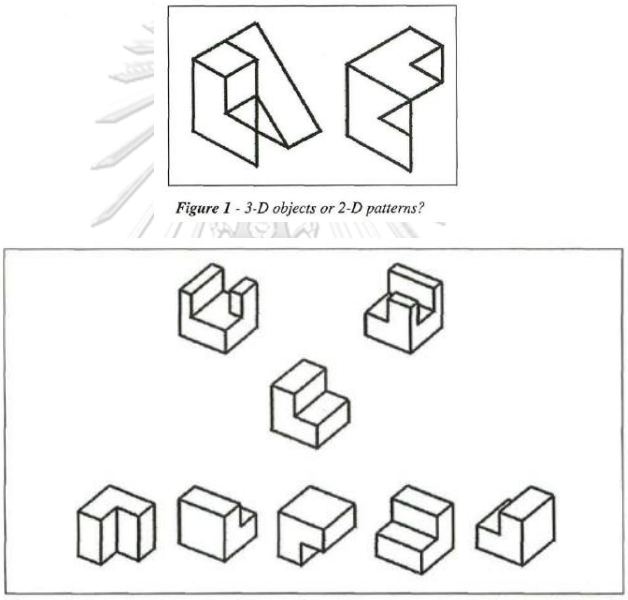


Figure 1 - 3-D objects or 2-D patterns?

Figure 2 - Visualization of rotations test - revised with trimetric pictorials.

ภาพที่ 2.19 แบบทดสอบ PSVT: The Purdue Spatial Visualization Test (Branoff, 2000)

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบองค์ประกอบที่ใช้การพัฒนาการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

มิติสัมพันธ์มีองค์ประกอบด้านมิติการคิด ตามทฤษฎีโครงสร้างปัญญาของกิลฟอร์ด ดังนี้	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ผู้วิจัย
การรับรู้และเข้าใจมิติสัมพันธ์ (Spatial cognition)										
Spatial perception	/	/	/			/		/	/	/
Spatial visualization	/	/	/	/		/		/	/	/
เวลา (Perceptual speed)		/							/	
ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม, พื้นที่รอบตัว (Environmental cognition, The space around the body)	/	/	/			/		/		
Spatial orientation	/	/	/			/		/		/
พื้นที่ของร่างกาย (The space of the body)								/		
ความจำ (Memory)										
Mental rotations	/		/		/	/			/	/
การคิดอเนกนัย (Divergent thinking)										
ปัญญาเชิงพื้นที่ (spatial intelligence)			/			/	/			
Spatial Relations (Transform)	/	/	/			/		/	/	/
มโนทัศน์เชิงมิติสัมพันธ์ (spatial concepts)			/			/	/	/		
เครื่องมือนำเสนอ (Tools of Representation)							/			
การคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking)										
กระบวนการให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์ (spatial reasoning, Processes of Resoning)			/			/	/			
การประเมินค่า (Evaluatiion)										
มิติของการนำทาง (The Space of Navigation)			/			/	/	/		

1 = Sorby 2 = Cooper 3 = Lee, J. & Bednarz 4 = พรรณปพร 5 = วรงค์ 6 = Erhel 7 = Scholz 8 = Tversky 9 = Hegartya

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ให้แก่นักศึกษาสาขาวิชาออกแบบ ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายหลักในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกำหนดองค์ประกอบการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เลือกนำมาใช้ในการสร้างบทเรียน เรื่อง การมองภาพ 2 มิติ ได้แก่ รูปด้านหน้า รูปด้านบน และรูปด้านข้าง ที่เรียกว่าภาพออโธกราฟิก(Orthographic) ที่สัมพันธ์กับมุมมองภาพ 3 มิติ ของวัตถุเดียวกันในงานเขียนแบบ การมองภาพไอโซเมตริก(Isometric) และภาพตัดขวาง(Cross-section) ซึ่งเป็นองค์ประกอบการคิดเชิงมิติสัมพันธ์นั้นคือ Spatial perception, Spatial visualization, Mental rotations, Spatial relations และ Spatial orientation

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบตัวแปรที่ใช้การพัฒนาการศึกษาองค์ประกอบการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

นักวิจัยและวิธีการพัฒนามิติสัมพันธ์	บทเรียนมัลติมีเดีย	เกม	กลยุทธ์ทัศนภาพ	เรียนรู้จากเป้าหมาย/ปัญหา/ภารกิจ	การให้ความช่วยเหลือ	กลยุทธ์อื่นๆ
Sorby (1999)			CAD 3D			
Cooper (2000)			ภาพ	Problem solution, 3-D project, 4-D		
Branoff (2000)			Trimetric pictorial			
Hauptmana (2011)					Virtual Environments	Self-regulations
Yildirim (2012)			Drawing & Model	Project	supervisor	
Hung (2012)		เกมมัลติมีเดีย				
Meneghetti (2013)			Visual image			
Mitrache (2013)			Model,	multj layer of context , Project environment		Sensing, making, showing
Uttal (2013)				Rotate 3-D spatial visualization workbook problem		Sketch on paper
Martin-Dorta (2014)		3 D เกม				
Akinlofa (2014)		3 D เกม				
พรรณปพร จตุวีรพงษ์ (2555)		เกมมัลติมีเดีย				
Cohen (2012, 2014)			3 D cross section, Interactive animation		virtual objects	
Hegartya (2014)	Dynamic & interactive computer Visualizations		Virtual models Animations 3-D objects		Linked Visualization (thinker tool)	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 2.2 สรุปได้ว่าแนวโน้มของการใช้เกมมีมากขึ้นตามเทคโนโลยีและอุปกรณ์ ในการศึกษา ผู้วิจัยเลือกใช้ รูปเรขาคณิตเบื้องต้นในลักษณะสองมิติ และสามมิติ เป็นวัตถุตั้งต้นของโจทย์ ในการศึกษาแนวทางการพัฒนาการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial thinking) โดยการเรียนรู้จากการทำแบบฝึกหัดที่มีการออกแบบใช้กลยุทธ์ภาพ และการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนให้สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เพื่อสร้างแรงจูงใจของผู้เรียน รวมทั้งสร้างความเชื่อมั่นและพึงพอใจ

ตอนที่ 2 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมัลติมีเดีย

2.1 ความหมายของบทเรียนมัลติมีเดีย

ณัฐกร สงคราม (2554) ได้กล่าวถึง นิยามของ “มัลติมีเดีย” หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ผสมผสานรูปแบบการนำเสนอข้อมูลข่าวสารเพื่อก่อให้เกิดการรับรู้ ได้แก่ ข้อความ ภาพ เสียง การโต้ตอบกับสื่อ มัลติมีเดียจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนทั้งในชั้นเรียน และการเรียนรู้ด้วยตนเอง

รูปแบบของมัลติมีเดีย

การนำมัลติมีเดียมาใช้ในการศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) มัลติมีเดียเพื่อการนำเสนอ (Presentation multimedia) และ 2) มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive multimedia)

1. มัลติมีเดียเพื่อการนำเสนอ (Presentation multimedia) เน้นการสร้างความน่าสนใจ น่าติดตาม และถ่ายทอดผ่านประสาทสัมผัสที่หลากหลายผ่านตัวอักษร ภาพ เสียง หรือสัมผัสได้ถึงความรู้สึก เป็นการสื่อสารแบบทางเดียว (One way Communication)

2. มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับสื่อได้โดยตรงผ่านโปรแกรมมัลติมีเดียที่มีลักษณะเป็น ไฮเพอร์มีเดีย (Hypermedia) สามารถเชื่อมโยง (link) เนื้อหาถึงกัน ผ่านการคลิกเมาส์ แป้นพิมพ์ หรืออุปกรณ์อื่นๆ เป็นการสื่อสารแบบสองทาง (Two way Communication)

องค์ประกอบของมัลติมีเดีย

ณัฐกร สงคราม (2554) ได้ศึกษาและนำเสนอองค์ประกอบของ NASA Multimedia ที่ประกอบด้วยสื่อการรับรู้ในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ วีดิทัศน์ (Video) เสียง (Sound) ในรูปแบบดิจิทัล ที่สามารถนำมาเล่นซ้ำได้ ตัวอักษร (Text) ตัวเลข สัญลักษณ์พิเศษต่างๆ และที่เชื่อมโยงไปสู่ข้อมูลส่วนอื่นได้เรียกว่า Hypertext ภาพนิ่ง (Still Images) การปฏิสัมพันธ์ (Interactive) และภาพเคลื่อนไหว (Animation)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้ภาพวัตถุสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ วัตถุสามมิติ หมายถึง มิติความกว้าง ความยาว ความลึก สามารถเคลื่อนไหวได้เมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับภาพ สร้างด้วยโปรแกรมออกแบบสามมิติ ซึ่งมีหลากหลายโปรแกรมในปัจจุบัน เช่น 3D-Mac, Rhino, Sketchup, ArchiCAD เมื่อสร้างภาพ เสร็จแล้ว save ด้วยนามสกุล .dae (digital asset exchange) หรือ .obj ซึ่งเป็นมาตรฐานไฟล์เพื่อใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์สำหรับงานกราฟิกสามมิติ และซอฟต์แวร์ที่มีการประมวลผลสามมิติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 2.20 ตัวอย่างภาพวัตถุสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ

มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้

ณัฐกร สงคราม (2554) กล่าวถึง มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ (Multimedia for Learning) ว่าเป็นมัลติมีเดียที่พัฒนาในรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-assisted Instruction: CAI) สามารถใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) คอร์สแวร์ (Courseware) สื่อดิจิทัล (Learning Object) เป็นต้น

คอร์สแวร์ (Courseware) ใจทิพย์ ณ สงขลา (2550) ให้ความหมายว่าเป็น โปรแกรมการเรียนที่บรรจุเนื้อหาสาระการเรียนรู้เป็นหลัก ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ใช้กลยุทธ์การออกแบบตามหลักการของจิตวิทยาการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นสื่อผสม มีวิธีการและกลยุทธ์การนำเสนอที่กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ได้แก่ การตอบคำถาม การทบทวน การฝึกปฏิบัติ การทดลอง การค้นคว้า การแก้ปัญหา รวมทั้งการทดสอบผลการเรียนรู้ แบ่งบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อย ตามเป้าหมายการเรียนรู้รายบุคคลหรือกลุ่ม

2.2 คุณลักษณะของบทเรียนมัลติมีเดีย

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2561) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะสำคัญที่ใช้เป็นเกณฑ์เบื้องต้นในการพิจารณาว่าสื่อใดเป็นมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้หรือบทเรียนมัลติมีเดีย คุณลักษณะ 4 ประการ ได้แก่

1) สารสนเทศ (Information)
2) ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization)
3) ปฏิสัมพันธ์ (Interaction)
4) ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback)

โดยมีรายละเอียดแต่ละคุณสมบัติดังนี้

สารสนเทศ (Information) บทเรียนมัลติมีเดีย ประกอบด้วยข้อมูลที่นำเสนอตรงตามความต้องการของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) บทเรียนมัลติมีเดีย ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เช่น เพศ อายุ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป

ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) บทเรียนมัลติมีเดีย มีการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน อย่างต่อเนื่องละตลอดทั้งบทเรียน

ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) บทเรียนมัลติมีเดีย แจ้งผลป้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน เช่น การกล่าวต้อนรับหลังจากผู้เรียนพิมพ์ชื่อของตนเองลงในหน้าลงทะเบียน เป็นต้น เป็นการเสริมแรงที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอย่างหนึ่ง

2.3 องค์ประกอบของบทเรียนมัลติมีเดีย

ภายในบทเรียนมัลติมีเดียที่เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน แบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้ (ณัฐกร สงคราม, 2554)

ส่วนนำ (Title) เป็นส่วนที่นำเสนอชื่อเรื่องของบทเรียน เป็นส่วนแรกที่จะสร้างความน่าสนใจกระตุ้นให้ผู้เรียนติดตามบทเรียน มักออกแบบด้วยภาพเคลื่อนไหว กราฟฟิก สี เสียง ผสมผสานกัน และนำเสนอในเวลาอันสั้น กระชับ เพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้

ส่วนชี้แจงบทเรียน (Introduction) เป็นส่วนที่แจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงวิธีการใช้บทเรียนและการควบคุมบทเรียน เช่น การใช้งานปุ่มควบคุมต่าง ๆ การใช้แป้นพิมพ์ การใช้เมาส์ การออกจากโปรแกรม เป็นต้น

ส่วนวัตถุประสงค์ (Objective) เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน หรือความคาดหวังของบทเรียน ช่วยแสดงถึงปริมาณของเนื้อหา หรือประเด็นสำคัญในบทเรียน

ส่วนเมนู (Menu) ทำหน้าที่เชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาย่อยในบทเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนเนื้อหา (Content) เป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนมัลติมีเดีย กใช้วิธีการนำเสนอที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายที่สุด นำเสนอเนื้อหาเป็นเฟรม (Frame) แต่ละเฟรมจะมีข้อความสั้น ๆ ใช้ภาพแทนข้อความให้มากที่สุด ทั้งในรูปแบบภาพนิ่ง กราฟฟิก ภาพเคลื่อนไหว ภาพวีดิทัศน์ หรือใช้เสียงประกอบ

ส่วนฝึกปฏิบัติ (Practices) เป็นส่วนที่ใช้ทบทวนความรู้จากเนื้อหา อาจนำเสนอในรูปแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เกม (Game) แบบฝึกหัด (Quiz) หรือรูปแบบอื่นตามความเหมาะสม มักจะมีผลป้อนกลับ (Feedback) เพื่อช่วยเสริมความเข้าใจแก่ผู้เรียน และให้การเสริมแรง (Reinforcement) เพื่อเสริมกำลังใจให้กับผู้เรียน และอาจมีเฟรมช่วยเหลือ (Help Frame) เพื่อแนะแนวทางการแก้ไขปัญหา ตอบคำถาม เฉลยคำตอบให้ผู้เรียนทราบ

ส่วนสรุปเนื้อหา (Summary) เป็นการสรุปเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาส่วนนั้นไปใช้งานต่อไป ในกรณีที่ผู้เรียนประสบปัญหาในการเรียน เช่น ทำแบบทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ บทเรียนอาจให้หน้าเนื้อหาเพิ่มเติม หรือใช้สื่ออย่างอื่น ๆ แนะแนวทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาช่วงต่อไป

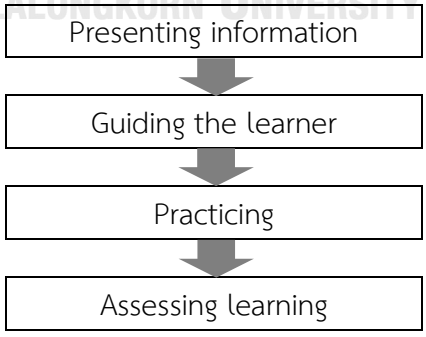
ส่วนแบบทดสอบ (Test) เป็นส่วนที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ของผู้เรียน หลังจากผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาครบถ้วนทุกหัวข้อแล้ว

2.4 รูปแบบของบทเรียนมัลติมีเดีย

Neo and Neo (2001) นำเสนอรูปแบบของมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ว่า มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive multimedia content) เกิดจากเนื้อหาบทเรียนของผู้สอน (Teacher's educational content) ร่วมกับเทคโนโลยีและมัลติมีเดีย (Technology & Multimedia) มี 3 รูปแบบ คือ 1) มัลติมีเดียแบบครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher-centered mode) 2) มัลติมีเดียแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered mode) และ 3) มัลติมีเดียแบบผสมผสาน (Hybrid mode)

Alessi S. M. and Trollip S. R. (2001) ได้นำเสนอรูปแบบและขั้นตอนการเรียนบทเรียนมัลติมีเดีย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การนำเสนอเนื้อหาหรือข้อมูล (Presenting Information) 2) การแนะนำผู้เรียน (Guiding the Learner) 3) การฝึกฝนปฏิบัติ (Practicing) และ 4) การประเมินผลการเรียนรู้ (Assessing Learning) ดังภาพที่ 2.21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.21 ขั้นตอนการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดีย (Alessi & Trollip, 2001)

กระบวนการเรียนการสอนตามขั้นตอนดังกล่าวใช้กับรูปแบบของบทเรียนมัลติมีเดีย ดังนี้

1. มัลติมีเดียแบบนำเสนอเนื้อหา (Tutorials) นิยมออกแบบพัฒนามากที่สุด คุณลักษณะของมัลติมีเดียจะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเรียนในชั้นเรียน

2. มัลติมีเดียแบบไฮเพอร์มีเดีย (Hypermedia) ใช้นำเสนอเนื้อหาหรือข้อมูล อาศัยคุณลักษณะของไฮเพอร์มีเดีย ช่วยสร้างกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดย จากเส้นทางการศึกษาเนื้อหา ผ่านจุดการเชื่อมโยง (Node) ที่เลือกสืบค้นได้อย่างอิสระ

3. มัลติมีเดียแบบการฝึกฝน (Drills) ช่วยให้ฝึกฝนทักษะ จนเกิดความชำนาญ ใช้ประกอบกับการศึกษาเนื้อหาจากวิธีการอื่น เช่น หลังจากการเรียนในห้องเรียน ลักษณะของคำถามที่นิยมใช้ได้แก่ แบบจับคู่ เติมคำ ตัวเลือกคำตอบ คำตอบถูกผิด เป็นต้น

4. มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง (Simulations) เป็นการจำลองหรือเลียนแบบสถานการณ์จริง กรณีที่การฝึกและทดลองจริงอาจมีค่าใช้จ่ายสูง หรือมีความเสี่ยงต่ออันตราย ซึ่งรูปแบบนี้ใช้เวลาและทักษะในการเขียนโปรแกรมสร้างบทเรียน

5. มัลติมีเดียแบบเกม (Games) ท้าทายและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ได้โดยง่าย ด้วยการเพิ่มบทบาทของผู้เรียนเข้าไปในเกม

6. มัลติมีเดียแบบเครื่องมือและสภาพแวดล้อมแบบเปิดกว้าง (Tools and Open-ended Learning Environments) หมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยเสริมบทเรียน เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย เช่น เครื่องมือช่วยในการวาดภาพ หรือสร้างกราฟ

7. มัลติมีเดียแบบการทดสอบ (Tests) ใช้วัดความรู้ มี 2 ลักษณะ คือ 1) การทดสอบย่อยเพื่อวัดความพร้อม และระดับความสามารถของผู้เรียน และ 2) การทดสอบรวมเพื่อประเมินผลสรุปว่าผ่านหรือไม่ มี 2 บทบาท คือ 1) ช่วยสร้างแบบทดสอบ และ 2) ช่วยดำเนินการทดสอบ เก็บข้อสอบไว้ในธนาคารข้อสอบ (Test bank) สามารถสุ่มข้อคำถาม หรือตัวเลือกขึ้นมาแสดงผลได้

8. มัลติมีเดียแบบการเรียนรู้ผ่านเว็บ (Web-based Learning) ใช้เว็บในการเผยแพร่ข้อมูลและติดต่อสื่อสาร ผสมผสานการใช้มัลติมีเดียผ่านคุณลักษณะของไฮเพอร์มีเดียที่เชื่อมโยงข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหา ฝึกฝน และทดสอบผ่านหน้าเว็บ ทั้งยังสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลภายนอกได้ และติดต่อสื่อสารกับผู้สอน ผู้เรียน และบุคคลภายนอกผ่านทาง E-mail, Web board, Blog เพื่อปรึกษาทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันได้

2.5 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย

จินตวีร์ คล้ายสังข์ (2556) ได้นำเสนอข้อสรุปงานวิจัยรูปแบบที่เหมาะสมในการนำไปใช้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย แบ่งตามกลุ่มหลักได้ 3 ด้าน คือ การออกแบบมัลติมีเดีย (Multimedia Design) การออกแบบเนื้อหา (Content Design) และการออกแบบส่วนต่อประสาน (Multimedia Design) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 การออกแบบมัลติมีเดีย (Multimedia Design)

รูปแบบที่เหมาะสมในการนำไปใช้และส่งเสริมการเรียนรู้มีดังนี้

1 มัลติมีเดียด้านพื้นหลัง พื้นหลังที่เหมาะสมและส่งเสริมการเรียนรู้ คือ พื้นหลังสีอ่อน (โทนขาว ครีม) และตัวอักษรสีเข้ม (โทนฟ้า น้ำเงิน) สีโทนเย็นเหมาะสมกับบริบทการศึกษามากที่สุด

2 มัลติมีเดียด้านตัวอักษร ลักษณะของตัวอักษรที่เหมาะสมและส่งเสริมการเรียนรู้ คือ ชนิดและขนาดมีความชัดเจน อ่านง่าย เช่น ตัวอักษรหัวกลมแบบธรรมดา ขนาดของตัวอักษรขึ้นอยู่กับตำแหน่งในเนื้อหา

3 มัลติมีเดียด้านภาพประกอบ ลักษณะของภาพประกอบ คือสื่อความหมายกับผู้ใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ และมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเนื้อหา ภาพประกอบที่ดึงดูดความสนใจ ส่งเสริมการเรียนรู้คือ ภาพเคลื่อนไหว

4 มัลติมีเดียด้านเสียง ลักษณะของเสียงบรรยายที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ควรเป็นเสียงที่น่าสนใจ กระตือรือร้น ออกเสียงได้ชัดเจน ใช้เสียงสูงและต่ำและตัวควบกล้ำที่ดี และสามารถเลือกหยุดและเปิดฟังได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5 มัลติมีเดียด้านวีดิทัศน์ ลักษณะของวีดิทัศน์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ใช้เสริมข้อความและภาพของเนื้อหา อธิบายเนื้อหาหลัก (concept) สามารถดาน์โหลดวีดิโอคลิปได้

กลุ่มที่ 2 การออกแบบเนื้อหา (Content Design)

รูปแบบที่เหมาะสมในการนำไปใช้และส่งเสริมการเรียนรู้มีดังนี้

1 มัลติมีเดียด้านการออกแบบเนื้อหา ควรมีภาพเคลื่อนไหว หรือวัตถุเคลื่อนไหว (กราฟิกประกอบการบรรยายหลักการสำคัญ)

2 ด้านลักษณะการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนมัลติมีเดีย ควรแบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อย่อยๆ แต่ละหัวข้อย่อยจบในตัวเอง เรียงลำดับเนื้อหา บันทึกตำแหน่งการเรียนของผู้เรียนและสามารถกลับมายังจุดดังกล่าวในครั้งต่อไปได้โดยไม่ต้องเริ่มเรียนใหม่

3 คุณภาพเนื้อหา ควรนำเสนอข้อมูลครบถ้วน ตรงตามวัตถุประสงค์ เนื้อหามีความทันสมัย มีความต่อเนื่อง และครบถ้วนตามวัตถุประสงค์

4 ข้อมูลเบื้องต้น อย่างน้อยควรนำเสนอวัตถุประสงค์รายวิชา

5 การประเมินคุณภาพ ควรประเมินความสอดคล้องของหลักสูตร

กลุ่มที่ 3 การออกแบบส่วนต่อประสาน (Multimedia Design)

รูปแบบที่เหมาะสมในการนำไปใช้และส่งเสริมการเรียนรู้มีดังนี้

1 กิจกรรมการเรียน ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียน เน้นด้วยคำถามนำ

2 การทดสอบความรู้ แบบทดสอบควรตรงกับวัตถุประสงค์การเรียน ใช้ข้อสอบแบบปรนัยที่สามารถตอบได้หลายครั้งในแต่ละคำถาม แสดงคะแนนการทดสอบและข้อมูลป้อนกลับได้ทันที

3 การให้ข้อมูลป้อนกลับ คำถาม คำตอบและผลป้อนกลับควรอยู่ในเฟรมเดียวกัน หากตอบผิด 2-3 ครั้ง ควรเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

4 มัลติมีเดียด้านการออกแบบจุดเชื่อมโยง ผู้เรียนควรเข้าถึงสารสนเทศที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว ควบคุมการใช้งานได้อย่างง่าย และสะดวกที่สุด

5 การออกแบบระบบนำทาง รูปแบบและตำแหน่งที่ชี้การนำทางควรมีความสม่ำเสมอ และบทเรียนต้องแสดงหัวข้อเนื้อหาและระบุตำแหน่งการใช้งานปัจจุบัน

6 มาตรฐาน SCORM ลักษณะของบทเรียนมัลติมีเดียมาตรฐาน SCORM คือสามารถใช้ร่วมกันระหว่างแพลตฟอร์ม หรือ ระบบ LMS ที่ต่างกันได้ทุกระบบ ควรปรับให้เหมาะสมกับบุคลิกผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โปรแกรมพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย และ สร้างภาพสามมิติ

โปรแกรมสร้างภาพสามมิติ Rhinoceros 3D Modeling เป็นโปรแกรมช่วยออกแบบสามมิติประสิทธิภาพสูง สำหรับสร้าง จัดรูปแบบ เรนเดอร์ สร้างภาพเคลื่อนไหว แปลง NURBS เส้นโค้ง Surface และ Solid มีความแม่นยำสูง สร้างงานที่มีความซับซ้อนได้อย่างง่าย มีคุณสมบัติเด่นในด้านการออกแบบตั้งแต่ขนาดเล็กที่มีความละเอียดสูง เช่น เครื่องประดับ จิวเวลรี่ เฟอร์นิเจอร์ ไปจนถึงขนาดใหญ่ระดับอุตสาหกรรม เช่น รถยนต์ เรือ เครื่องบิน เป็นต้น การทำงานคล้าย โปรแกรมแต่งรูปที่มีความสามารถสูงเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมประเภทเดียวกัน

Program features (คุณสมบัติและความสามารถที่โดดเด่นของโปรแกรม Rhinoceros) :

1. Uninhibited ทำ free-form 3D modeling สร้างรูปร่างต่าง ๆ ได้ตามจินตนาการ

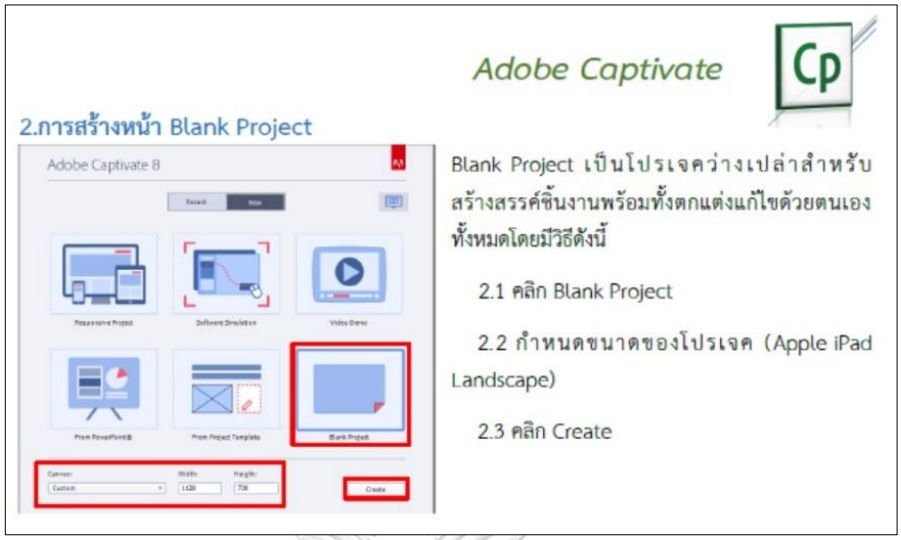
2. Accuracy ความถูกต้องแม่นยำในการออกแบบ สร้างต้นแบบ prototype การทำงานวิศวกรรม การวิเคราะห์ และการผลิตสินค้า
3. Compatibility สามารถทำงานเข้ากันได้เป็นอย่างดีกับโปรแกรมประเภทอื่น เช่น drafting, analysis, rendering, animation, and illustration software.
4. Read and Repair อ่านและแก้ไขไฟล์ IGES ได้
5. Accessible เรียนรู้และใช้งานง่าย โดยไม่ต้องกังวลกับการทำงานของโปรแกรม
6. Fast ประมวลผลรวดเร็วในเครื่องคอมพิวเตอร์ระดับใช้งานทั่วไป
7. Affordable เรียนรู้การใช้งานได้รวดเร็ว ใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ระดับใช้งานทั่วไป

โปรแกรมสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย ด้วย Adobe Captivate เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างสื่อในรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์สมาร์ทต่างๆ เช่น แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟน ชิ้นงานที่สร้างจากโปรแกรม Adobe Captivate จะอยู่ในรูปแบบสื่อที่มีการปฏิสัมพันธ์ และรองรับการทำงานในรูปแบบของ HTML5 อย่างสมบูรณ์แบบมากขึ้น เพื่อให้การสร้างบทเรียนแบบ Responsive เป็นไปได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำไปต่อยอดเป็นบทเรียนออนไลน์ และส่งออกไปใช้กับระบบ LMS ได้อีกด้วย

Adobe Captivate ทำงานในลักษณะเดียวกับโปรแกรม MS PowerPoint ในแต่ละชิ้นงานจะ ประกอบด้วยสไลด์หลายสไลด์นำมาเรียงกัน ในแต่ละสไลด์สำมารถบรรจุสิ่งต่างๆ เช่น ภาพ ข้อความ เสียง คลิปวิดีโอและปุ่ม เป็นต้น การเข้า-ออกของสไลด์และวัตถุในสไลด์สามารถกำหนด Effects ต่างๆ ได้และเมื่อ สั่งให้โปรแกรมทำงาน โปรแกรมจะแสดงสไลด์ที่ 1 จากนั้นจะแสดงสไลด์ที่ 2 และ 3 แสดงเรื่อยๆ จนครบ ทุกสไลด์การควบคุมสไลด์ให้ไปยังสไลด์ที่กำหนดทำได้โดยการสร้างปุ่มและใช้คำสั่งของโปรแกรม เพื่อให้ไปยัง สไลด์ที่ต้องการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สไลด์แต่ละแผ่นจะมี Timeline เป็นของตนเอง Timeline จะเป็นตัวกำหนดเวลาการแสดงของวัตถุแต่ละตัวในแผ่นสไลด์นั้นๆ ตลอดจนการกำหนดให้วัตถุใดเกิดก่อน หรือเกิดหลังอย่างไร หรือการกำหนดตำแหน่ง ของวัตถุให้อยู่ข้างหน้าหรืออยู่หลังวัตถุใดก็ได้ วัตถุแต่ละวัตถุเช่น ภาพ ข้อความ เสียง และวิดีโอ สามารถปรับแก้ลักษณะได้ผ่านทางแถบ Properties โดยวัตถุแต่ละอย่างจะมีแถบ Properties ของตนเอง เมื่อคลิกเลือกวัตถุใดโปรแกรม Captivate จะแสดง Properties ของวัตถุนั้น ทำให้สามารถกำหนดลักษณะของวัตถุนั้นๆ ได้



ภาพที่ 2.22 คำอธิบายการใช้งานโปรแกรม Adobe Captivate

2.6 ข้อจำกัดของบทบทเรียนมัลติมีเดีย

ณัฐกร สงคราม (2554) กล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนมัลติมีเดีย ดังนี้

1. บทเรียนมัลติมีเดีย ส่วนใหญ่ถูกสร้างขึ้นโดยการนำเนื้อหาที่ผู้สร้างถนัดหรือนำมาจากหนังสือ และนำไปใช้โดยขาดกระบวนการประเมินคุณภาพ และปรับปรุงแก้ไข ทำให้ไม่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้เท่าที่ควร

2. การพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียที่มีคุณภาพจำเป็นต้องใช้ระยะเวลา งบประมาณ และทีมงานที่มีทักษะความรู้ความสามารถในหลายด้าน

3. เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมัลติมีเดียมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ควรพิจารณาแนวโน้มที่สื่อจะใช้ได้ในระยะเวลานาน เพื่อความคุ้มค่า

4. มีการสนับสนุนการพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียมาใช้ในหน่วยงาน แต่แยกกันผลิตแม้นจะมีเนื้อหาคล้ายกัย ทำให้เกิดความซ้ำซ้อนและสิ้นเปลืองงบประมาณ

5. การใช้งานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่าย หรือมาตรฐานของอุปกรณ์ที่ไม่แน่นอนในแต่ละครั้ง แต่ละสถานที่ อาจซับซ้อนกว่าการใช้สื่อชนิดอื่นที่มี ทำให้ผู้สอน หรือผู้เรียน ไม่พึงพอใจหรือสะดวกในการใช้งาน

สอดคล้องกับ จินตวีร์ คล้ายสังข์ (2556) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ บทเรียนมัลติมีเดีย พบปัญหา ได้แก่ 1) บทเรียนไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และไม่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย 2) บทเรียนมีขนาดใหญ่ และมีความยาวเกินไปทำให้ผู้เรียนหลงประเด็น ไม่สามารถนำไปใช้ซ้ำในการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เรียนการสอนวิชาอื่นๆ เกิดความไม่คุ้มทุนในการออกแบบและผลิตบทเรียน 3) บทเรียนขาดกลยุทธ์ในการออกแบบและการนำเสนอที่จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและเกิดการเรียนรู้

2.7 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย

หลักการออกแบบการเรียนการสอน

ณัฐกร สงคราม (2554) ได้กล่าวถึงหลักการออกแบบการเรียนการสอน ที่นำมาใช้ในการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย ขึ้นอยู่กับบริบทของการพัฒนาว่าจะใช้หลักการใด และได้นำเสนอ “The Events of Instruction” ของ Gagne, Griggs, and Wager (1992) ซึ่งมี 9 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกระตุ้นความสนใจ (Gaining attention)
2. การแจ้งวัตถุประสงค์บทเรียนให้ผู้เรียนทราบ (Informing learner of lesson objective)
3. การกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม (Stimulating recall of prerequisite learning)
4. การนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาใหม่ (Presenting the stimulus materials)
5. การแนะแนวทางการเรียนรู้ (Providing learning guide)
6. การกระตุ้นให้แสดงความสามารถ (Eliciting the performance)
7. การให้ข้อมูลป้อนกลับ (Providing feedback about performance correctness)
8. การประเมินผลการแสดงออก (Assessing the performance)
9. การส่งเสริมความคงทนและการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Enhancing retention and transfer)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behavioral theories)

ณัฐกร สงคราม (2554) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีพฤติกรรมนิยมว่าเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย นักทฤษฎีกลุ่มนี้เชื่อว่าองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้มี 4 ประการ คือ

1. แรงขับ (Drive) ผู้เรียนมีความต้องการสิ่งจูงใจ (Motivated) ให้ตอบสนอง
2. สิ่งเร้า (Stimulus) ผู้เรียนได้รับสิ่งเร้า ทำให้เกิดพฤติกรรม ได้แก่ การให้ความรู้ (Message) ในรูปแบบต่างๆ และการชี้นำ (Cue)
3. การตอบสนอง (Response) ผู้เรียนตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยพฤติกรรมที่แสดงออก

4. การเสริมแรง (Reinforcement) เป็นตัวแปรสำคัญในการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน ได้แก่การเสริมแรงทางบวก และการเสริมแรงทางลบ นิยมใช้การเสริมแรงจากภายนอก เช่น การให้รางวัล หรือการลงโทษ

อีแวน พาโตรวิช พาฟลอฟ (Ivan Petrovich Pavlov) นักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซีย ได้นำเสนอกฎเรียนรู้จากการทดลอง 4 กฎ คือ

1. กฎแห่งการแผ่ขยาย (Law of generalization) การเรียนรู้โดยแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้าเงื่อนไขหนึ่งแล้ว หากมีสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันจะทำให้เกิดพฤติกรรมตอบสนองได้เหมือนกับสิ่งเร้าเดิม

2. กฎแห่งการจำแนก (Law of discrimination) การเรียนรู้โดยแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้าเงื่อนไขหนึ่งแล้ว หากมีสิ่งเร้าอื่นที่มีคุณสมบัติแตกต่างออกไป จะเกิดพฤติกรรมตอบสนองแตกต่างกันออกไปด้วย

3. กฎการลดภาระ (Law of extinction) การไม่ได้รับสิ่งเร้าที่ถูกออกแบบให้เป็นเงื่อนไขทำให้พฤติกรรมการตอบสนองลดน้อยลง

4. กฎการฟื้นคืนสภาพเดิมตามธรรมชาติ (Law of spontaneous recovery) พฤติกรรมตอบสนองจากเงื่อนไขที่ถูกลบไปแล้ว อาจฟื้นตัวขึ้นมาอีกเมื่อได้รับการกระตุ้นโดยสิ่งเร้าที่เกิดจากวางเงื่อนไข

เอ็ดเวิร์ด ลี ธอร์นไดค์ (Edward Lee Thorndike) นักจิตวิทยาและนักการศึกษาชาวอเมริกัน เชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้จากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง จากผลการทดลองได้นำเสนอกฎการเรียนรู้ 4 กฎ ดังนี้ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557)

1. กฎแห่งความพร้อม (Law of readiness) เมื่อบุคคลใดมีความพร้อมทางร่างกายและจิตใจ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี

2. กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) เมื่อบุคคลใดมีการฝึกหัด หรือทำสิ่งใดซ้ำๆ จะเกิดความชำนาญ การเรียนรู้นั้นจะคงทนถาวร

3. กฎการใช้และไม่ใช้ (Law of use and disuse) เมื่อบุคคลใดตอบสนองกับสิ่งเร้าจะเกิดการเรียนรู้ และหากเกิดขึ้นบ่อยๆ การเรียนรู้จะคงทน และหากไม่ได้กระทำบ่อยๆ หรือขาดการฝึกฝน การเรียนรู้นั้นจะไม่คงทนถาวร และอาจลืมได้ในที่สุด

4. กฎแห่งผล (Law of effect) สิ่งเร้าใดกระตุ้นให้ตอบสนองแล้วได้รับผลที่พึงพอใจ มีความสุข และความภูมิใจ บุคคลก็อยากจะกระทำพฤติกรรมนั้นต่อไป ในทางตรงกันข้ามถ้าไม่ได้รับความพึงพอใจ ก็จะลดพฤติกรรมนั้นลง และในที่สุดก็ไม่กระทำพฤติกรรมนั้นอีกเลย .

สกินเนอร์ (Burrhus Skinner) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน เชื่อว่าการเสริมแรง (Reinforcement) เป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ โดยเชื่อมโยงระหว่าง รางวัลกับการตอบสนอง แบ่งการเสริมแรง (Reinforcement) เป็น 2 ประเภทคือ การเสริมแรงทางบวก (Positive reinforcement) และการเสริมแรงทางลบ (Negative reinforcement) (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2556)

นอกจากนี้ สกินเนอร์ยังได้แยกวิธีการเสริมแรงออกเป็น 2 วิธี คือ (ณัฐกร สงคราม, 2554; สุมาลี ชัยเจริญ, 2557)

1. การให้การเสริมแรงทุกครั้ง (Continuous reinforcement) เป็นการเสริมแรงทุกครั้งที่ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมตามที่กำหนดไว้ จะให้ผลดีเฉพาะระยะแรกๆ เท่านั้น เมื่อผ่านไประยะหนึ่งจะเกิดความเคยชิน

2. การให้การเสริมแรงเป็นครั้งคราว (Partial reinforcement) เป็นการเสริมแรงเป็นครั้งคราว ไม่ได้ให้ทุกครั้งที่ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมออกมา ดีกว่าแบบแรก โดยแยกการเสริมแรงตามเงื่อนไขที่ไม่แน่นอนจะให้ผลดีกว่าแบบตายตัว พฤติกรรมที่พึงประสงค์จะเกิดขึ้นในอัตราสูงมาก

การนำทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยมไปใช้ในการเรียนการสอน จะก่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้มากที่สุด เมื่อใช้ในกรณีดังต่อไปนี้ (ณัฐกร สงคราม, 2554)

1. ผู้เรียนไม่มีพื้นฐานความรู้หรือไม่เคยผ่านประสบการณ์ที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชานั้นๆ เลย หรือมีแต่น้อยมาก

2. การเรียนการสอนที่ต้องการให้เกิดผลสำเร็จในช่วงระยะเวลาที่ไม่นานนัก เช่น การฝึกอบรมหลักสูตรสั้นๆ

3. เนื้อหาวิชาพื้นฐานที่สามารถเขียนในรูปแบบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดหรือสังเกตได้อย่างชัดเจน เช่น การบวกลบคูณหาร การสะกดคำ การเชื่อมต่อสัญญาณไฟฟ้า เป็นต้น

4. การตอบสนองต้องใช้กับทางเลือกที่มีคำตอบชัดเจน ตายตัว ไม่ใช่มีทางเลือกที่มากมายหรือยืดหยุ่นมากเกินไป เช่น ควรใช้การทำข้อสอบแบบเลือกตอบ ถูกผิด มากกว่าแบบบรรยายหรือเขียนตอบ

5. การเรียนการสอนที่เน้นการประเมินผลลัพธ์สุดท้าย (Summative Evaluation) มากกว่าการประเมินระหว่างเรียนหรือกระบวนการ (Formative Evaluation)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อจำกัดของการเรียนการสอนตามแนวนี้คือ ไม่เหมาะกับการส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น เพราะรูปแบบการเรียนไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนคิดค้นหาหนทางด้วยตนเอง แต่เป็นการทำตามในสิ่งที่ได้เห็นหรือฟัง ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้จัดเตรียมไว้พร้อมแล้ว

นักทฤษฎีกลุ่มนี้กล่าวว่าบุคคลจะมีโครงสร้างความรู้ หรือโครงสร้างทางปัญญา (Schema) ภายในที่มีลักษณะเป็นโหนด (Node) ที่มีการเชื่อมโยงกัน มนุษย์รับรู้สิ่งใหม่จะนำความรู้ที่ได้รับไว้ในรูปแบบความจำชั่วคราว (Short-term Memory) เมื่อเชื่อมโยงกับความรู้เดิม (Prior Knowledge) เกิดเป็นความจำถาวร (Long-term Memory) เป็นการผสมผสานสิ่งที่เกิดในปัจจุบันกับประสบการณ์ในอดีต จำเป็นต้องใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) เข้ามามีอิทธิพลในการเรียนรู้ ได้แก่ การรับรู้ การระลึก หรือจำได้ การคิดอย่างมีเหตุผล การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การสร้างจินตนาการ เป็นต้น มากกว่าการวางเงื่อนไขให้เกิดพฤติกรรม รวมทั้งให้ความสำคัญกับความแตกต่างระหว่างบุคคล (ณัฐกร สงคราม, 2554)

ทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ (Information Processing Theory)

สุมาลี ชัยเจริญ (2557) นำเสนอทฤษฎีการประมวลสารสนเทศว่าเป็นการอธิบายการได้มาซึ่งความรู้ (Acquire) การสะสมความรู้ (Store) การระลึกได้ (Recall) และการใช้ข่าวสารข้อมูล

เฮอร์เบิร์ท จอห์น คลอสไมเออร์ (Herbert John Klausmeier) นักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม ได้อธิบายการเรียนรู้ของมนุษย์โดยเปรียบเทียบการทำงานของสมองกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอน คือ การรับข้อมูล (Input) การเข้ารหัส (Encoding) และการส่งออกข้อมูล (Output) ซึ่งหากอธิบายตามหลักการของทฤษฎีการประมวลสารสนเทศนั้น สามารถแบ่งกระบวนการประมวลสารสนเทศของมนุษย์ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ (ณัฐกร สงคราม, 2554)

1.การรับรู้ (Sensory Register) เมื่อมีสิ่งเร้าเข้ามากระทบกับประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ คือ หู ตา จมูก ผิวหนัง และลิ้น ข้อมูลหรือประสบการณ์ที่เข้ามานั้นจะถูกบันทึกอยู่ในเวลาเพียงไม่กี่วินาทีเพียงเพื่อให้ได้ตัดสินใจว่าจะให้ความสนใจและบันทึกไว้ในความจำระยะสั้นต่อไปหรือไม่ กระบวนการที่ข้อมูลจะถูกนำเข้าไปเก็บไว้ในความทรงจำระยะสั้น เรียกว่า การรู้จัก (Recognition) และ การใส่ใจ (Attention)

2. ความจำระยะสั้น (Short-term Memory) หากการรับรู้มีความสำคัญหรือน่าสนใจ จะถ่ายโยงจากส่วนรับรู้ไปยังส่วนของความจำระยะสั้นหรือความจำชั่วคราว มีความจำกัดทั้งด้านปริมาณ

และระยะเวลา วิธีที่จะช่วยเพิ่มความจำได้ง่ายขึ้นนานขึ้น คือ การทำซ้ำ หรือการจัดแบ่งกลุ่ม (Chunking)

3. ความจำระยะยาว (Long-term Memory) การดึงข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในความจำระยะสั้นต้องผ่านการประมวลผลและเปลี่ยนแปลงจากความจำระยะสั้นไปสู่ความจำแบบยาวหรือความจำถาวร แนวทางที่ใช้ได้แก่ การทำหรือท่องซ้ำ (Rehearsal) และ การขยายความคิด (Elaborative Process) เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เก็บไว้ในความจำระยะยาว เป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning)

Mayer (2005) อ้างถึงใน จินตวีร์ คล้ายสังข์ (2556) ได้นำเสนอหลักการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย ดังนี้

1. การประยุกต์ใช้หลักการมัลติมีเดีย (The Multimedia Principle)

ประสิทธิภาพการเรียนรู้ เกิดจากการใส่ภาพประกอบคู่กับข้อความ ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นเร็วขึ้นและจำได้ยาวนานมาก ประกอบด้วย

1.1 หลักการของความต่อเนื่อง (Contiguity principle) เช่น คำบรรยายและภาพ ควรมีปริมาณเท่าๆ กันในช่วงเวลา ตำแหน่งและพื้นที่ที่เหมาะสม มากกว่าจะให้ความต่อเนื่องติดๆ กันไป

1.2 หลักการของการนำสื่อประสมที่นอกประเด็นมาใช้ (Coherence principle) เช่น คำบรรยาย ภาพประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนโดยตรงไม่ควรนำมาใช้

1.3 การออกแบบมัลติมีเดีย ด้วยคำพูดและภาพกราฟิก หากภาพนั้นไม่ได้เกี่ยวข้องกับเนื้อหา หรือวัตถุประสงค์ของการเรียนโดยตรงจะไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้

2. การประยุกต์ใช้หลักการแยกความสนใจ (Solit-Attention principle)

หลักการแยกความสนใจเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนต้องแยกความสนใจในการเรียนระหว่างข้อมูลที่ต่างกัน และรวมข้อมูลเหล่านั้นในใจภายหลัง ซึ่งต้องใช้ความจำอย่างมาก จึงควรหลีกเลี่ยงโดยรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ไว้ด้วยกัน แต่อาจไม่มีผลต่อผู้เรียนที่ฉลาดและเก่ง

3. การประยุกต์ใช้หลักการประสาทสัมผัส (Modality principle)

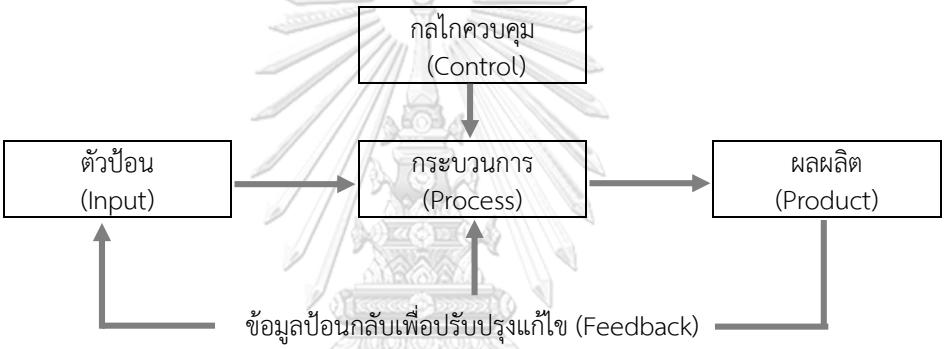
การประยุกต์ใช้ The Modality Effect เพื่อนำเสนอข้อมูล เสียงและภาพ (auditory and visual mode) สามารถเพิ่มการจดจำ ลดผลกระทบจากการรับรู้ที่มากเกินไป เนื่องจาก มีการใช้หน่วยความจำจากทั้งส่วนของการฟัง (Auditory) และส่วนของการมองเห็น (visual) ทำให้ไม่ได้โหลดอยู่ภายในหน่วยใดหน่วยหนึ่งเพียงอย่างเดียว

4. การประยุกต์ใช้หลักการความซ้ำที่ไม่จำเป็น Redundancy principle)

ความซ้ำซ้อนขององค์ประกอบในบทเรียนมัลติมีเดีย จะเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลที่เหมือนกันถูกนำเสนอในรูปแบบของการนำเสนอที่หลากหลายต่างกัน เป็นการเพิ่มรายละเอียดที่เกินความจำเป็นและซ้ำซ้อน

แนวคิดเชิงระบบ (System Approach)

การออกแบบการเรียนการสอน โดยใช้แนวคิดเชิงระบบ (System Approach) ประกอบด้วย ตัวป้อน (Input) กระบวนการ (Process) และผลผลิต (Product) เป็นส่วนประกอบเบื้องต้น และควรมีส่วนสำคัญเพิ่มอีก 2 ปัจจัยคือ กลไกควบคุม (Control) และข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ดังภาพที่ 2.23 (ทิศนา แขมมณี, 2556)



ภาพที่ 2.23 ระบบการจัดการเรียนการสอนแนวคิดเชิงระบบ

การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-Centered Instruction)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทิศนา แขมมณี (2556) ได้นำเสนอว่า การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เริ่มมีมาตั้งแต่ใช้คำว่า instruction หรือการเรียนการสอน แทนคำว่า teaching หรือ การสอน แนวคิดคือในการสอนต้องคำนึงถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น เรียนรู้ด้วยการกระทำ (Learning by doing) การมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัว (Active participation) ไม่เป็นเพียงแค่ผู้รับ (Passive participation) จะส่งผลต่อพัฒนาการ 4 ด้าน คือ การมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวทางกาย (Active participant : physical) การมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวทางสติปัญญา (Active participant : intellectual) การมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวทางอารมณ์ (Active participant : emotional) และการมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวทางกาย (Active participant : social) ผู้สอนจึงมีบทบาทที่สำคัญ ในการอำนวยความสะดวก เตรียมกิจกรรมหรือออกแบบประสบการณ์ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม

แนวคิดในการการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางหรือมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ แบบต่างๆ ได้แก่ แบบเน้นตัวผู้เรียน แบบเน้นความรู้ความสามารถ แบบเน้นประสบการณ์ แบบเน้นปัญหา แบบเน้นทักษะกระบวนการ แบบเน้นบูรณาการ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกส่วนที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้

การจัดการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ (Individualization Instruction)

หลักการของการจัดการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ เพื่อให้เหมาะสมกับภูมิหลัง สติปัญญา ความสามารถ ความถนัด แบบการเรียนรู้ ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียนเป็นรายบุคคล จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และพัฒนาไปตามความสามารถและศักยภาพของแต่ละบุคคล (ทิศนา แขมมณี, 2556) โดยแสดงตัวบ่งชี้ของการจัดการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ ไว้ดังนี้

1. มีการวินิจฉัยความต้องการของผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้แบบสอบหรือเครื่องมือ หรือวิธีการอื่นๆตามความเหมาะสม

2. มีการทดสอบผู้เรียนในเรื่องที่จะเรียนรู้ ก่อนการเรียน (pre-testing)

3. มีการจัดกลุ่มผู้เรียนที่มีความต้องการคล้ายคลึงกัน (ในกรณีที่มีผู้เรียนจำนวนมาก) ไว้ด้วยกัน

4. มีการวางแผนการเรียนให้สนองความต้องการของผู้เรียนโดยใช้ผลการวินิจฉัยที่ได้ จากข้อ 1 (แผนการเรียนควรมีความสอดคล้องกับปัญหาความต้องการ ความสนใจ ความถนัด และความสามารถของผู้เรียน รวบทั้งรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน)

5. มีการจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยวิธีการต่างๆ ตามความเหมาะสม (การช่วยให้ผู้เรียนเห็นว่าเขาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถประสบผลสำเร็จได้เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดกำลังใจที่จะเรียนรู้)

6. มีการให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับระบบและวิธีการในการเรียนรู้ด้วยตนเองและตกลงร่วมกันเกี่ยวกับระบบ กฎ เกณฑ์ กติกา กระบวนการทำงาน การให้รางวัล การลงโทษ และอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. ผู้เรียนมีการดำเนินการเรียนรู้ตามแผน ผู้สอนดูแลและให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเป็นรายบุคคล

8. มีการทำแบบทดสอบประเมินผลการเรียนรู้ เมื่อจบหน่วยการเรียน (post-test)

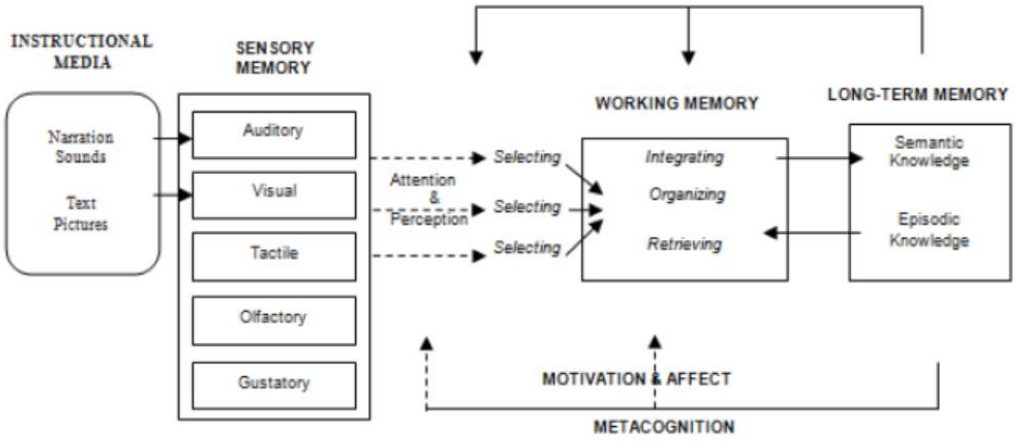
9. มีการจัดทำแฟ้มการเรียนของผู้เรียนเป็นรายบุคคลและใช้ผลการทดสอบเป็นข้อมูลในการวางแผนการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนต่อไป

ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ การดำเนินการทดลองใช้บทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนมัลติมีเดีย

Awaatif and Wan (2015) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ หลักการออกแบบมัลติมีเดียในการพัฒนาแอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบเสมือนจริงเพื่อเพิ่มความรู้ของนักเรียนในพิธีกรรมศาสนาอิสลาม โดยใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีและมัลติมีเดีย แสดงกระบวนการเรียนรู้จากการเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียดังภาพ 2.24 ตามรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนโดย Alessi และ Trollip ดังภาพ 2.25 ผลการวิจัยพบว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถช่วยนักเรียนในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับพิธีกรรมของศาสนาอิสลาม



ภาพที่ 2.24 กระบวนการเรียนรู้จากการเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดีย ของ Awaatif and Wan (2015)

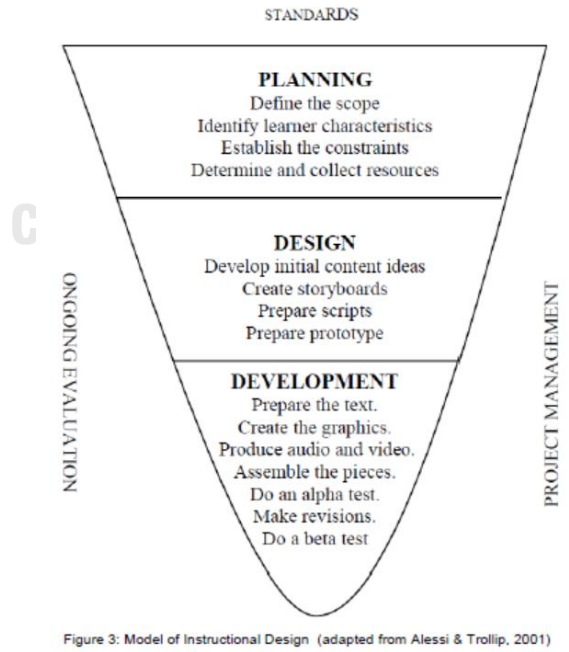


Figure 3: Model of Instructional Design (adapted from Alessi & Trollip, 2001)

ภาพที่ 2.25 รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนโดย Alessi และ Trollip (Awaatif A. & Wan A. J. W. Y., 2015)

จากภาพที่ 2.24 ผู้วิจัยได้นำมาเป็นข้อพิจารณาในการออกแบบกิจกรรมและแผนจัดการเรียนรู้ของโมเดลบทเรียนฯ ให้สอดคล้องกับกระบวนการรับรู้จากการเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดีย รวมทั้งแนวทางการออกแบบสื่อบทเรียนมัลติมีเดียตามรูปแบบการออกแบบการสอนของ Alessi และ Trollip ในภาพที่ 2.25 เป็นข้อพิจารณาประกอบการออกแบบโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

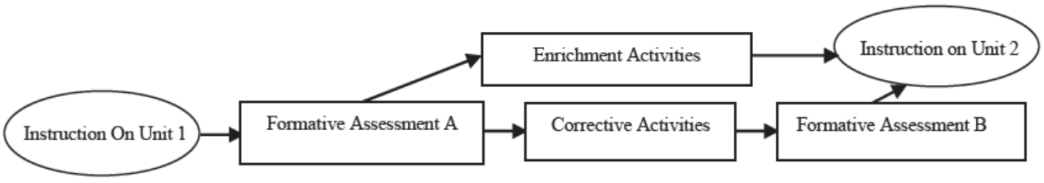
LEOW and NEO (2014) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การเรียนรู้มัลติมีเดียแบบโต้ตอบ: นวัตกรรมในชั้นเรียนของการศึกษาในมหาวิทยาลัยมาเลเซีย เพื่อพัฒนาคุณภาพของการเรียนรู้ในห้องเรียนสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัย ที่มีจุดเน้นที่สามประการคือ หลักการออกแบบการเรียนการสอนของ Gagne มัลติมีเดียและการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง Interactive Learning Module (ILM) มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบสอบถามคำถามปลายเปิดและการสัมภาษณ์ พบว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้นี้ได้ปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และเปลี่ยนทัศนคติเชิงบวกเมื่อพวกเขากระตือรือร้นมากขึ้นและมีแรงจูงใจในกระบวนการเรียนรู้ เป็นนวัตกรรมทางเลือกในการสอนในชั้นเรียนแบบเดิมและวิธีการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับความสนใจของผู้วิจัย จึงนำเอา หลักการออกแบบการเรียนการสอนของ Gagne การใช้มัลติมีเดีย และการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมาเป็นข้อมูลในการออกแบบโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

Akbulut and Cardak (2012) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้ที่ปรับเปลี่ยนได้ตามสไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อรองรับความแตกต่างของผู้เรียน โดยพบว่าสื่อที่ได้รับความสนใจมาก และมีหลักฐานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับการสอน มีการออกแบบพัฒนาเพื่อใช้งานบนเว็บในลักษณะ ไฮเปอร์มีเดีย(AEH: Adaptive educational hypermedia) ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ จากการศึกษางานวิจัยกว่า 70 ชิ้น พบว่ามีอิทธิพลต่อความพึงพอใจและความสำเร็จของผู้เรียน สื่อไฮเปอร์มีเดียเป็นทางเลือกที่ใช้ได้ประสบผลสำเร็จในการพัฒนาทักษะมิติสัมพันธ์

สอดคล้องกับณัฐกร สงคราม (2553) ที่ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักด้วยเครื่องมือทางปัญญาแบบไฮเพอร์มีเดียเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนิสิตนักศึกษาสาขาเกษกตรศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต พบว่าเครื่องมือทางปัญญาแบบไฮเพอร์มีเดีย ใช้ในการนำเสนอปัญหา ฐานข้อมูล ค้นหาข้อมูล จัดระบบข้อมูล บูรณาการความรู้ สร้างความรู้ สร้างการนำเสนอ การติดต่อสื่อสารแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลา ผู้เรียนที่เรียนตามแผนกิจกรรมตามรูปแบบนี้มีคะแนนความสามารถในการเรียนสูงกว่าการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 โดยงานวิจัยนี้แสดง ลักษณะการใช้เครื่องมือทางปัญญาแบบไฮเพอร์

มีเดียในบทเรียนมัลติมีเดีย ผู้วิจัยใช้เป็นเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

Khan and Masood (2013) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ การออกแบบและการพัฒนาของนักมัลติมีเดียหลายคนเสำหรับการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการหายใจของเซลล์ในวิชาชีววิทยา การออกแบบและพัฒนาการเรียนรู้แบบใช้บทเรียนมัลติมีเดีย โดยใช้กลยุทธ์การออกแบบกระบวนการการเรียนรู้ตามเกณฑ์เงื่อนไขที่วางไว้ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนได้รับการออกแบบระบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องผ่านขั้นตอนการทดสอบอย่างเป็นระบบตามเกณฑ์เงื่อนไขสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนได้ ดังภาพที่ 2.26 โดยผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ flow ของผู้เรียนที่แตกต่างกันของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์



ภาพที่ 2.26 เส้นทางการเรียนสำหรับผู้เรียนที่แตกต่างกัน (Khan & Masood, 2013)

ตอนที่ 3 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมต่อการเรียนรู้

3.1 ความหมายของการเสริมต่อการเรียนรู้

การเสริมต่อการเรียนรู้ หรือ Scaffolding มาจากแนวคิดของ Lev Semenovich Vygotsky นักจิตวิทยาชาวรัสเซีย ที่เชื่อว่า ถ้าผู้เรียนมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนา โดยอยู่ต่ำกว่า Zone of proximal development อาจไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ จำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือที่เรียกว่า Scaffolding ซึ่งมาจากรากศัพท์ของคำว่า นั่งร้าน ที่เป็นโครงสร้างเสริมต่อช่วยให้ช่างทาสีอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ และต้องรื้อทิ้งเมื่อก่อสร้างเสร็จ เปรียบได้กับการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนให้สามารถพัฒนาการเรียนรู้ให้มีระดับสูงขึ้น จนบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ (ประภารัช ทิพย์สงเคราะห์, 2555)

การเสริมต่อการเรียนรู้ หรือ Scaffolding เป็นการสนับสนุนผู้เรียนในการแก้ปัญหาหรือการเรียนรู้ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติภารกิจการเรียน ให้สำเร็จด้วยตนเอง อาจเป็นคำแนะนำ แนวทางหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา รวมทั้งกระบวนการคิด เป็นต้น (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557)

Larkin (2001) ให้ความหมาย Scaffolding ในบริบทของการเรียนการสอน ว่าเป็นการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนให้ผู้เรียนทำงานให้สำเร็จ เมื่อผู้เรียนต้องการทำสิ่งใหม่หรือสิ่งที่ยากขึ้น ก็อาจต้องการความช่วยเหลือมากยิ่งขึ้น เมื่อผู้เรียนทำงานนั้นสำเร็จแล้ว การให้ความช่วยเหลือ หรือการให้การสนับสนุนนั้นก็จะค่อยๆ ลดลง จนกระทั่งผู้เรียนสามารถทำงานนั้นได้ด้วยตนเอง ความช่วยเหลือจึงยุติลง

Brush and Saye (2002) ให้ความหมาย Scaffolding ในบริบทของการเรียนการสอน ว่าเป็นเครื่องมือ (Tools) กลยุทธ์ (Strategy) และแนวทาง (Guide) ที่ช่วยสนับสนุนผู้เรียนให้มีความเข้าใจได้ในระดับสูงขึ้นกว่าที่ผู้เรียนไม่สามารถกระทำได้ด้วยตนเอง

McLoughlin (2002) ให้ความหมาย Scaffolding ในบริบทของการเรียนการสอน ว่า เป็นการเสริมต่อการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนที่ไม่สามารถทำภารกิจได้สำเร็จด้วยตนเอง เพื่อให้มีความเข้าใจในระดับที่สูงขึ้น โดยระบุว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดโอกาสของความล้มเหลวในภารกิจของผู้เรียน

Northern Illinois University (2008) ให้ความหมาย Scaffolding ว่าเป็นการให้ความเสริมต่อการเรียนรู้ซึ่งเปรียบกับการสร้างนั่งร้านชั่วคราวให้คนงานก่อสร้าง เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน ในงานใหม่ หรือแนวคิดที่ไม่สามารถดำเนินการด้วยตนเอง เมื่อผู้เรียนสามารถดำเนินการได้แล้วความช่วยเหลือจะค่อยๆ หายไป เป็นการเปลี่ยนแปลงบทบาทของผู้สอนกับผู้เรียน การให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนเป็นการให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนมากกว่าการแสดงบทบาทเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่โดดเด่น

ผู้วิจัยสรุปว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) หมายถึงการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาการเรียนที่ไม่สามารถทำสำเร็จได้ด้วยตนเอง จนกระทั่งผู้เรียนแก้ปัญหานั้นได้ด้วยตนเอง การให้ความช่วยเหลือจะค่อยๆ ลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 รูปแบบของการเสริมต่อการเรียนรู้

Hannafin et al. (1999) ได้ทำการศึกษาวิจัย และจัดกลุ่มการเสริมต่อการเรียนรู้ออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

1.การเสริมต่อการเรียนรู้แบบยืดหยุ่น (Soft scaffolding) เป็นการให้ความช่วยเหลือตามความต้องการของผู้เรียนเฉพาะเรื่องเป็นรายบุคคล แล้วให้ผลตอบกลับ ประกอบด้วย

1.1 การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านกระบวนการทางความคิด (Metacognition scaffolding) โดยให้ความช่วยเหลือในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน แนะนำวิธีการ

กำกับการรู้คิดของตนเองในระหว่างการเรียนรู้โดยอาศัยหลักการ Metacognition เปรียบเสมือนมีผู้สอนคอยกระตุ้นเตือนอยู่ตลอดเวลา

1.2 การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านกระบวนการ (Process scaffolding) เป็นการแนะแนวทางวิธีการใช้แหล่งการเรียนรู้และเครื่องมือต่างๆ ทางปัญญา กระบวนการที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของการใช้เครื่องมือแต่ละชนิด แนะนำผู้เรียนในขณะที่กำลังเรียน

2.การเสริมต่อการเรียนรู้แบบคงที่ (Hard scaffolding) เป็นการให้ความช่วยเหลือให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้เดิมของตนเองให้เพิ่มมากขึ้น โดยเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของผู้เรียน ประกอบด้วย

2.1 การเสริมต่อการเรียนรู้ในด้านความคิดรวบยอด (Conceptual scaffolding) เป็นการช่วยสร้างความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่เรียนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา จัดหมวดหมู่ของความคิดรวบยอด เช่น การใช้ภาพกราฟิก (Graphic organizer) แสดงความคิดเห็น โครงสร้างของสารสนเทศที่เป็นส่วนย่อย หรือการบอกใบ้ (Hint) แก่ผู้เรียน

2.2 การเสริมต่อการเรียนรู้ในด้านกลยุทธ์ (Strategic scaffolding) เป็นช่วยเหลือการคิดวิเคราะห์ วางแผน ตัดสินใจในระหว่างการเรียนรู้ เน้นการจำแนก และเลือกสารสนเทศที่ต้องการเชื่อมความรู้เดิม กับประสบการณ์ใหม่ ผู้เรียนจะตื่นตัวกับเครื่องมือ และทรัพยากรที่อาจเป็นประโยชน์ภายใต้สถานการณ์นั้น แนะแนวทางการใช้ซึ่งอาจเป็นคำถามนำที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พิจารณา

Brush and Saye (2002) ได้ทำการศึกษาวิจัยและจัดกลุ่มการเสริมต่อการเรียนรู้ออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

1. การเสริมต่อการเรียนรู้แบบยืดหยุ่น (Soft scaffolding) เป็นการให้ความช่วยเหลือความต้องการของผู้เรียนเฉพาะเรื่องเป็นรายบุคคล ปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์จากการตอบสนองของผู้เรียน

2. การเสริมต่อการเรียนรู้แบบคงที่ (Hard scaffolding) เป็นการให้ความช่วยเหลือตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว อยู่บนพื้นฐานของปัญหากลุ่ม ที่ผู้เรียนทั่วไปจะพบในการทำงาน ช่วยสร้างความคิดรวบยอดให้กับผู้เรียน ช่วยผู้เรียนด้านกลยุทธ์ เพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหาต่างๆ ได้

สอดคล้องกับ Sharma and Hannafin (2007) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเสริมต่อการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยี ที่เรียกว่า technology-enhanced learning environments (TELEs) และจัดกลุ่มการเสริมต่อการเรียนรู้ออกเป็น 2 รูปแบบเช่นกัน คือ

1. การเสริมต่อการเรียนรู้แบบยืดหยุ่น (Soft scaffolding) เป็นการให้ความช่วยเหลือที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ ใช้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. การเสริมต่อการเรียนรู้แบบคงที่ (Hard scaffolding) เป็นการให้ความช่วยเหลือที่ไม่สามารถปรับแต่งได้ ถูกออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีเป็นหลักเพื่อให้การสนับสนุนในเรื่องทั่วๆ ไป

Sherman (2005) ได้แบ่งประเภทของการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่ใช้เทคโนโลยี โดยเฉพาะจากคอมพิวเตอร์ ออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านวิธีปฏิบัติ (Procedural scaffolding) เป็นการจัดการให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการใช้แหล่งข้อมูลและเครื่องมือในการเรียน เช่น เอกสารเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แผนที่ แผนภาพ

2. การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านกระบวนการ (Process scaffolding) เป็นการจัดการให้ผู้เรียนรู้ว่าตนเองอยู่ที่ตำแหน่งใดในการเรียน ช่วยให้ผู้เรียนระบุได้ว่าต้องทำอะไรเพื่อไปยังจุดที่ต้องการ เช่น การแสดงภาพรวม โดยใช้ซอฟท์แวร์ผังมโนทัศน์ การแสดงเส้นทางของผู้ใช้งานการจัดโครงสร้างเมนูอย่างชัดเจน เป็นต้น

3. การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านมโนทัศน์ (Conceptual scaffolding) เป็นการจัดการแนะนำเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนควรพิจารณา หรือการสะท้อนเกี่ยวกับประสบการณ์เรียนรู้ ได้แก่ การใช้ Visual Advance Organizer แสดงผังมโนทัศน์และภาพรวม โดยใช้ซอฟท์แวร์ รวมถึงการจัดอภิปรายโดยใช้ห้องสนทนา และกระดานสนทนาเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องต่างๆ

4. การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านกระบวนการคิด (Metacognition scaffolding) แบ่งเป็น 3 แบบได้แก่

1.1 การวางแผน (Metacognitive: planning) ช่วยแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการคิดที่ดีที่สุดเกี่ยวกับปัญหาที่ศึกษา โดยการช่วยวางแผน ให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายและจุดประสงค์ สร้างผังเปรียบเทียบ และกำหนดจุดสิ้นสุดโครงการ สร้างผังมโนทัศน์ เป็นต้น

1.2 การกำกับ (Metacognitive: regulation) การให้ความช่วยเหลือในการกำกับความก้าวหน้า และได้ผลป้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติของตนเอง ซึ่งอาจทำโดยผลป้อนกลับจากเพื่อนโดยการใช้การสนทนาผ่านกลุ่มสนทนาบนเว็บ การทดสอบย่อย แบบฝึกหัดแบบมีปฏิสัมพันธ์

1.3 การประเมิน (Metacognitve: evaluating) การให้ความช่วยเหลือด้านการประเมิน ช่วยให้ผู้เรียนวิพากษ์วิจารณ์กันและกัน การส่งเอกสารไปและกลับจากผู้สอนเพื่อการปรับปรุง เช่นการใช้เกณฑ์การให้คะแนน แบบตรวจสอบรายการ ฯลฯ

5. การให้เสริมต่อการเรียนรู้ด้านกลวิธี (Strategic scaffolding) เป็นการช่วยให้ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจทำโดยการสนทนาโดยใช้ chat และกระดานสนทนา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Interpersonal scaffolding) เป็นการให้การแนะนำเพื่อสนับสนุนการร่วมสร้างความรู้ และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เช่น การให้ตัวอย่างโดยใช้วิดีทัศน์ แบบตรวจสอบรายการสำหรับการปฏิสัมพันธ์ผังแสดงการกำหนดบทบาทเฉพาะ การช่วยเหลือในการสนทนากลุ่ม

Alibali (2006) ได้นำเสนอลักษณะการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่หลากหลายเพื่อรองรับความรู้ในระดับที่แตกต่างกันของผู้เรียน หรือเนื้อหาการเรียนที่มีความซับซ้อนมากขึ้นอาจใช้การเสริมต่อการเรียนรู้จำนวนหนึ่งๆ ในจังหวะเวลาที่ต่างกัน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเชี่ยวชาญในเนื้อหานั้นๆ ได้แก่ การใช้ Advance organizers, Cue cards, Concept and mind maps, Examples, Handouts , Hints, Prompts, Question cards, Visual Scaffolds

3.3 แนวทางการออกแบบการเสริมต่อการเรียนรู้

สุรางค์ โค้วตระกูล (2556) ได้นำเสนอหลักการพื้นฐานในการออกแบบการสอนตามแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้ของ วีก็อทสกี้ ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นผู้ที่ลงมือกระทำ (active) และจะต้องมีส่วนในการเรียนรู้
2. การเรียนรู้ทุกชนิด เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์
3. ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ดีและมากขึ้นถ้าหากมีคนช่วย
4. ผู้เรียนทุกคนจะมี ‘Zone of Proximal Development’ บางคนอยู่เหนือ บางคนอยู่ระหว่าง และบางคนอยู่ต่ำ การช่วยเหลือจะช่วยทุกคนให้เกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพของตน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนจึงสำคัญมากโดยเฉพาะผู้เรียนที่อยู่ต่ำกว่า Zone of Proximal Development

CHULALONGKORN UNIVERSITY

McKenzie (2000) นำเสนอลักษณะการเสริมต่อการเรียนรู้ในบริบททางการศึกษา 8 ลักษณะ ดังนี้

1. Scaffolding provides clear directions การเสริมต่อการเรียนรู้เป็นการเตรียมเส้นทางที่ชัดเจนให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนทราบว่าจะต้องทำงานหรือกิจกรรมอะไร มีลำดับการทำงานอย่างไร เพื่อให้ไปถึงสิ่งที่คาดหวังไว้ ควรมีลักษณะเป็นกันเอง เพื่อลดความสับสนให้น้อยลง และเกิดความชัดเจน รวดเร็วในการประสบผลสำเร็จในการเรียน

2. Scaffolding clarifies purpose การเสริมต่อการเรียนรู้เป็นการกำหนดจุดประสงค์ให้ชัดเจน ทำให้เห็นเป้าหมายชัดเจน เข้าใจได้ง่ายว่าทำไมผู้เรียนต้องทำภารกิจนั้น เหตุใดจึงเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากเป็นเหตุผลแห่งแรงจูงใจในการเรียน หรือทำให้งานประสบความสำเร็จ

3. Scaffolding keeps students on task การเสริมต่อการเรียนรู้ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนทำงานตรงกับระดับความสามารถของตนเอง การจัดเตรียมโครงสร้างขั้นตอน เส้นทาง หรือเค้าโครงกว้างๆ ในการทำงาน ให้กับผู้เรียนเพื่อตัดสินใจดำเนินการ จะได้ทำให้ไม่หลงทาง หรือผิดพลาดจนทำให้ใช้เวลามากกว่าปกติ เพื่อเป็นการให้ความมั่นใจว่าพวกเขาจะไม่ออกนอกเส้นทาง

4. Scaffolding offers assessment to clarify expectation การเสริมต่อการเรียนรู้เป็นการนำเสนอการประเมินผลที่ชัดเจนไปสู่สิ่งที่คาดหวัง ช่วยให้ผู้เรียนเห็นลักษณะของงานที่คาดหวังและแนวทางการประเมิน ตลอดจนทราบผลย้อนกลับที่ชัดเจน โดยการจัดหาตัวอย่างของงานที่มีคุณภาพที่จัดทำโดยผู้อื่น มาให้ดูเป็นตัวอย่าง ตั้งแต่เริ่มต้นการทำกิจกรรม ตลอดจนการประเมินผลและมาตรฐานต่างๆ นำมาแจ้งให้ผู้เรียนทราบ

5. Scaffolding points students to worthy sources การเสริมต่อการเรียนรู้ชี้นำให้ผู้เรียนเห็นแหล่งข้อมูลที่มีคุณค่า ที่จะช่วยให้ตนเองทำงานได้สำเร็จ โดยการจัดเตรียมแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์ที่สุดให้กับผู้เรียน เพื่อลดความสับสน อุปสรรค และเวลาในการเข้าถึงข้อมูล เพราะข้อมูลในอินเทอร์เน็ตทั่วไปมีมากจนเกินความจำเป็น และข้อมูลอาจไม่น่าเชื่อถือ ทำให้เสียเวลาในการค้นหามาก

6. Scaffolding reduces uncertainly, surprise and disappointment การเสริมต่อการเรียนรู้ลดความไม่แน่นอน ความประหลาดใจ และความผิดหวัง ลดความไม่แน่นอนและท้อแท้ผิดหวังที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากผู้เรียนควรจะประสบความสำเร็จทุกขั้นตอนของงานหรือกิจกรรม

7. Scaffolding delivers efficiency การเสริมต่อการเรียนรู้เป็นวิธีการที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. Scaffolding creates momentum การเสริมต่อการเรียนรู้เป็นวิธีการที่สร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ในเรื่องอื่นๆ ต่อไป

โดยลักษณะ 6 ประการแรกจะเป็นผลที่เกิดต่อการเรียนการสอนในครั้งหนึ่งๆ โดยตรง ส่วนลักษณะใน 2 ประการสุดท้ายจะเป็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

McLoughlin (2002) ได้นำเสนอแนวทางการออกแบบการเสริมต่อการเรียนรู้แก่ผู้เรียนให้เกิดประสิทธิภาพจากมิติ 10 ด้าน ของการสนับสนุนผู้เรียนที่ประสบความสำเร็จ มีดังนี้

1. ตั้งเป้าหมาย เพื่อการสนับสนุนให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เช่น การหาแหล่งข้อมูลให้ หรือ รูปแบบการเรียนที่เน้นการสนับสนุนให้ผู้เรียนทำงานสำเร็จได้ด้วยตนเอง

2. การปรับตัว ปรับเปลี่ยนการตอบสนองความต้องการ โดยให้ความช่วยเหลือลดลงเมื่อผู้เรียนมีความสามารถที่มากขึ้น

3. การเข้าถึง ข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ในรูปแบบความช่วยเหลือต่างๆ เช่น คำถามคำตอบที่ถูกถามบ่อยบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (FAQ) ซึ่งจำช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และพัฒนาด้วยตนเอง

4. การจัดตำแหน่ง ขอบเขต การสนับสนุนการให้ความช่วยเหลือ ควรอยู่บนเป้าหมายงานและเพื่อให้เกิดผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับรายวิชา เช่น หากต้องการให้เรียนรู้ร่วมกัน ต้องออกแบบพื้นที่ทำงานที่สามารถทำงานร่วมกันแล้วยังสนับสนุนมุมมองที่หลากหลายได้

5. ประสบการณ์ การจัดการเรียนที่มีประสิทธิภาพนั้น ผู้เรียนต้องไม่การรับข้อมูลเพียงฝ่ายเดียว การให้การสนับสนุนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนร่วมวางแผนสร้างประสบการณ์ และมั่นใจว่าจะปฏิบัติตามได้

6. ความร่วมมือ การใช้เว็บที่มีเครื่องมือในการช่วยเหลือสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้การเรียนจากการสนทนา และความร่วมมือ เป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจจากผู้เรียน

7.การสร้างความรู้ด้วยตนเอง กิจกรรมการให้ความช่วยเหลือ ควรออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการสร้างความรู้ ไม่ใช่เพียงท่องจำ ควรใช้เทคโนโลยีเพื่อเป็นฐานในการสนับสนุนการสร้างความรู้ของผู้เรียน เช่น การสร้าง Hyperlinked เชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลที่น่าสนใจเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้

8. การให้ความสำคัญด้านการเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนดำเนินกระบวนการเรียนด้วยตนเอง หากแก้ไขปัญหาได้เอง ผู้สอนก็จะลดการแทรกแซง เพื่อให้ผู้เรียนกำกับตนเอง

9. ความหลากหลาย ควรมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นด้วยตนเอง มีแนวทางได้แก่ ให้ประสบการณ์ของกระบวนการสร้างความรู้ ให้ประสบการณ์และชื่นชมจากหลายมุมมอง สร้างการเรียนรู้งานที่เกี่ยวข้องและน่าเชื่อถือ ส่งเสริมการเป็นเจ้าของในกระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ทางสังคม ส่งเสริมการพัฒนาในรูปแบบที่หลากหลาย และ ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองในกระบวนการสร้างความรู้

10. องค์ประกอบย่อย ให้แหล่งการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบย่อยจำนวนมาก จะช่วยให้ผู้เรียนได้เลือก ที่จะนำองค์ประกอบย่อยที่มีความหมายกับผู้เรียนมา สร้างเป็นโครงสร้างใหม่

โดย McLoughlin (2002) ได้จัดประเภทของรูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ Orientation เป็นการบรรยาย อธิบาย ให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อให้ทราบเป้าหมายของการเรียน

2. รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ Coaching เป็นการสนับสนุนผู้เรียนผ่านทางซอฟต์แวร์เพื่อช่วยในการทำงาน

3. รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ Eliciting articulation เป็นการสนันสนุนให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น สะท้อนความคิดของตนเอง เช่นการสื่อสารผ่านการดานข่าว ในขั้นตอนการแก้ปัญหา

4. รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ Task support เป็นการเตรียมการให้ผู้เรียนสามารถดเนินงานได้ เช่นเตรียมแหล่งข้อมูล แหล่งทรัพยากร และกิจกรรม

5. รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ Expert regulation มีการเตรียมการให้คำปรึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ หรือที่ปรึกษา หรือแสดงตัวอย่าง และผลการเรียนรู้ที่ต้องการ

6. รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ Conceptual scaffolding เป็นการให้ความช่วยเหลือเมื่อเกิดปัญหา เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจ และสามารถแปลความหมาย ใช้ทักษะด้านการวิเคราะห์

7. รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ Metacognition scaffolding เป็นการสนับสนุนด้านปัญญา เช่นการให้บันทึกความคิดของผู้เรียนในขณะทำงาน เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนบันทึกความคิดของตนเองขณะแก้ปัญหา

8. รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ Procedural scaffolding เป็นการสนับสนุนด้านเครื่องมือละทรัพยากรที่มีอยู่บนเว็บ รวมถึงการเข้าถึงฐานข้อมูล สนับสนุนการทำงานร่วมกัน เพื่อการเรียนรู้และแบ่งปันทรัพยากร

9. รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ Strategic scaffolding เป็นการสร้างแนวทาง ให้ทางเลือกแก่ผู้เรียนในการวางแผนและตัดสินใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Lee and Kolodner (2011) นำเสนอองค์ประกอบของการเสริมต่อการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีการพัฒนาด้านทักษะ ในยุคที่ปัจจุบันมีความหลากหลายของความรู้ ควรประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ 1) เนื้อหา (content) 2) การจัดลำดับกลยุทธ์ (sequency of strategies) และ3) ยุทธวิธี (tactics) การออกแบบให้ผู้เรียนช่วยเหลือตนเองกำกับตนเองในการเรียนจะเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน มี 3 องค์ประกอบ คือ 1) การรู้เหตุผลว่าทำไมจึงต้องเรียน 2) การบรรลุผลกิจกรรมระหว่างการเรียนที่จะนำไปสู่เป้าหมายของการเรียน และ 3) การให้ความช่วยเหลือด้วยวิธีต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายได้สำเร็จด้วยประสบการณ์ของตนเอง

ผู้วิจัยสรุปใช้รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ 2 รูปแบบ คือ 1) แบบยืดหยุ่น (Soft scaffolding) ซึ่งประกอบด้วย การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านกระบวนการทางความคิด

(Metacognition scaffolding) และการเสริมต่อการเรียนรู้ด้านกระบวนการ (Process scaffolding) และ 2) การเสริมต่อการเรียนรู้แบบคงที่ (Hard scaffolding) ซึ่งประกอบด้วย การเสริมต่อการเรียนรู้ในด้านความคิดรวบยอด (Conceptual scaffolding) และ การเสริมต่อการเรียนรู้ในด้านความคิดรวบยอด (Conceptual scaffolding) โดยมีขั้นตอนการออกแบบ คือ กำหนดจุดประสงค์ เตรียมเส้นทางกิจกรรมที่ชัดเจน เตรียมสื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนทำงานนั้นๆ ได้ นำเสนอการประเมินผลที่ชัดเจนไปสู่สิ่งที่คาดหวัง แสดงเฉลยภาพคำตอบเพื่อลดข้อสงสัย ทำให้ภารกิจดูง่ายขึ้น การเข้าถึงและจูงใจเพื่อสร้างความรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ

ระยะที่ 2 การพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ระยะที่ 3 การทดลองใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ระยะที่ 4 การนำเสนอโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ

การดำเนินการศึกษาและรวบรวมข้อมูลในระยะนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ และความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับกลยุทธ์ทางทัศนภาพในการสอนมิติสัมพันธ์ในสาขาวิชาออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นเครื่องมือ ใช้การศึกษาเชิงสำรวจ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนมิติสัมพันธ์ ในหลักสูตรระดับอุดมศึกษาสาขาออกแบบ ได้แก่ ข้อมูลการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา ตาม มคอ.2 ของหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต คำอธิบายรายวิชาเขียนแบบเบื้องต้น ตำราการเขียนแบบสำหรับนักออกแบบ ตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นเครื่องมือเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ รวมทั้งกลยุทธ์ทางทัศนภาพในการสอนมิติสัมพันธ์ในสาขาวิชาออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นเครื่องมือ

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ ได้แก่

2.1.1 คณาจารย์ที่สอนในสาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ในระดับอุดมศึกษาทั่วประเทศ ทั้งหมด 57 แห่ง (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2561)

2.1.2 นิสิต นักศึกษา สาขาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ในระดับอุดมศึกษาทั่วประเทศ ทั้งหมด 57 แห่ง จำนวน 17,514 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ใช้สำหรับศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียน และสภาพที่พึงประสงค์เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาสาขาวิชาออกแบบ โดยการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาสถาปัตยกรรมและสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ จากสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ของรัฐบาลและเอกชน จำนวน 10 คน

2.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ใช้สำหรับศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางมิติสัมพันธ์ ได้แก่ นิสิต นักศึกษา สาขาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ในระดับอุดมศึกษา ทำการเก็บข้อมูลจากผู้เรียนที่ศึกษาในสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอกชนในเขตภาคกลาง จำนวน 393 คน

2.3 วิธีการสุ่มตัวอย่าง

2.3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 คณาจารย์ ที่สอนในสาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ในระดับอุดมศึกษา ใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง แบบเจาะจงคุณสมบัติ (Purposive sampling) โดยเป็นอาจารย์ที่สอนวิชาเขียนแบบเบื้องต้น ระดับอุดมศึกษา สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ และวิศวกรรมศาสตร์ อย่างน้อย 5 ปี หรือ เป็นผู้มีผลงานด้านการวิจัยหรือเขียนหนังสือตำราเรียนในสาขาที่เกี่ยวข้อง หรือ มีตำแหน่งวิชาการหรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิตในสาขาที่เกี่ยวข้องกับมิติสัมพันธ์ จากสถาบันอุดมศึกษาของรัฐบาลและเอกชนใน 5 ภูมิภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ได้จำนวน 10 มหาวิทยาลัย ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายชื่อสถาบันอุดมศึกษาที่เข้าเก็บข้อมูล

ภูมิภาค	รัฐบาล	เอกชน
1. **ภาคเหนือ**	1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (RMUTL)	
2. **ภาคกลาง**	2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CU) 3. มหาวิทยาลัยนเรศวร (NU) 4. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (KMITL) 5. มหาวิทยาลัยศิลปากร (SU)	6. มหาวิทยาลัยรังสิต (RSU) 7. มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต (KBU)
3. **ภาคตะวันออก**	8. มหาวิทยาลัยบูรพา (BUU)	
4. **ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**	9. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU)	
5. **ภาคใต้**	10. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (RMUTSV)	

2.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 นักศึกษาที่ศึกษาอยู่ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระดับอุดมศึกษา ใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงคุณสมบัติ (Purposive sampling) คือ เป็นผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ซึ่งยังไม่เคยเรียนวิชาเขียนแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เบื้องต้นมาก่อน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีของ Taro Yamane (ดูภาคผนวก ข) จากจำนวน 17,514 คน กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่จะยอมรับได้ (Allowable error) เท่ากับ 5%

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดและสร้างเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยในระยะที่ 1 มีดังนี้

3.1 แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ผู้วิจัยสร้างแบบสัมภาษณ์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเขียนแบบเบื้องต้นตามหลักสูตรการสอนในระดับอุดมศึกษา มาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแบบสอบถามให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยออกแบบเป็นคำถามปลายเปิด และแบบตรวจสอบรายการให้เลือกตอบ (Check List) (ดูภาคผนวก ค) กำหนดประเด็นคำถามแบ่งเป็น 5 ตอน รวม 16 ข้อดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 จำนวนข้อของแบบสอบถาม ตามประเด็นคำถาม

ประเด็นหลัก	ประเด็นคำถาม	จำนวนข้อ
ตอนที่ 1 สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านหลักสูตรและการสอน ในรายวิชาเฉพาะของสาขาวิชาการออกแบบ	1.ความจำเป็นด้านทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 2.การเรียนรู้ผ่านทางทัศนภาพ 3.ปัญหาที่พบ	5
ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์	1.ความพร้อมของผู้เรียน 2.ปัญหาด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน 3.วิธีการแก้ปัญหาของผู้สอน	3
ตอนที่ 3 สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านกิจกรรมการเรียนการสอน	เทคนิค วิธีสอน และปัญหาที่พบเกี่ยวกับ 1.การมองภาพสองมิติ ที่เชื่อมโยงกับภาพสามมิติ 2.การรับรู้ขนาดและสัดส่วน 3.การมุนภาพในใจ	3
ตอนที่ 4 สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้	1.สื่อการสอนที่ใช้ 2.การใช้สื่อบทเรียนมัลติมีเดีย ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ	4
ตอนที่ 5 สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านการวัดและประเมินผล	วิธีการวัดและประเมินผล	1
รวม		16

นำแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา สำนวนภาษา และความครอบคลุมของข้อคำถาม ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยติดต่อนักวิจัยทางอีเมลเพื่อขออนุญาตใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ Santa Barbara Solids Test ที่ออกแบบและพัฒนา โดย Cohen & Hegarty (2012) ชุดของคำถามและตัวเลือกเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ในตัวเลือกนั้นๆ จะมีข้อถูกเพียงข้อเดียว ส่วนข้ออื่นเป็นตัวลวง ผู้วิจัยนำชุดแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ Santa Barbara Solids Test ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ มาแปลเป็นภาษาไทยโดยศูนย์การแปลภาษา และสร้างแบบทดสอบด้วย Google form เพื่อสะดวกในการใช้งาน (ดูภาคผนวก ข)

ขั้นตอนที่ 4 นำแบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบ ไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1.1 สภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ สัมภาษณ์คณาจารย์ ที่สอนในสาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองและส่งอีเมล โดยนำแบบสัมภาษณ์พร้อมจดหมายขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล จากสำนักงานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้บริหารและอาจารย์กลุ่มตัวอย่างของสถาบันอุดมศึกษาตาม ตารางที่ 3.1 ใช้วิธีการเก็บข้อมูลโดยโทรศัพท์นัดวันเวลาล่วงหน้าเพื่อสัมภาษณ์ ณ ที่ทำงาน โดยส่งแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างไปล่วงหน้าทางอีเมล และกรณีที่อาจารย์ไม่สะดวกให้เข้าสัมภาษณ์ จะส่งเอกสารตอบกลับมาทางอีเมล ใช้เวลาในการสัมภาษณ์ครั้งละประมาณ 1 ชั่วโมงต่อการสัมภาษณ์อาจารย์ 1 ท่าน ดำเนินการสัมภาษณ์ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2561 ถึง เดือนธันวาคม 2562

4.1.2 การเก็บข้อมูลความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักศึกษาดำเนินการโดย การทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง กับ นักศึกษา สาขาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ในระดับอุดมศึกษา โดยนำจดหมายขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากสำนักงานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้บริหาร และประสานกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบใน 3 รายวิชาที่มีการใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ในการเรียน ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ในภาคเรียนที่ 2/61 และ 1/62 โดยขออนุญาตเข้าเก็บข้อมูลในช่วงต้นโดยใช้เวลาของชั่วโมงเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ Santa

Barbara Solids Test ที่เตรียมไว้ในรูปแบบ Google form ผู้วิจัยชี้แจงให้นักศึกษาทราบว่าคะแนนจากการทดสอบไม่มีผลต่อคะแนนในรายวิชา ผู้วิจัยได้มีการแนะนำหลักการมองภาพก่อนทำแบบทดสอบ 30 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลต่อหนึ่งกลุ่มครั้งละประมาณ 45 นาที มีการสุ่มมอบรางวัลแก่นักศึกษาที่เข้าร่วมการทดสอบโดยแจ้งล่วงหน้าก่อนถึงกำหนดวันทดสอบ เพื่อสร้างแรงจูงใจแก่นักศึกษาให้มาเข้าร่วมทันกำหนดเวลาทดสอบ

ภาพที่ 3.1 บรรยากาศในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์กับหน้าจอเตรียมความพร้อมก่อนทดสอบ

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่ออธิบายสภาพปัญหาและความต้องการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างอาจารย์

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่ออธิบายสภาพปัญหาและความต้องการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ จากการสัมภาษณ์และตอบแบบสัมภาษณ์ จากอาจารย์กลุ่มตัวอย่างผู้สอนวิชาเขียนแบบเบื้องต้น ที่มีประสบการณ์สอนวิชานี้ ตั้งแต่ 5-25 ปี มีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยตรวจความสมบูรณ์ของคำตอบที่ได้
2. ผู้วิจัยแยกหมวดหมู่ตามตัวแปรที่ต้องการศึกษาจากสภาพปัจจุบัน ความต้องการและข้อเสนอแนะของผู้สอน แล้วนำมาวิเคราะห์ตีความสรุปข้อมูล ปัญหาและข้อเสนอแนะ
3. แบบสอบถามแบบตรวจสอบรายการและเติมข้อความ นำมาวิเคราะห์ด้วย
4. ค่าสถิติพื้นฐาน โดยการแจกแจงความถี่ และนำเสนอข้อมูลในรูปกราฟ และแปลความหมายเป็นความเรียงในแต่ละตอน

5. นำข้อมูลที่ได้จาการสัมภาษณ์ไปใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

4.2.2 ข้อมูลจากผลการทดสอบวัดมิติสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่าง นิสิต นักศึกษา สาขาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ในระดับอุดมศึกษา

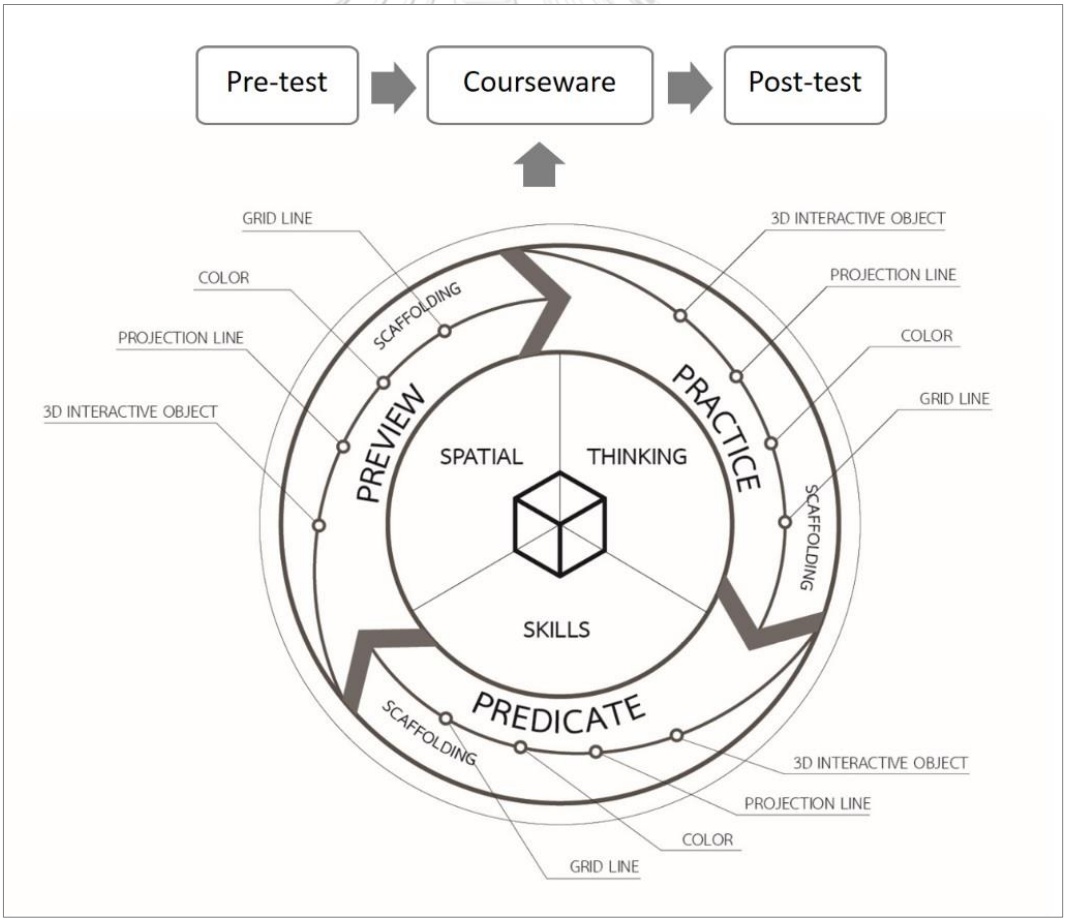
ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล จากการใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ Santa Barbara Solids Test : cross–section test มีขั้นตอน โดย ตรวจความสมบูรณ์ของคำตอบ ตรวจคำตอบ รวมคะแนนเป็นรายคน และจัดกลุ่มผู้เรียน แบ่งเป็นสองกลุ่มตามช่วงคะแนนคือ ช่วงคะแนน 1-15 คะแนน เป็นกลุ่มอ่อน และ 16-30 คะแนน เป็นกลุ่มเก่ง นำมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐาน โดยการแจกแจงความถี่ และนำเสนอข้อมูลในรูปกราฟ และแปลความหมายเป็นความเรียงในแต่ละตอนเปรียบเทียบกับข้อมูลสัดส่วนผู้เรียนกลุ่มอ่อนที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้สอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 2 การพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

การวิจัยในขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ โดยใช้หลักการออกแบบการสอนที่พัฒนาจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ และความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับกลยุทธ์ทางทัศนภาพในการสอนมิติสัมพันธ์ในสาขาวิชาออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นเครื่องมือ ประกอบด้วยองค์ประกอบและขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 1

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบประเมินร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (ดูภาคผนวก ค) โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินร่างโมเดลฯ โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาในด้านองค์ประกอบที่สำคัญ ลักษณะของแบบสอบถามความเห็น

2.2 สร้างแบบประเมินร่างโมดลฯ โดยนำองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ หลักการที่ใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างโมเดลฯ วัตถุประสงค์ของโมเดลฯ แผนภาพโมเดลฯ องค์ประกอบของโมเดลฯ ขั้นตอนของโมเดลฯ การใช้งานโมเดลฯ แบ่งเป็น 6 ตอน รวม 19 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 3.3 ใช้เกณฑ์การประเมิน 2 ลักษณะ คือ แบบปลายปิด (Close-ended) และแบบปลายเปิด (Open-ended) ดังนี้

2.1.1 แบบปลายปิด (Close-ended) โดยมีแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert scale) แบ่งเป็น 4 ตอน จำนวน 13 ข้อ โดยให้ค่าน้ำหนักของแบบประมาณค่าดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

และได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้

4.50-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
2.50-3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
0.00-1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

นอกจากนี้ยังมีแบบเลือกตอบแบบหลายตัวเลือก จำนวน 1 ข้อ เป็นคำถามที่ให้แสดงความเห็นข้อสรุปจากการประเมินร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

2.2.2 แบบปลายเปิด (Open-ends) จำนวน 5 ข้อ เป็นคำถามที่ให้แสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่มีต่อประเด็นต่างๆ ในแบบประเมินร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตารางที่ 3.3 จำนวนข้อของแบบประเมิน ตามประเด็นคำถาม

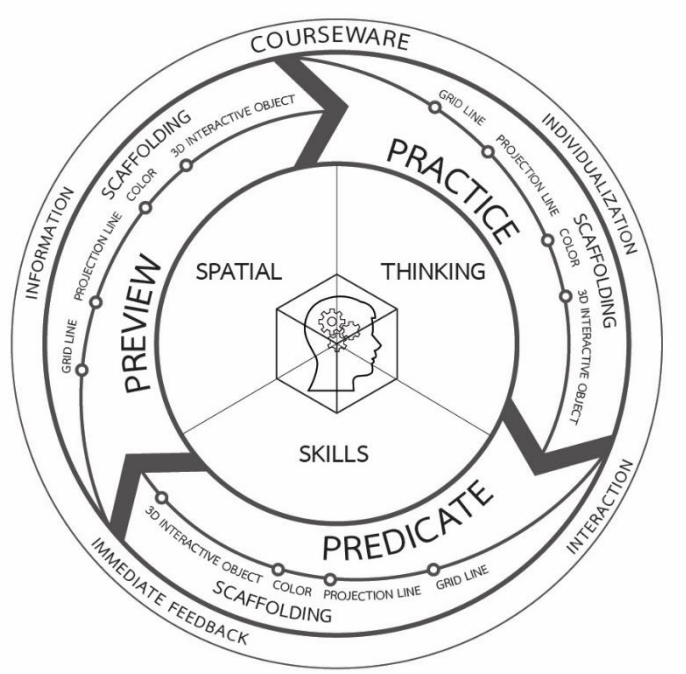
ประเด็นหลัก	ประเด็นคำถาม	จำนวนข้อ
ตอนที่ 1 บทนำ	1.หลักการและแนวคิดพื้นฐาน 2.วัตุประสงค์ 3.แผนภาพโมเดลและการสื่อความหมาย 4.ข้อเสนอแนะ	4 คำถามปลายเปิด 1 ข้อ
ตอนที่ 2 องค์ประกอบ	1.คอร์สแวร์ 2.กลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพ 3.ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ 4.ข้อเสนอแนะ	3 คำถามปลายเปิด 1 ข้อ
ตอนที่ 3 ขั้นตอน	1.ดู 2.ฝึก 3.สรุปพยากรณ์ 4.ข้อเสนอแนะ	3 คำถามปลายเปิด 1 ข้อ
ตอนที่ 4 การนำไปใช้	1.ความเหมาะสมในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 2.ความเหมาะสมของขั้นตอนและกิจกรรม 3.ความเป็นไปได้ 4.ข้อเสนอแนะ	3 คำถามปลายเปิด 1 ข้อ
ตอนที่ 5 ข้อเสนอแนะ	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	- คำถามปลายเปิด 1 ข้อ
ตอนที่ 6 ข้อสรุป	ความเหมาะสม	1

2.3 ผู้วิจัยนำ แบบประเมินความเหมาะสมของร่างบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ และร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่สร้างเสร็จ แล้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา สำนวนภาษา ตลอดจนความครอบคลุมขององค์ประกอบ และขั้นตอน

2.4 ปรับปรุงโมเดล ตามภาพที่ 3.3 ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา และนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลต่อไป



ภาพที่ 3.3 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน ด้วยตนเอง และทางอีเมล (ดูรายชื่อในภาคผนวก ก) เพื่อตรวจความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ และความครอบคลุมของโมเดล

ผู้ทรงคุณวุฒิ 7 คน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนในสาขาออกแบบ จำนวน 2 คน ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 4 คน และด้านการออกแบบการสอน จำนวน 1 คน จากสถาบันการศึกษาของรัฐบาลและเอกชน ใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง คือ แบบเจาะจงคุณสมบัติ (Purposive sampling) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดคุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิไว้คือ

1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนในสาขาออกแบบ ที่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 5 ปี จำนวน 2 ท่าน หรือ เป็นผู้มีผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับทางด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงวิชาการ หรือ มีตำแหน่งวิชาการหรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิตในสาขาที่เกี่ยวข้องกับมิติสัมพันธ์

2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ที่ประสบการณ์ทำงานมากกว่า 5 ปี จำนวน 4 ท่าน หรือ เป็นผู้มีผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับทางเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงวิชาการ หรือ มีตำแหน่งวิชาการหรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิตในสาขาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

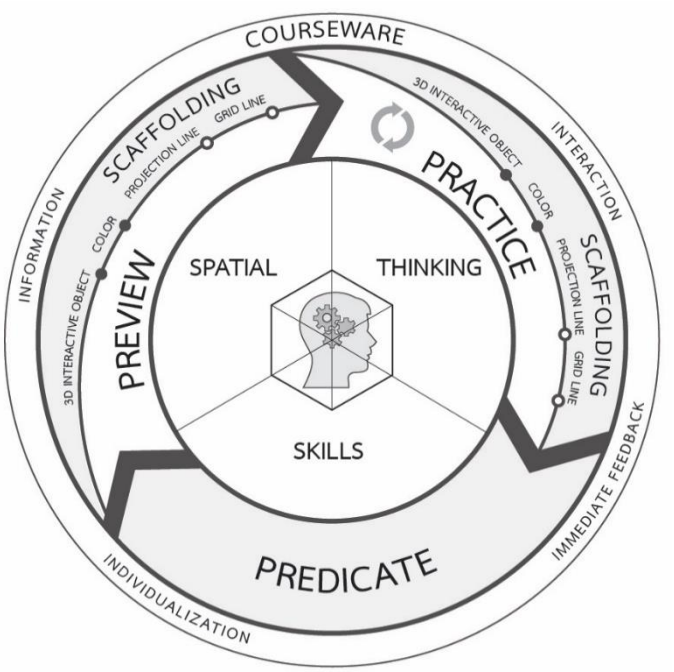
3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบการสอนศึกษา ที่ประสบการณ์ทำงานมากกว่า 5 ปี จำนวน 1 ท่าน หรือ เป็นผู้มีผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงวิชาการ หรือ มีตำแหน่งวิชาการหรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิตในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบประเมินความเหมาะสมของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ มาแจกแจงความถี่ หาค่าเฉลี่ย และนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง (ดูภาคผนวก ข) และแปลความหมายเป็นความเรียง ส่วนคำถามปลายเปิดนำมาวิเคราะห์เนื้อหา จัดหมวดหมู่ และนำเสนอข้อมูลโดยการตีความสรุปข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 ผู้วิจัยนำผลการประเมินความเหมาะสมของร่างบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ และร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินแล้ว ไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อปรับแก้ไขโมเดลตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ได้โมเดลฯ ที่ปรับปรุงแล้วตามภาพที่ 3.4 เพื่อไปทำการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 3.4 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 3

ระยะที่ 3 การทดลองใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

การวิจัยในขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และตรวจสอบคุณภาพต้นแบบบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ตามโมเดลที่ได้พัฒนา

จากการศึกษาข้อมูลในระยะที่ 1 บทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เป็นคอร์สแวร์ประเภทแบบฝึกหัด ที่มีคุณสมบัติ 4Is คือ Information, Interaction, Intermediate feedback, และ Individualization เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีการนำเสนอเนื้อหา แสดงตัวอย่าง และมีโจทย์แบบฝึกหัดให้ฝึกซ้ำๆ ได้จนกว่าจะชำนาญ โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาในการเรียน มีแบบทดสอบ และทราบผลประเมินในทันที ฝึกได้นอกเวลาเรียนได้โดยใช้อุปกรณ์พื้นฐานที่มี เช่น คอมพิวเตอร์พื้นฐานทั่วไป อุปกรณ์พกพาแทบเล็ท ไอแพด ใช้งานผ่านเบราเซอร์ โดยไม่ต้องลงโปรแกรมใดๆ เพิ่มในอุปกรณ์ และไม่ต้องมีผู้สอน

ผู้วิจัยใช้หลักการออกแบบระบบการเรียนการสอน ตามกระบวนการ ADDIE มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1.1 ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ และข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้สอนในการวิจัยระยะที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (Learner characteristic & Learning style)

เพื่อทราบลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนสาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ประสบการณ์ ความรู้ ความสามารถและทักษะต่างๆ เช่น ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ความสนใจทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา เป็น Generation-Z (เกิดหลัง พ.ศ.2540) ซึ่งเป็นคนรุ่นใหม่ในยุคปัจจุบัน สนใจเรียนรู้พัฒนาในสิ่งที่มีความหมายต่อตนเอง เติบโตมาพร้อมกับสิ่งอำนวยความสะดวกมากมายที่อยู่แวดล้อม มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีต่างๆ และเรียนรู้ได้เร็ว จึงมีความคล่องตัวในการใช้ User interface บนหน้าจอและอุปกรณ์ สำหรับการเรียนบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

2) วิเคราะห์โครงสร้างเนื้อหา และบริบทที่สัมพันธ์กับกลุ่มเป้าหมาย (Content & Contexts analysis)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มาตรฐานการเรียนรู้ ที่ 3 ทักษะทางปัญญา ตามมคอ.2 ของหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ข้อ 3.2.3.3 กำหนดความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา ให้มีทักษะในเรื่องมิติสัมพันธ์ที่สามารถเข้าใจ ที่ว่างและรูปทรง จากผลการศึกษาความต้องการจำเป็นในระยะที่ 1 ผู้วิจัยเลือกพัฒนาตามเนื้อหาในรายวิชาเขียนแบบเบื้องต้นของสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ หรือ พื้นฐานกราฟิคเพื่อการสื่อสาร (Fundamentals of graphics communication) ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานของหมวดวิชาเฉพาะของสาขาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการออกแบบ ได้แก่ สาขาสถาปัตยกรรม สาขาสถาปัตยกรรมภายใน สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการสร้างบทเรียนมัลติมีเดียฯ มี 3 เรื่อง คือ การมองภาพไอโซเมตริก (Isometric) การมองภาพออโธกราฟิก (Orthographic) และการมองภาพตัด (Section) และปรับการมองภาพออโธกราฟิก จากสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ที่ต้องมอง แบบ 6 ด้าน คือ รูปด้านบน รูป

ด้านล่าง ด้านด้านซ้าย รูปด้านขวา รูปด้านหน้า รูปด้านหลัง เป็นการมองแบบ 3 ด้าน คือ ด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง ที่ใช้สอนกันทั่วไปในสาขาออกแบบ นำเสนอโครงสร้างแบบเส้นตรง (Linear structure) แบบกำหนดเงื่อนไข (Flow) ตามผลคะแนนการทำแบบฝึกหัดครั้งแรก บทเรียนแบ่งเนื้อหาเป็นโมดูล (Module) ใช้รูปทรงเรขาคณิตอย่างง่ายไปจนถึงรูปทรงที่ซับซ้อน มีมุมหลบ มุมหลอก มีตัวอย่างที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนได้ใช้เวลากับหัวข้อนั้นๆ ให้มาก ไม่จำกัดเวลา สามารถทวนซ้ำ ทำใหม่ได้ตามความต้องการ

3) วิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนและกิจกรรมที่เหมาะสม (Instructional setting analysis)

จากผลการศึกษาในระยะที่ 1 การใช้บทเรียนมัลติมีเดียนี้เป็นการเรียนเสริม โดยใช้รูปแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตัวเอง หรือเรียนเป็นกลุ่มย่อย 2-3 คน ให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมกิจกรรมการเรียนทั้งหมด เน้นการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน (Active learning) ในรูปแบบการดูเนื้อหา ทำแบบฝึกหัดในหลากหลายวิธีฝึกแต่ได้เรียนรู้เรื่องเดียวกัน และรับทราบสรุปผลการเรียน

4) วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ การใช้อุปกรณ์ และเทคโนโลยีสารสนเทศในสถานศึกษาของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (Environment learning analysis)

สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ของสถานศึกษาที่เข้าเก็บข้อมูล มีความพร้อมในการให้บริการใช้งานระบบเครือข่ายอินเตอร์เนท ข้อมูลบทเรียนสามารถเก็บไว้ที่ Server ของมหาวิทยาลัย ที่ https://rsu.ac.th/mitisumpun ทำให้สะดวกในการเข้าถึงบทเรียน ไม่ต้องกังวลในการดูแลรักษา มีความสะดวกในเรื่องห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ ผู้วิจัยเลือกใช้ Software ในการผลิตบทเรียน คือ Adobe Captivate เนื่องจากมีเครื่องมือสำเร็จรูปในโปรแกรมให้ใช้งานได้อย่างง่าย สามารถสร้างเงื่อนไขเส้นทางการเรียนได้ สามารถนำ Embedded code ของแหล่งทรัพยากรภายนอกที่อยู่ภายนอกมาแสดงผลมาวางฝังในบทเรียนได้ ซึ่งเมื่อผลิตบทเรียนใส่ Action script แล้วส่งออกเผยแพร่ให้อยู่ในรูปแบบ HTML5 ที่สามารถแสดงผลบน Mobile device และ Pack SCORM นำบทเรียนขึ้นไปวางบนระบบ Server ผู้เรียนจะสามารถใช้งานบทเรียนได้ผ่าน web browser ทั้งระบบปฏิบัติการ Window และ Macintosh

1.2 ขั้นออกแบบ (Design)

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบบทเรียน จากการวิเคราะห์ข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ และข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้สอนในการวิจัยระยะที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Performance objective) และออกแบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

กำหนดตัวชี้วัดที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ โดยวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่

1.1 ผู้เรียนสามารถบอก/ระบุ ขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง ได้อย่างแม่นยำ แม้ว่าจะเปลี่ยนตำแหน่งการมองวัตถุจากมุมที่แตกต่างกัน (การหมุนภาพในใจ)

1.2 ผู้เรียนสามารถบอกความเชื่อมโยงรายละเอียดของวัตถุ ที่ปรากฏในภาพสองมิติ กับภาพสามมิติ

ตารางที่ 3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ของเนื้อหา

โมดูลที่	เนื้อหาที่แสดง	องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์									
		Spatial	Perception	Spatial	Visualization	Mental	Rotations	Spatial	Relations	Spatial	Orientation
1	ภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded plans)	/		/		/		/		/	
2	ภาพออโธกราฟิก (Orthographic)	/		/		/		/		/	
3	ภาพตัด (Section)	/		/		/		/		/	

กำหนดเนื้อหาแบ่งเป็น 3 โมดูล คือ การมองภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded plans) การมองภาพออโธกราฟิก (Orthographic) และการมองภาพตัด (Section) ที่สอดคล้องกับองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ที่ต้องการศึกษา ได้แก่ ความสามารถในด้าน 1) Spatial perception 2) Spatial visualization 3) Mental rotations 4) Spatial relations 5) Spatial orientation ดังแสดงในตารางที่ 3.4

2) สร้างเครื่องมือวัดและวิธีประเมินผลการเรียน (Assessment instrument)

โดยออกแบบโจทย์แบบฝึกหัด และแบบทดสอบท้ายบทเรียน (ดูภาคผนวก ค) จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในแต่ละบทเรียนควรมีแบบฝึกหัดที่หลากหลายวิธี ผู้วิจัยออกแบบให้แต่ละโมดูลมี 3 วิธีการฝึก และมีวิธีการตอบในบทเรียนที่หลากหลาย ได้แก่ เลือกตอบ ลากวาง จับคู่ ใน 1 โมดูลมี 3 แบบฝึกหัด แบบฝึกหัดละ 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน แจ้งผลคะแนนรวมการทำแบบฝึกหัดทุกครั้งที่ทำแบบฝึกหัดเสร็จในครั้งแรก และแจ้งผลถูกผิดเป็นรายข้อหลังการทำแบบฝึกหัดแต่ละข้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในครั้งถัดไป (ของแบบฝึกหัดเดิม) แบบทดสอบท้ายบทเรียนใช้วิธีการสุ่มแบบฝึกหัดที่เคยทำแล้วในทั้งสามแบบฝึกหัดของโมดูลนั้นๆ จำนวน 10 ข้อ แจ้งผลสรุปคะแนนและการแปลผลหลังจากทำแบบทดสอบเสร็จ เพื่อการตัดสินใจของผู้เรียนว่าจะกลับไปทบทวน หรือ เรียนต่อในโมดูลถัดไป

โมดูลที่ 1 เรื่องการมองภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded plans) (ดูภาพประกอบที่ 3.5)

แบบฝึกหัดที่ 1.1 ศึกษาจากผังรหัสความสูงที่กำหนดให้ และไม่ได้กำหนดทิศทางการมอง ใช้คำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้เลือกภาพไอโซเมตริกที่สัมพันธ์กับผังรหัสความสูง

แบบฝึกหัดที่ 1.2 ศึกษาจากภาพไอโซเมตริก และมุมมองในผังที่กำหนดทิศทางการมองมาให้ ใช้รูปแบบการตอบ แบบลากวาง นำตัวเลขแสดงความสูงไปวางในตำแหน่งที่ถูกต้องของผังรหัสความสูงที่สัมพันธ์กับรูปไอโซเมตริกที่กำหนดให้

แบบฝึกหัดที่ 1.3 ศึกษาจากภาพไอโซเมตริก และผังรหัสความสูงที่กำหนดให้ ใช้รูปแบบการตอบ แบบลากวาง นำสัญลักษณ์การมองไปวางในตำแหน่งที่ถูกต้องของผังรหัสความสูงที่สัมพันธ์กับรูปไอโซเมตริกที่กำหนดให้

โมดูลที่ 2 เรื่องการมองภาพออโธกราฟิก (Orthographic) (ดูภาพประกอบที่ 3.6)

แบบฝึกหัดที่ 2.1 ศึกษาจากภาพไอโซเมตริก และภาพออโธกราฟิกที่กำหนดให้ ใช้คำถามแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก โดยให้เลือกภาพด้านข้างที่สัมพันธ์กับ ภาพด้านหน้าและด้านบน ของรูปไอโซเมตริกที่กำหนดให้

แบบฝึกหัดที่ 2.2 ศึกษาจากภาพออโธกราฟิกที่กำหนดให้ ใช้คำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้เลือกภาพไอโซเมตริกที่สัมพันธ์กับภาพด้านหน้า ภาพด้านบน และภาพด้านข้าง ที่กำหนดให้

แบบฝึกหัดที่ 2.3 ศึกษาจากภาพไอโซเมตริกที่มีตัวอักษรบนระนาบ และภาพออโธกราฟิกที่มีตัวเลขบนระนาบ ใช้รูปแบบการตอบ แบบลากวาง นำตัวเลขแทนระนาบต่างๆ ของภาพด้านหน้า ภาพด้านบน และภาพด้านข้าง ที่สัมพันธ์กับภาพไอโซเมตริกที่กำหนดให้ ไปวางในตำแหน่งที่ถูกต้องของตารางคำตอบ ทำถูกทุกตำแหน่งของภาพได้ 1 คะแนน

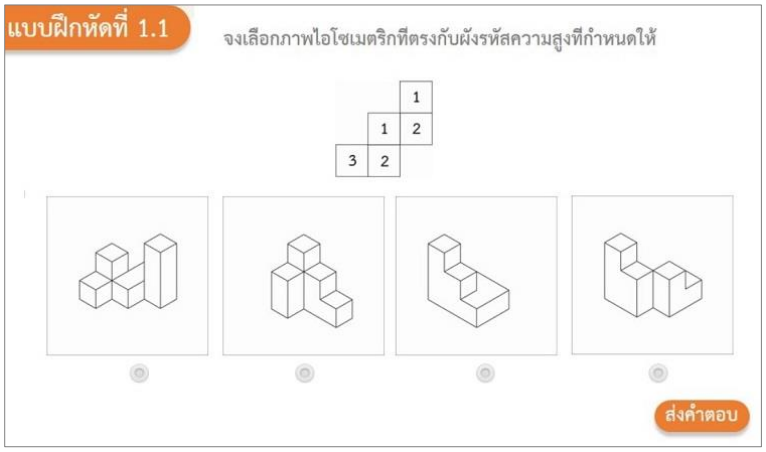
โมดูลที่ 3 ภาพตัด (Section) (ดูภาพประกอบที่ 3.7)

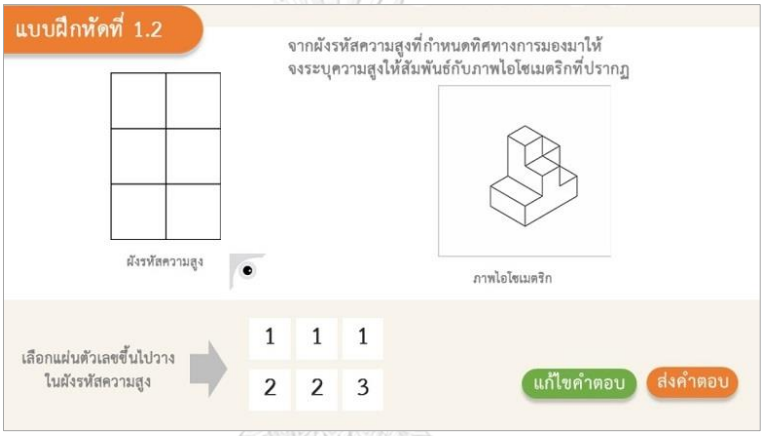
แบบฝึกหัดที่ 3.1 ศึกษาจากภาพไอโซเมตริกที่มีระนาบตัดผ่าน ใช้คำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้เลือกภาพแนวที่ถูกตัดที่สัมพันธ์กับภาพไอโซเมตริกและแนวตัดที่กำหนดให้

แบบฝึกหัดที่ 3.2 ศึกษาจากภาพไอโซเมตริกที่มีช่องเจาะหรือรูกลวง ที่มีระนาบตัดผ่านหลายระนาบ ใช้คำถามแบบจับคู่ ภาพแนวที่ถูกตัดที่สัมพันธ์ภาพไอโซเมตริกและแนวตัดที่กำหนดให้ ทำถูกทั้ง 4 ข้อ ได้ 1 คะแนน

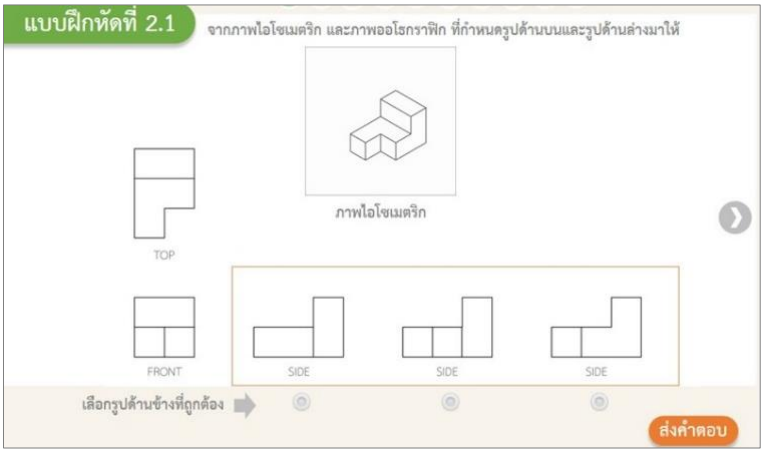
แบบฝึกหัดที่ 3.3 ศึกษาจากภาพไอโซเมตริกของวัตถุสองชิ้น และวัตถุที่มีช่องเจาะที่มีระนาบตัดผ่าน ใช้คำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้เลือกภาพแนวที่ถูกตัดที่สัมพันธ์กับภาพไอโซเมตริกและแนวตัดที่กำหนดให้ ความแตกต่างจาก 3.1 คือเพิ่มความซับซ้อนของภาพวัตถุที่ใช้เป็นโจทย์

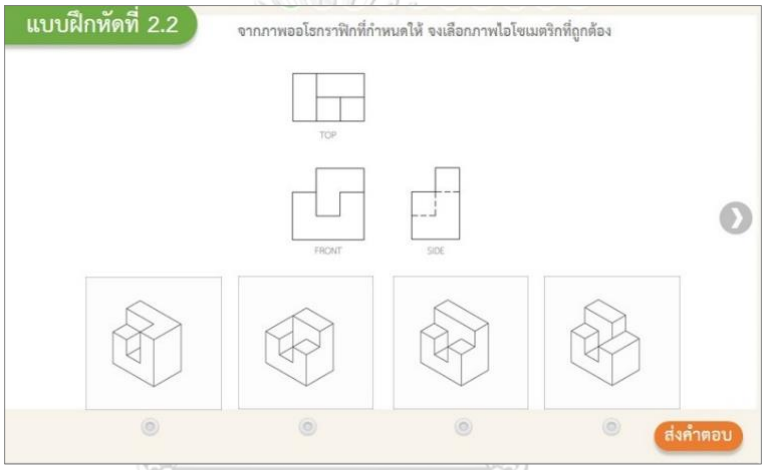
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

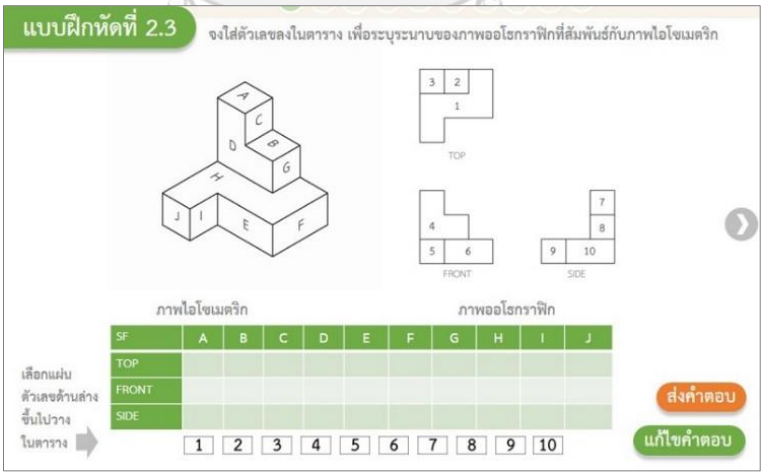




ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างแบบฝึกหัดโมดูล 1 ที่แตกต่างกันในวิธีการฝึก







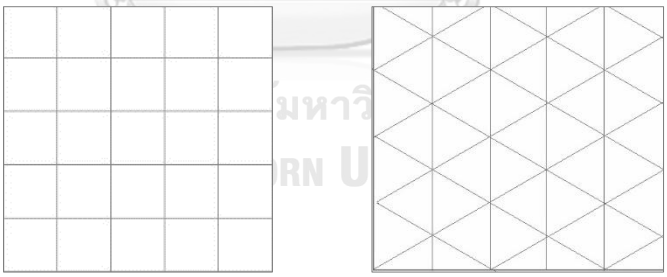
ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างแบบฝึกหัดโมดูล 2 ที่แตกต่างกันในวิธีการฝึก

ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างแบบฝึกหัดโมดูล 3 ที่แตกต่างกันในวิธีการฝึก

3) กำหนดกลยุทธ์การสอนที่ใช้ทัศนภาพในลักษณะต่างๆ (Determine instructional strategy) จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย ตำราที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์ ผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ ในระยะที่ 1 กลยุทธ์ทางทัศภาพเพื่อเสริมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนกลุ่มอ่อน เป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการสื่อสารมองภาพเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงระหว่างตำแหน่งต่างๆ ในรูปสองมิติ กับ รูปสามมิติ ได้แก่ เส้นกริด (Grid line) การใช้เส้นโปรเจคชั่น (Projection line) สี (Color) ตัวอักษร เส้นประ และภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object) มี 2 ลักษณะคือ แสดงผลแบบก้อนตัน กับแบบมองภาพโปร่งแสงเน้นสีบริเวณพื้นที่วัตถุที่ระนาบตัดผ่าน (Intersection) โดยผู้วิจัยเลือกใช้กลยุทธ์ทางทัศนภาพ 3 ชนิดในแต่ละโมดูล ซึ่งจะแตกต่างกันโดยสัมพันธ์กับเนื้อหา ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 กลยุทธ์ทางทัศนภาพที่เลือกใช้ในแต่ละโมดูล

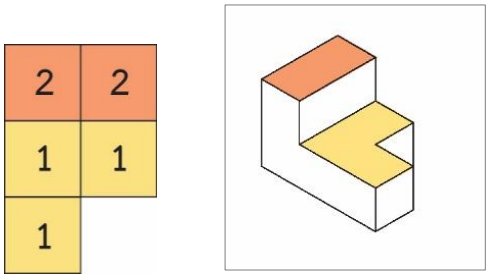
โมดูลที่	เนื้อหาและแบบฝึกหัด	การเสริมต่อการเรียนทางทัศนภาพ (Visual scaffolds)				
		ตาราง กริด	เส้น โปรเจคชั่น	สี	ภาพสามมิติเคลื่อนไหวโต้ตอบ	
					แบบทึบ	แบบโปร่งมองทะลุ
1	การฝึกมองภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง	มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี
2	การฝึกมองภาพออโธกราฟิก	มี	มี	มี	มี	ไม่มี
3	การฝึกมองภาพตัด	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี	มี



a b

ภาพที่ 3.8 เส้นกริด (Grid line)

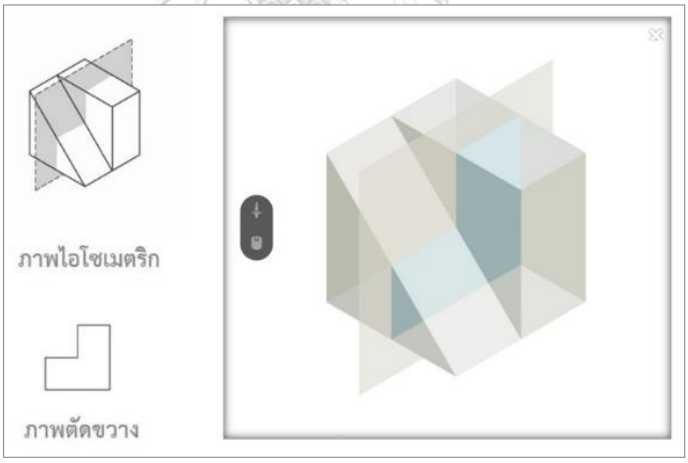
ในภาพที่ 3.8 ผู้วิจัยเลือกใช้เส้นกริด (Grid line) เพื่อช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ โดยเส้นกริด (Grid line) แบบ a ใช้ร่วมกับการแสดงภาพ 2 มิติ ส่วนเส้นกริดแบบ b ใช้ร่วมกับการแสดงภาพสามมิติ องศาของเส้นทแยงจะเอียงทำมุมตามภาพไอโซเมตริก เส้นกริดทั้งสองแบบช่วยในการวัดระยะ เปรียบเทียบสัดส่วน แนวเส้นกริดจะเชื่อมโยง ตำแหน่งต่างๆ ของวัตถุ ทั้งสองชนิดนี้จะใช้วางเป็นพื้นหลังของภาพ



a b

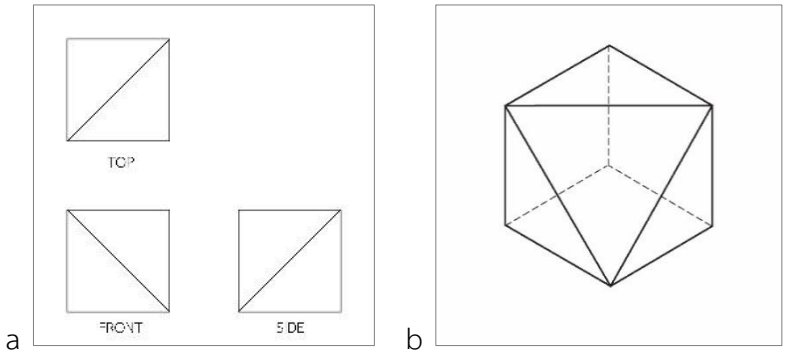
ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างการใช้สี (Color)

ในภาพที่ 3.9 ผู้วิจัยเลือกการใช้ สี (Color) เพื่อการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อชี้นำ (Cue) ความแตกต่างของระนาบที่แตกต่างกัน จากภาพ a ซึ่งเป็นภาพสองมิติ แสดงผังรหัสความสูง กับภาพ b ซึ่งเป็นภาพสามมิติ ของวัตถุรูปเดียวกัน ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างเป็นระบบจากส่วนใหญ่มาเป็นส่วนย่อย สร้างการรับรู้และเข้าใจ (Cognition) ของผู้เรียน แต่จะใช้สีตามความจำเป็นเพียงระนาบด้านบนเท่านั้น อีกสองด้านของรูปวัตถุในโมดูลอื่นๆ ก็จะใช้ในลักษณะเดียวกันเพื่อฝึกการใช้ความคิดของผู้เรียน

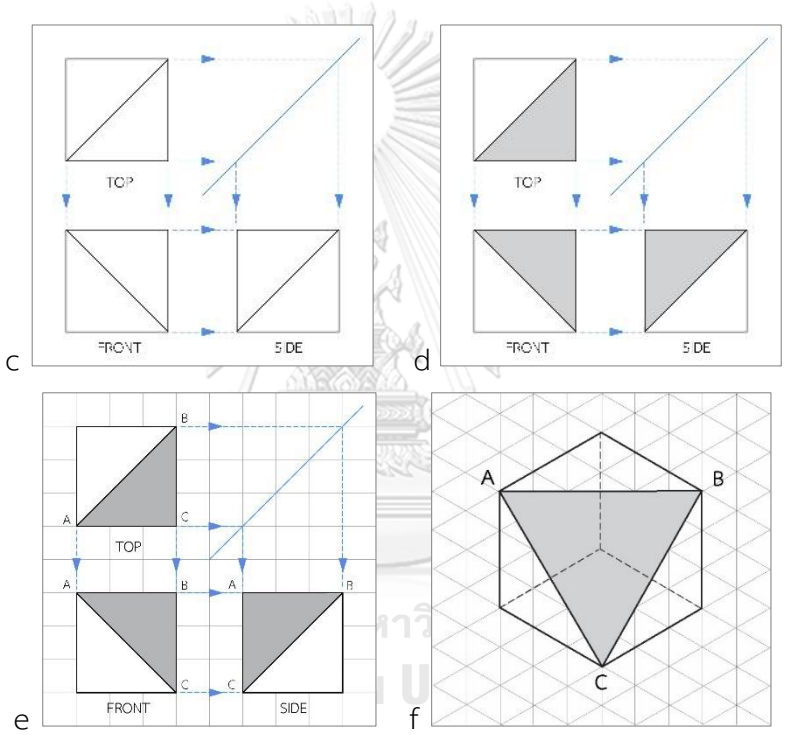


ภาพที่ 3.10 ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object) ชนิดโปร่งแสง

ในภาพที่ 3.10 ผู้วิจัยออกแบบการใช้ ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object) ชนิดภาพโปร่งแสง เพื่อเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพในการฝึกมองภาพตัด ผู้เรียนจะมองเห็นพื้นที่ส่วนที่ถูกตัดผ่านผิววัตถุเข้าไปด้านใน จึงสร้างภาพวัตถุให้มีคุณสมบัติโปร่งแสงโดยแสดงพื้นที่ส่วน intersection ระหว่างระนาบแผ่นตัดกับก้อนวัตถุด้วยสีที่แตกต่างเพื่อชี้นำ (Cue) เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นอย่างชัดเจน และสามารถขยับภาพเคลื่อนไหวได้

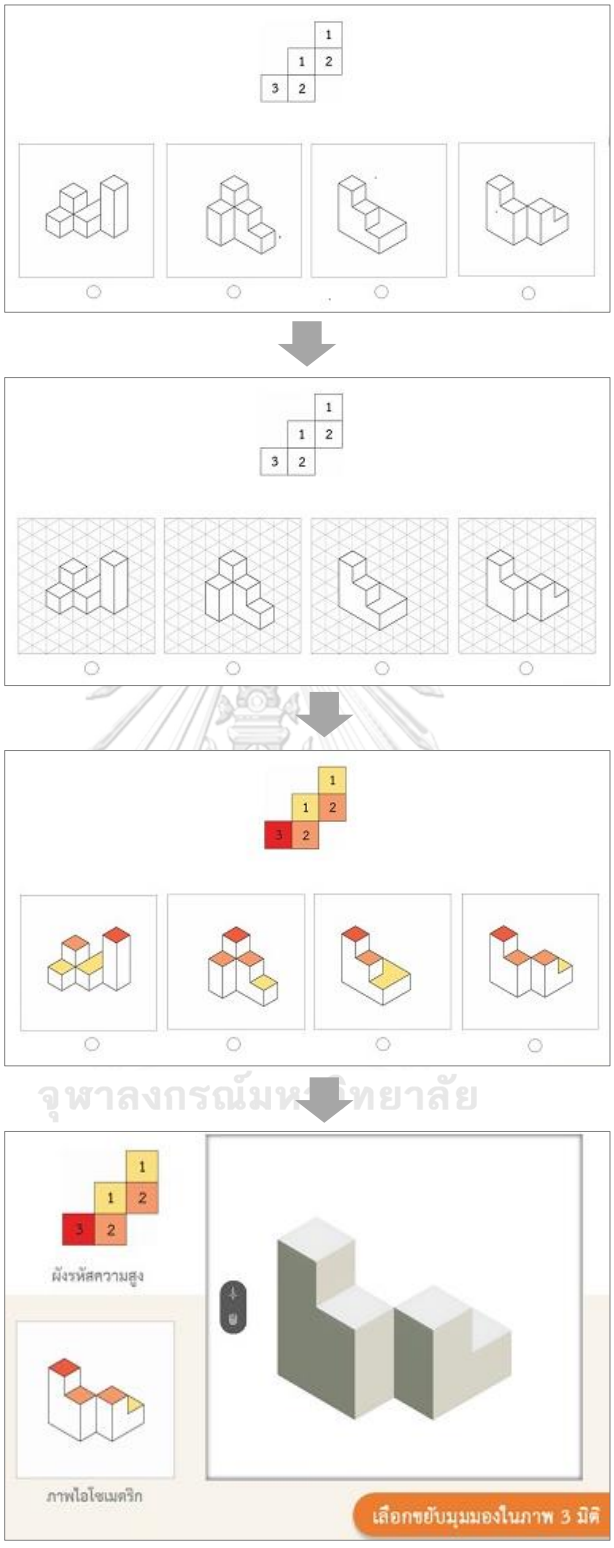


ภาพที่ 3.11 โจทย์แบบฝึกหัดตั้งต้น



ภาพที่ 3.12 วิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ด้วยเส้นโปรเจคชั่น สีและเส้นกริด

ในภาพที่ 3.11 โจทย์คำถามตั้งต้นในแบบฝึกหัดจะใช้ลักษณะภาพ a และ b คือใช้ลายเส้นสีดำพื้นหลังขาว ในภาพ a มีเพียงความเชื่อมโยงโดยการวางแนวภาพด้านบน และภาพด้านหน้าที่ตรงกันตามรูปแบบ pattern ของการจัดวางภาพออโธกราฟิก ผู้วิจัยออกแบบลำดับการให้เสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพในแบบฝึกหัด ในภาพที่ 3.12 ภาพ c ใช้เส้นโปรเจคชั่น ภาพ d เพิ่มการใช้สีเพื่อเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ และในภาพ e และ f ซึ่งเป็นส่วนของหน้าทบทวนหรือเฉลย ใช้ทั้งเส้นกริด เส้นโปรเจคชั่น และสี เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดในการสร้างความคิดเชื่อมโยง



ภาพที่ 3.13 การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพตาม flow ของบทเรียน ในข้อเดียวกัน

ในภาพที่ 3.13 แสดงวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพตาม flow ของบทเรียน ในข้อเดียวกัน ซึ่งผู้เรียนที่ทำคะแนนทดสอบครั้งแรกได้คะแนนน้อยก็จะได้รับการเสริมต่อการเรียนรู้ตั้งแต่ระดับพื้นฐานไปจนผู้เรียนได้รับทราบคำตอบและเห็นภาพเฉลยโดยมีภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนแทนการหมุนภาพในใจ สำหรับผู้เรียนที่ทำได้คะแนนเต็มยังสามารถเปิดดูหน้าทบทวนรายข้อและได้ใช้ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบให้ผู้เรียนได้พิจารณาในข้อที่ไม่มั่นใจแต่ตอบถูก ว่าจะมองเห็นอย่างไรแทนการหมุนภาพในใจ

4) ออกแบบกิจกรรมการเรียน (Learning task) และแผนจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบและพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้เพื่อดำเนินกิจกรรมการฝึกทักษะด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้หลักการจัดการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ (individualization Instruction) มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. วิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างผู้เรียน เนื้อหา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แนวคิดและหลักการของการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

2. วิเคราะห์รูปแบบกิจกรรม เพื่อกำหนดรายละเอียดของกิจกรรมในแผนจัดการเรียนรู้

3. ออกแบบแผนจัดการเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ ตามหลักการจัดการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ (Individualization Instruction) ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ดังนี้ (ดูภาคผนวก ค)

3.1 ทดสอบผู้เรียนก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่เตรียมไว้ในระยะที่ 1

3.2 ใช้ผลการทดสอบวัดความสามารถมิติสัมพันธ์ จากข้อ 3.1 เพื่อคัดเลือกผู้เรียนกลุ่มอ่อนที่ได้คะแนนทดสอบก่อนเรียนไม่เกิน 15 จากคะแนนเต็ม 30 หรือคะแนนทดสอบไม่เกิน 50%

3.3 ผู้เรียนจะดำเนินการเรียนรู้ด้วยบทเรียนตามเงื่อนไขที่วางไว้ในบทเรียน ตามศักยภาพของผู้เรียน

3.4 ผู้เรียนได้รับทราบผลการประเมินผลการเรียนรู้ของตนจากบทเรียน โดยมีผู้สอนให้ความช่วยหลืออำนวยความสะดวก เก็บข้อมูลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล และใช้ข้อมูลเพื่อการวางแผนการเรียนรู้ของผู้เรียนต่อไป

3.5 ทดสอบผู้เรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดมิติสัมพันธ์ที่เตรียมไว้ในระยะที่ 1 เพื่อสร้างความมั่นใจให้ผู้เรียนและตัดสินใจเลือกดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

4. นำแผนจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.6 ขั้นตอนการเรียนในภาพรวม

Input	Process	Outcome
ผู้เรียน	เรียนด้วยบทเรียนคอสแวร์ที่ใช้กลยุทธ์เสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ที่มีคุณลักษณะ 4Is ขั้นตอน 3P คือ ดู (Preview) ฝึก (Practice) และสรุปพยากรณ์ (Predicate)	ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

5. สร้างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการสร้างเครื่องมือโดย ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแผนการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ แล้วสร้างแบบประเมินด้วยคำถามจำนวน 4 ตอน ได้แก่ เนื้อหาบทเรียน แบบฝึกหัด กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ และแผนจัดการเรียนรู้

การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาตามแบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง ใช้มาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเด็นต่างๆ แน่ใจว่าสอดคล้อง ไม่แน่ใจ หรือแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง ใช้สูตรการคำนวณดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) (กรมวิชาการ: 2545) ดังนี้

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการตรวจสอบ

R คือ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

∑R คือ ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประเมินด้วยคะแนน 3 ระดับ คือ

+1 หมายถึง แน่ใจว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จึงยอมรับว่าประเด็นที่ประเมินนั้นๆ มีความเหมาะสม

6. นำแผนจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน (ดูรายชื่อในภาคผนวก ก) ประเมิน ความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแผนจัดการเรียนรู้ และความเหมาะสมในการใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพในแบบต่างๆ ที่ได้ออกแบบไว้ โดยใช้ แบบประเมินแผนจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ (ดูภาคผนวก ค)

6.1 ผลการตรวจประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้านคุณลักษณะมิติสัมพันธ์ที่ต้องการวัด ได้แก่ องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ 1) Spatial perception 2) Spatial visualization 3) Mental rotations 4) Spatial relations 5) Spatial orientation และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ โดยมีผลการวิคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ดังแสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 คะแนนประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้านคุณลักษณะมิติสัมพันธ์ที่ต้องการวัด

โมดูลที่	เนื้อหา	แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง	แน่ใจว่าสอดคล้อง	IOC
1	ภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans)	-	-	3	1
2	ภาพออโธกราฟิก (Orthographic)	-	-	3	1
3	ภาพตัด (Section)	-	-	3	1

จากตารางที่ 3.7 พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ได้พิจารณาประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้านคุณลักษณะมิติสัมพันธ์ที่ต้องการวัดที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ได้ค่า IOC มากกว่า 0.5 ทุกเนื้อหา จึงสรุปว่าหัวข้อเนื้อหาทั้ง 3 โมดูลมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้

6.2 ผลการตรวจประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบฝึกหัดที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้เป็นรายข้อ โดยมีแบบฝึกหัดโมดูลละ 3 แบบฝึกหัด ๆ ละ 10 ข้อ ทั้งหมด 3 โมดูลมีแบบฝึกหัดทั้งหมด 90 ข้อ ผลการวิคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้ค่า IOC มากกว่า 0.5 ทุกข้อ จึงสรุปว่าแบบฝึกหัดทั้ง 90 ข้อมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้

6.3 ผลการตรวจประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแผนจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีผลการวิคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ดังแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 คะแนนประเมินความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

โมดูลที่	แผนจัดการเรียนรู้	แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง	แน่ใจว่าสอดคล้อง	IOC
1	ภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans)	-	-	3	1
2	ภาพออโธกราฟิก (Orthographic)	-	-	3	1
3	ภาพตัด (Section)	-	-	3	1

จากตารางที่ 3.8 พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ได้พิจารณาประเมินความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ได้ค่า IOC มากกว่า 0.5 ทุกเนื้อหา จึงสรุปว่าแผนจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 โมดูลมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้

6.4 ผลการตรวจประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีผลการวิคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 คะแนนประเมินการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ

โมดูลที่	การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ	แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง	แน่ใจว่าสอดคล้อง	IOC
1	ภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans) ใช้ เส้นกริด สี และภาพสามมิติแบบเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบลักษณะก้อนทึบตัน (solid)	-	-	3	1
2	ภาพออโธกราฟิก (Orthographic) ใช้ เส้นกริด เส้นโปรเจคชั่น สี และภาพสามมิติแบบเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบลักษณะก้อนทึบตัน (solid)	-	-	3	1
3	ภาพตัด (Section) ใช้ สี ภาพสามมิติแบบเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบลักษณะก้อนทึบตัน (solid) และแบบโปร่ง	-	-	3	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 3.10 พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ได้พิจารณาประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ได้ค่า IOC มากกว่า 0.5 ทุกเนื้อหา จึงสรุปว่าการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพทั้ง 3 โมดูลมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้

สรุปผลการการพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียนรายโมดูล 3 โมดูล แบบฝึกหัดรายข้อ 90 ข้อ การใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพแต่ละ 3 โมดูล และแผนจัดการเรียนรู้ 3 โมดูล จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่ามากกว่า 0.5 ทุกข้อ สามารถนำไปใช้ได้

6.5 ผลการตรวจประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านสื่อ โดยมีผลการวิคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ดังแสดงในตารางที่ 3.10 และภาคผนวกที่ ค-3

ตารางที่ 3.10 คะแนนประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านสื่อ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับ
ส่วนนำของบทเรียน	4.33	0.58	มาก
การออกแบบระบบการเรียนการสอน	4.33	0.37	มาก
องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย	4.47	0.32	มาก
องค์ประกอบด้านการมีปฏิสัมพันธ์	4.42	0.32	มาก
คะแนนเฉลี่ยทุกด้าน	4.39	0.07	มาก

จากตารางที่ 3.11 พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ได้พิจารณาประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านสื่อ ได้ค่าเฉลี่ย 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.07 สามารถสรุปได้ว่ามีความเหมาะสมในระดับมาก จึงสรุปว่าบทเรียนมัลติมีเดียทั้ง 3 โมดูลมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้

7. นำคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้งาน ได้แก่ ให้เพิ่มสัญลักษณ์ลูกศร และข้อความเพิ่มในรูปตัวอย่างการมองภาพออโธกราฟิก (ดูภาคผนวก ค)

5) ออกแบบสื่อสนับสนุนการเรียนในบทเรียน (Instructional material)

ได้แก่ graphic organizer ภาพวัตถุสามมิติ ที่สร้างด้วยโปรแกรม Rhino แล้ว save ออกมาเป็นนามสกุล .obj นำขึ้นไปบนเว็ป p3d.in ปรับตั้งค่าการแสดงผลเป็นภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ ที่มีพื้นผิว สี และแสงเงาในลักษณะที่ต้องการ แล้วเผยแพร่ จากนั้น copy ค่า embedded code มาเตรียมไว้ สร้างภาพโจทย์แบบฝึกหัดและตัวเลือกคำตอบเพื่อส่งให้กับฝ่ายผลิตสื่อบทเรียน

6) ออกแบบผังงาน (Flowchart) และการดำเนินเรื่อง (Storyboard)

ผู้วิจัยได้ออกแบบผังงานให้สอดคล้องกับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน โดยในแบบฝึกหัดแต่ละชุด มีการสร้างรูปแบบการแสดงผลทั้งหมด 4 แบบ คือ

1) ชุดแบบฝึกหัดครั้งแรก จะเป็นภาพลายเส้นสีดำ พื้นขาว

2) ชุดแบบฝึกหัดสำหรับกลุ่มอ่อนที่ได้คะแนน 0-5 จะเพิ่มการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยเส้นกริด ในโมดูล 1 และ 2 โดยโมดูล 3 ใช้สี ในการให้ความช่วยเหลือแทนเส้นกริด

3) ชุดแบบฝึกหัดสำหรับกลุ่มปานกลางที่ได้คะแนน 6-9 จะเพิ่มการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยสี ในโมดูล 1 และ 2 โดยโมดูล 3 ใช้ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบในการให้ความช่วยเหลือแทนสี

4) ชุดแบบฝึกหัดสำหรับทบทวน สร้างความคิดรวบยอดให้กับผู้เรียน จะมีภาพเฉลยคำตอบ พร้อมกับภาพโจทย์ที่มีการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยสี และภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ

โดยกำหนดเงื่อนไขของ flow ไว้ดังนี้

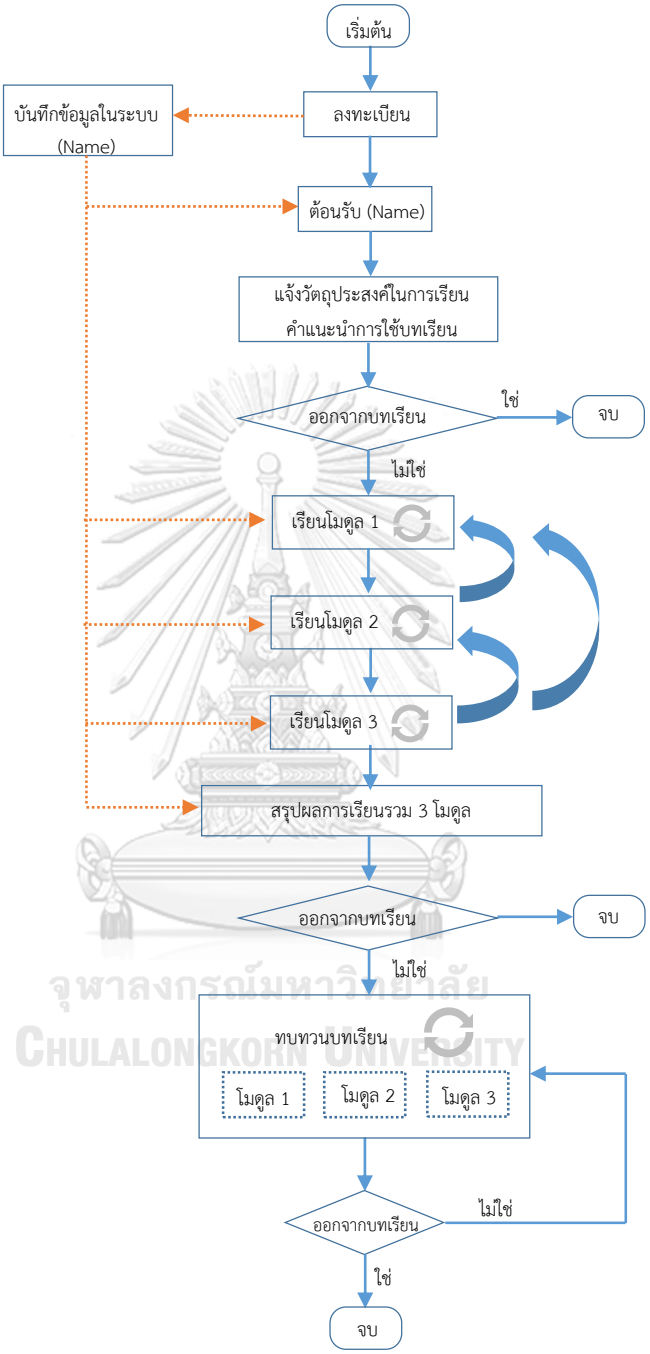
1) ทำแบบฝึกหัดครั้งแรก จะทราบผลคะแนนรวม ไม่แสดงผลรายข้อ

2) หากผู้เรียนได้คะแนนเต็ม 10 สามารถเลือกดูหน้าทบทวน หรือเลือกเรียนหัวข้อต่อไป

3) หากผู้เรียนได้คะแนน 0-5 ต้องทำแบบฝึกหัดใหม่ทั้งหมดในชุดที่ 2 โดยการทำแบบฝึกหัดรอบที่สองนี้จะแสดงผลถูกผิดเป็นรายข้อหลังจากกดส่งคำตอบแต่ละข้อ ซึ่งหากครั้งที่สองทำคะแนนได้เต็ม 10 สามารถเลือกดูหน้าทบทวน หรือเลือกเรียนหัวข้อต่อไป แต่ถ้าคะแนนไม่ถึง 10 ระบบจะนำไปแบบฝึกหัดชุดที่ 3 ผู้เรียนจะทำทุกข้อเพื่อเป็นการฝึกซ้ำ หรือจะเลือกทำเฉพาะข้อที่ผิดก็ได้ หลังจากนั้นจึงสามารถเลือกดูหน้าทบทวน หรือเลือกเรียนหัวข้อต่อไป

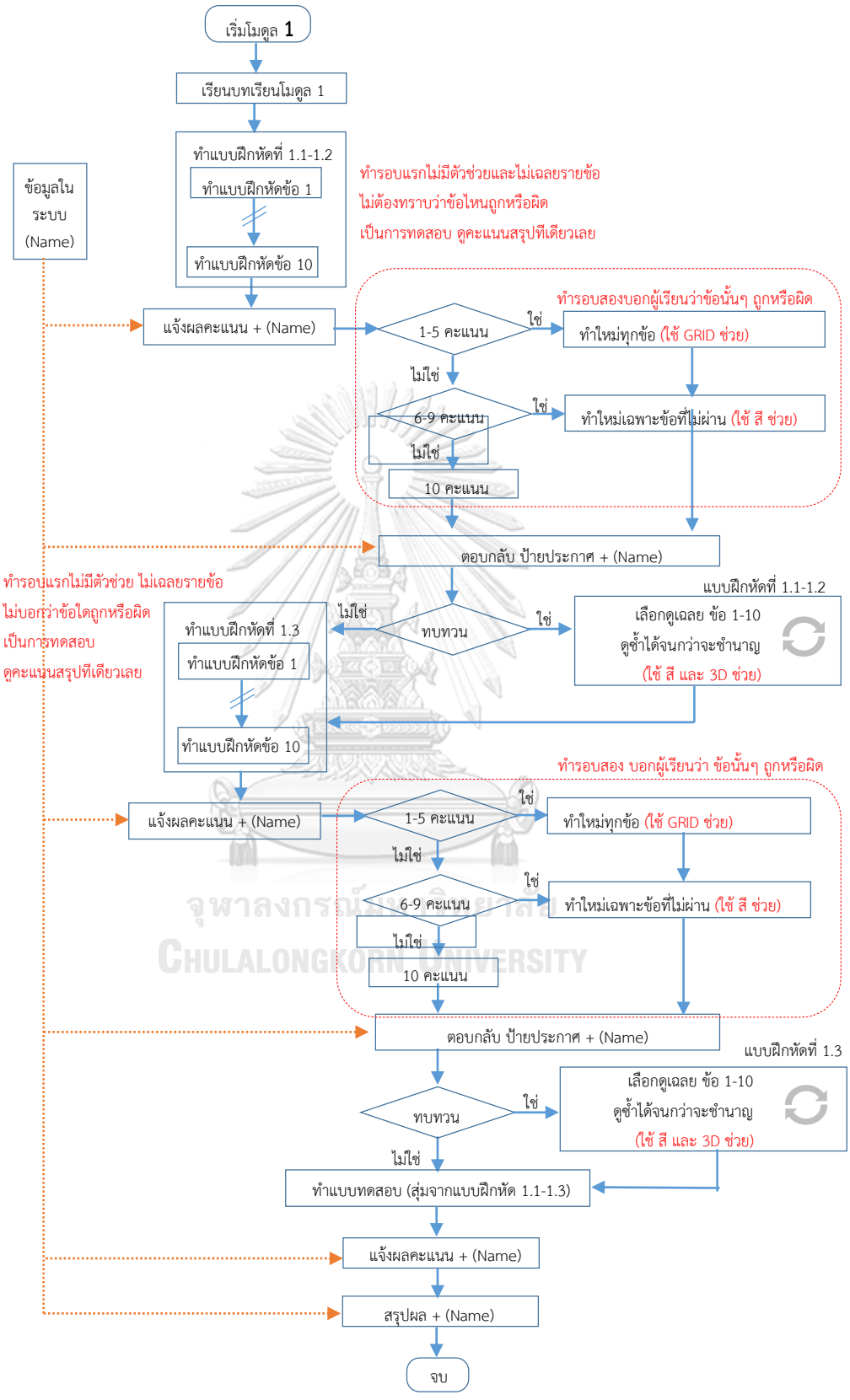
4) หากผู้เรียนได้คะแนน 6-9 ต้องทำแบบฝึกหัดใหม่ทั้งหมดในชุดที่ 3 แล้วจึงสามารถเลือกดูหน้าทบทวน หรือเลือกเรียนหัวข้อต่อไป

จากภาพที่ 3.14- 3.17 ซึ่งแสดง flow ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย สิ่งที่ทำให้ flow ของ โมดูล 1-โมดูล 3 ไม่เหมือนกันคือการใช้ตัวช่วยในการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพที่มีส่วนที่ไม่เหมือนกันในบางขั้นตอนเพื่อให้สัมพันธ์กับเนื้อหาที่ใช้เรียนและฝึก

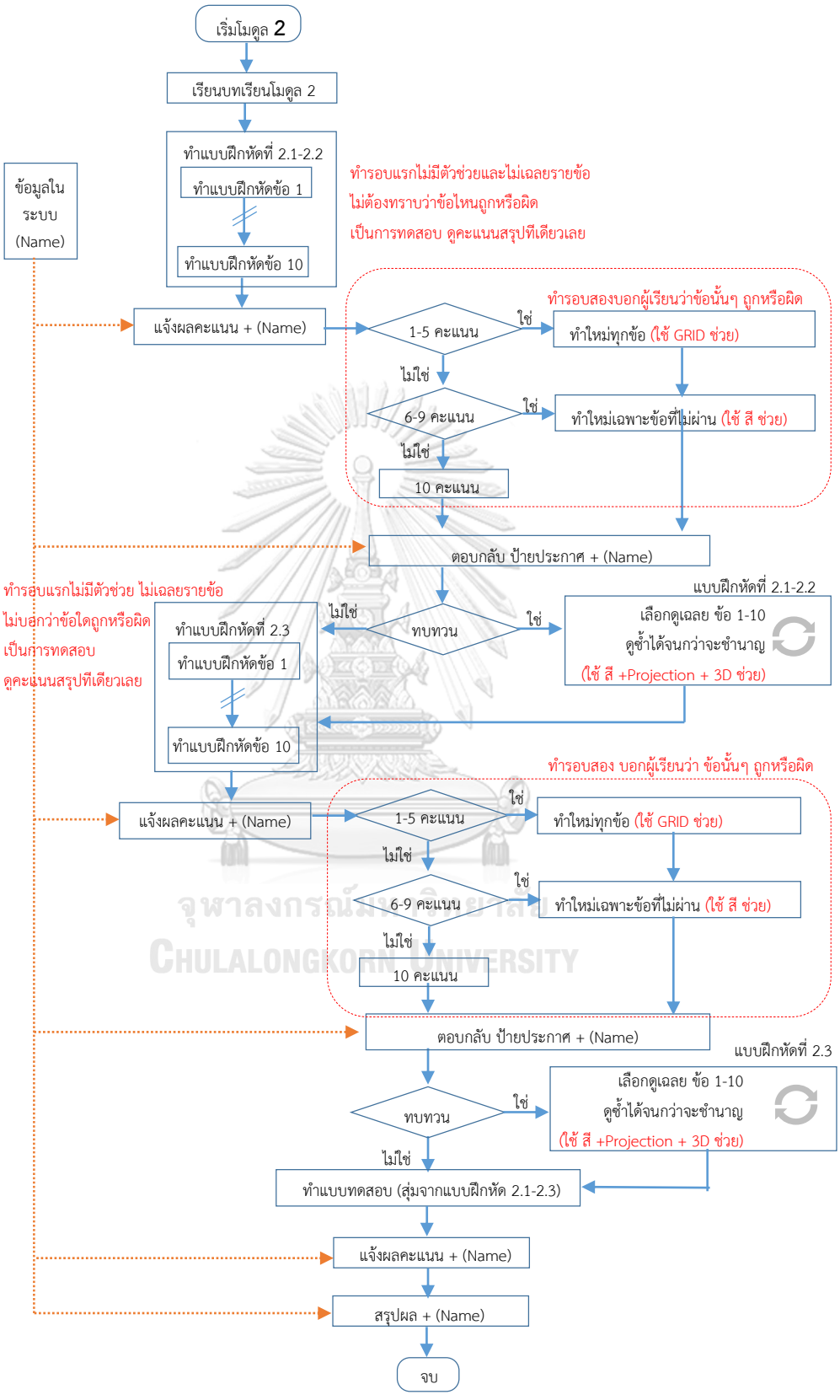


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

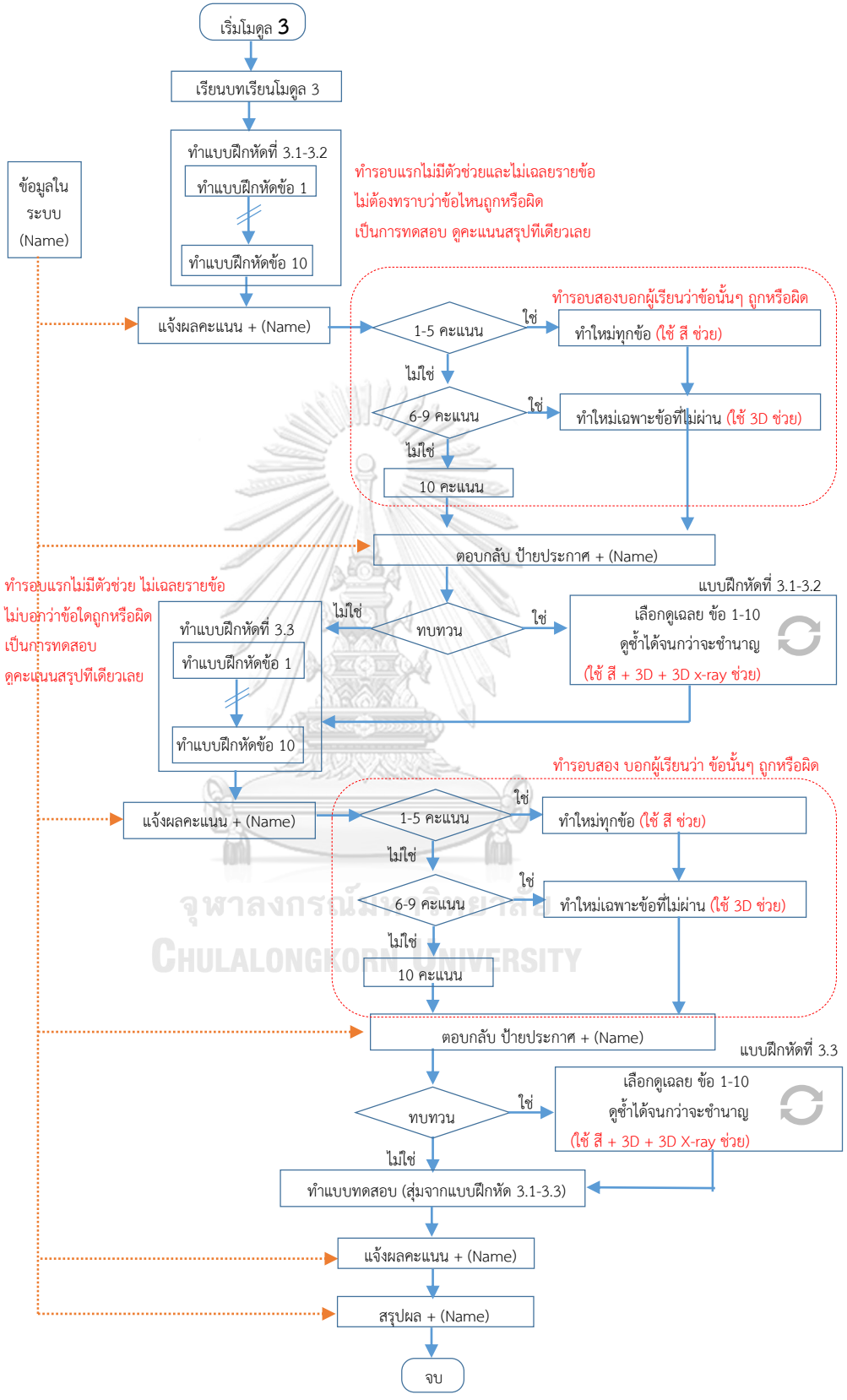
ภาพที่ 3.14 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย



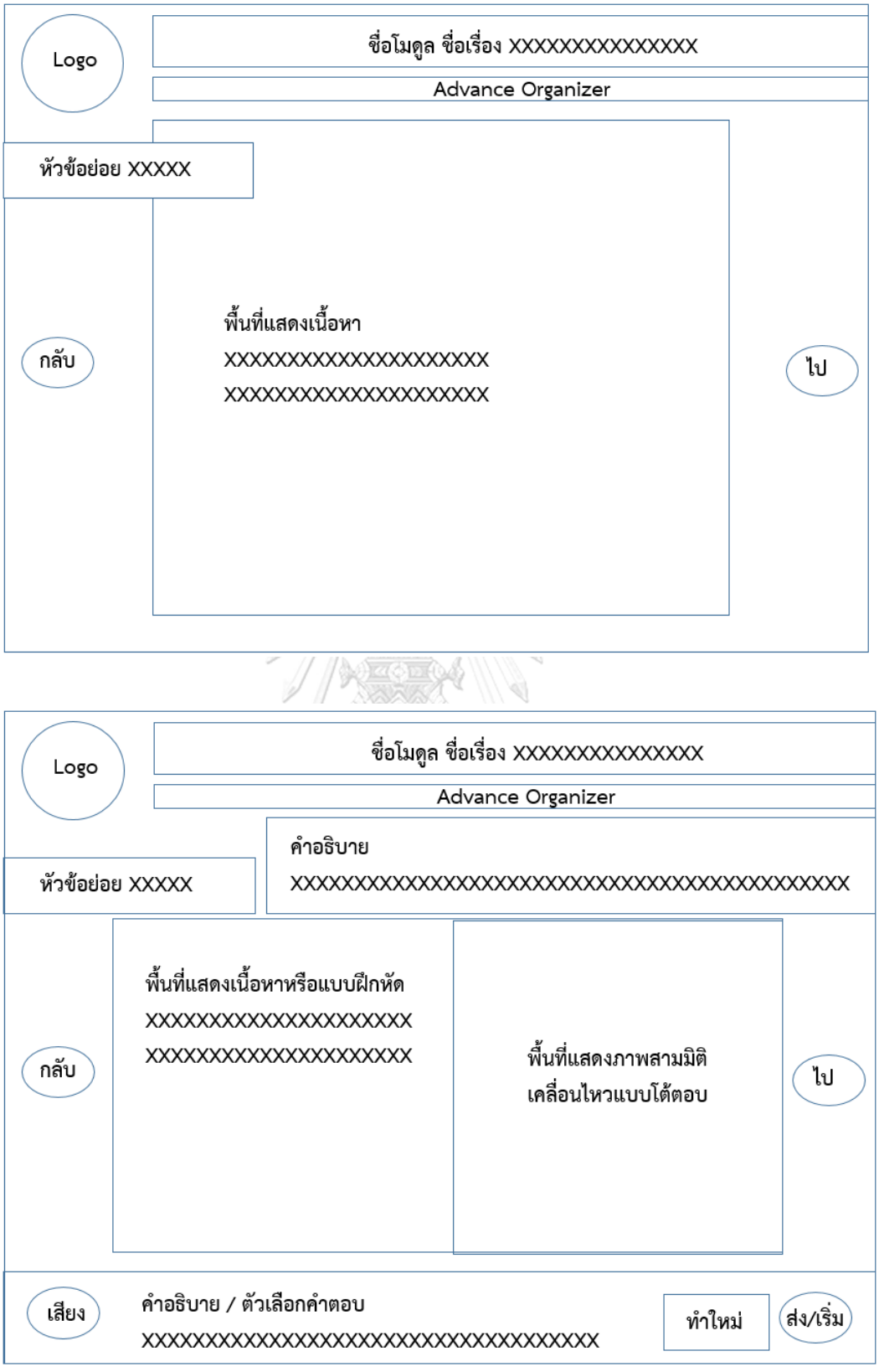
ภาพที่ 3.15 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย โมดูล 1



ภาพที่ 3.16 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย โมดูล 2



ภาพที่ 3.17 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย โมดูล 3

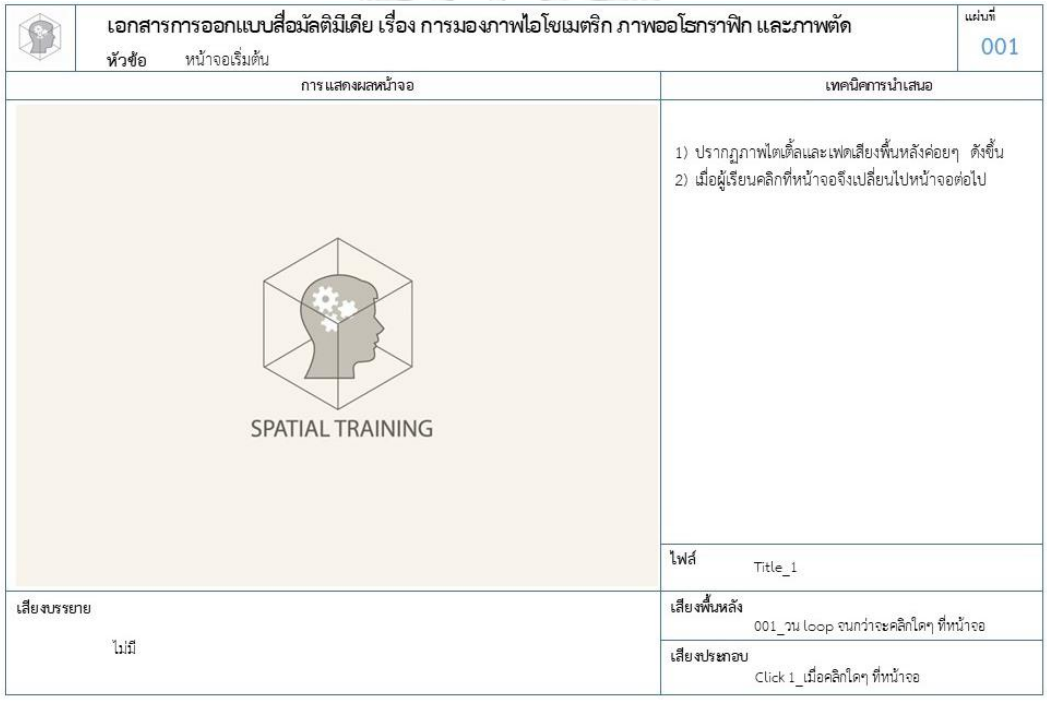


ภาพที่ 3.18 ตัวอย่างการออกแบบจัดวาง layout บนหน้าจอ

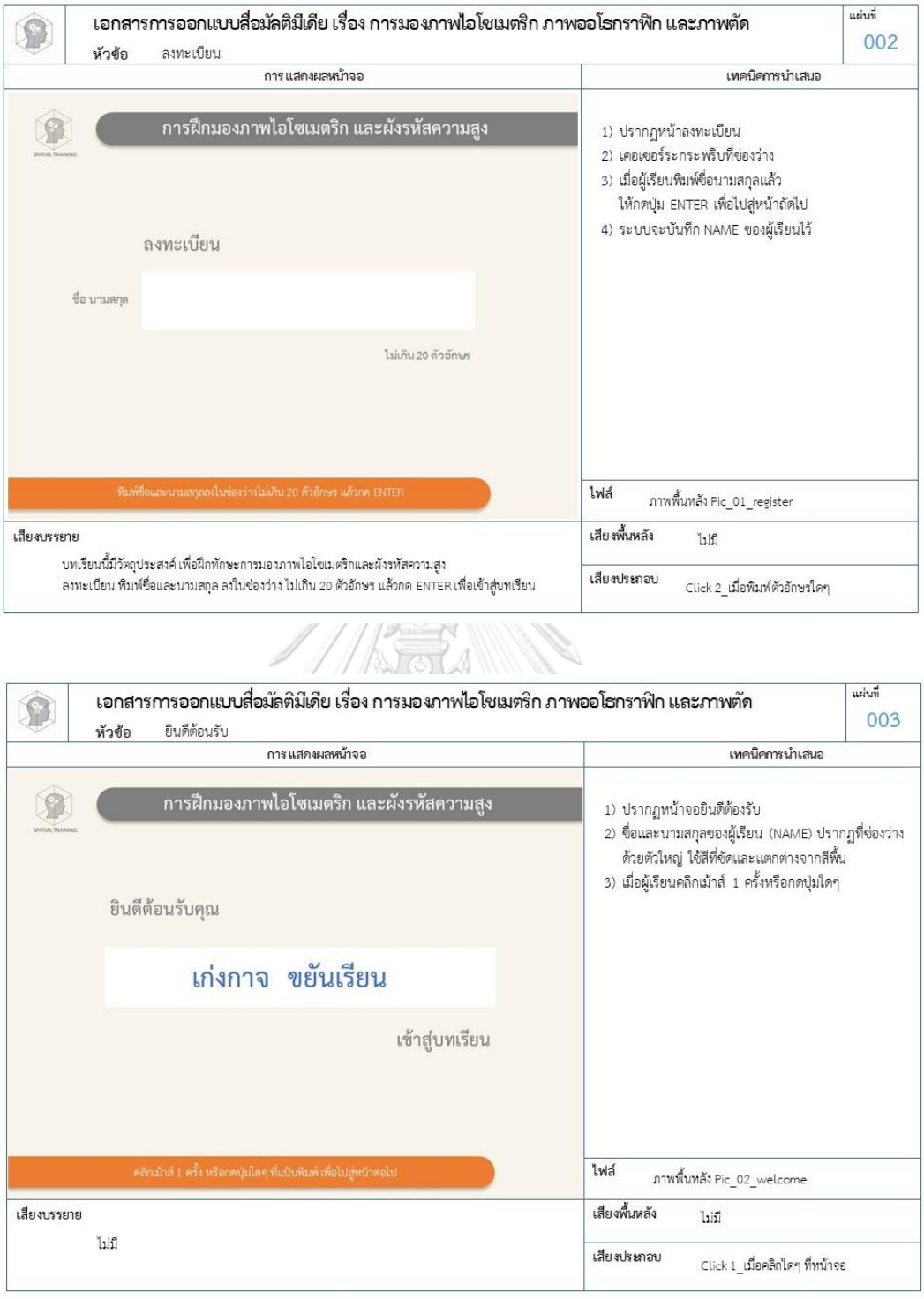
7) ออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) และกราฟิก (User Interface)

การจัดวางตำแหน่งขององค์ประกอบต่างๆ บนหน้าจอ การกำหนดปฏิสัมพันธ์ (interactive) feedback ต่างๆ ของบทเรียน ผู้วิจัยทำการร่างส่วนประกอบบนหน้าจอของส่วนประกอบในบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน ดังแสดงตัวอย่างในภาพ 3.18 และสร้างสคริปท์แสดงส่วนที่ปฏิสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ส่วนนำ (Title) และส่วนท้ายบทเรียน ออกแบบเป็นสื่อ animation ที่นำเอากราฟิกบริเวณใจกลางของภาพโมเดลมานำเสนอเป็นภาพเคลื่อนไหวและหยุดภาพไว้ที่กึ่งกลาง ดังภาพที่ 3.19 เมื่อผู้เรียนคลิกเมาส์ ที่ส่วนใดๆ ก็จะเปลี่ยนไปหน้าจอถัดไป



ภาพที่ 3.19 หน้าจอส่วนนำ (Title)



ภาพที่ 3.20 หน้าจอแสดงตน และหน้าต้อนรับ

ภาพที่ 3.20 แสดงหน้าจอลงทะเบียนเข้าสู่บทเรียนฯ และหน้าต้อนรับ ให้ผู้เรียนพิมพ์ ชื่อและนามสกุล ในกล่องข้อความกลางภาพ และทุกครั้งที่เข้าสู่บทเรียน เพื่อเก็บในระบบ โดยจะใช้แสดงผลในหน้าสรุปผลคะแนน ไม่มีเสียงพื้นหลัง ส่วนหน้าจอนำเสนอข้อมูล ได้แก่ วัตถุประสงค์ของ

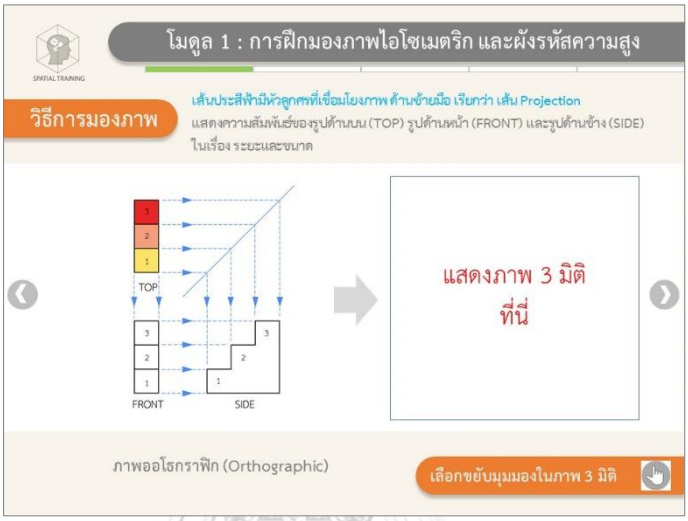
การเรียน และแนะนำวิธีการเรียน ดังแสดงในภาพที่ 3.21 มีปุ่มเดินหน้าถอยหลัง ไม่มีเสียงพื้นหลัง มีเพียงเสียงคลิกเมาส์

ภาพที่ 3.21 หน้าจอแสดงวัตถุประสงค์ของการเรียน และแนะนำวิธีการเรียน

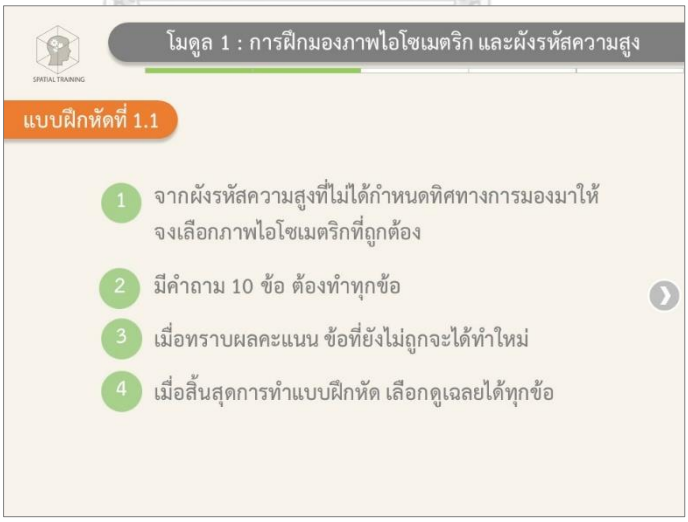
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3.22 หน้าจอแสดงเมนูหลัก

หน้าจอเมนูหลัก ในภาพที่ 3.22 แสดงแถบเมนูข้อความลำดับเนื้อหาและกิจกรรมที่อยู่ในบทเรียน ด้านบน จะมี ผัง Advance organizer และมีเสียงดนตรีพื้นหลังรอการตัดสินใจ เมื่อผู้เรียนกดปุ่มเริ่ม เสียงดนตรีพื้นหลังจะหายไป เข้าสู่ภาพที่ 3.23 แสดงเนื้อหาวิธีการมองภาพ กำหนดพื้นที่แสดงผล ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ เปลี่ยนหล้าโดยคลิกปุ่มถัดไป หน้าแสดงโจทย์คำสั่งในการทำแบบฝึกหัดดังภาพที่ 3.24 และหน้าแบบฝึกหัดดังภาพที่ 3.25



ภาพที่ 3.23 ตัวอย่างหน้าจอเนื้อหาบทเรียน



ภาพที่ 3.24 ตัวอย่างหน้าจอโจทย์คำสั่งงาน

ภาพที่ 3.25 ตัวอย่างหน้าจอแบบฝึกหัด

ภาพที่ 3.26 ตัวอย่างหน้าแสดงผลคะแนน

หลังจากทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้วจะได้ทราบผลสรุปคะแนนดังภาพที่ 3.26 มีเสียงดนตรีพื้นหลัง ต่อเนื่องไปยังหน้าให้ข้อมูลและตัดสินใจดังภาพที่ 3.27

ภาพที่ 3.27 ตัวอย่างหน้าให้ข้อมูลและตัดสินใจ

ภาพที่ 3.28 ตัวอย่างหน้าจอทบทวน

ภาพที่ 3.29 แสดงตัวอย่างหน้าทบทวน ทุกแบบฝึกหัดจะมีพื้นที่แสดงภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ จึงแบ่งพื้นที่หน้าจอแสดงผลแยกเป็นสัดส่วนชัดเจนส่วนนี้จะเชื่อมโยงกับภาพจากแหล่งข้อมูลภายนอกคือเวปไซท์ p3d.in

8) เตรียมข้อความ กำหนดขนาด แบบตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ ชุดสี เสียงประกอบ ไตเติ้ล ปุ่ม feedback

ผู้วิจัยออกแบบ layout หน้าจอด้วยโปรแกรม power point ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการทำงาน เนื่องจากเมื่อส่งไปยังผู้ผลิตบทเรียน จะสามารถใช้ไฟล์ power point นี้เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างบทเรียน ได้ ชุดสี ข้อความ สัญลักษณ์ ภาพประกอบ ปุ่มต่างๆ ได้ตำแหน่ง ขนาดและ สัดส่วนที่

เหมือนต้นฉบับ ชุดตีมสีที่ใช้เป็นสีพาสเทล แยกใช้ชุดสีแต่ละโมดูล คือ สีส้ม สีเขียว และ สีฟ้า ตามลำดับ เสียงประกอบใช้เสียงคลิกเมาส์จากโปรแกรม captivate เสียงประกอบพื้นหลังหามาจากแหล่งข้อมูลที่อนุญาตให้นำไปใช้งานได้โดยไม่ติดลิขสิทธ์ ได้แก่ เสียงพื้นหลังของ Title ก่อนเข้าบทเรียนและหลังเรียนเสร็จแล้ว ให้เล่น loop ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะคลิกเมาส์ สำหรับไตเติ้ล ที่เป็น animation สร้างจากภาพกราฟิกที่อยู่ตรงกลางภาพโมเดล แยกเสียงกับภาพเพื่อใส่เสียงพื้นหลังด้วยโปรแกรม captivate

1.3 ขั้นพัฒนา (Development)

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน ตามลำดับขั้นดังนี้

1) สร้างบทเรียนด้วยโปรแกรม captivate ให้อยู่ในรูปแบบ HTML5 และ Pack SCORM เวอร์ชั่น 1.2 นำบทเรียนขึ้นระบบ ที่ https://rsu.ac.th/mitisumpun หากอยู่นอกมหาวิทยาลัยต้องเข้า VPN ก่อนจึงอับโหลดบทเรียนได้

2) สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านสื่อ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือโดย ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านสื่อ ประเด็นการประเมิน แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่ 1) ส่วนนำ 2) การออกแบบระบบการเรียนการสอน 3) องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย 4) องค์ประกอบด้านการมีปฏิสัมพันธ์ ใช้เกณฑ์การประเมิน 2 ลักษณะ คือ แบบปลายปิด (Close-ended) และแบบปลายเปิด (Open-ended) ดังนี้

2.1 แบบปลายปิด (Close-ended) โดยมีแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert scale) จำนวน 23 ข้อ (ดูภาคผนวก ค) โดยให้ค่าน้ำหนักของแบบประมาณค่าดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

และได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้

4.50-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
2.50-3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.50-2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
0.00-1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

2.2 แบบปลายเปิด (Open-ends) เป็นคำถามที่ให้แสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่มีต่อประเด็นต่างๆ ในแบบประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียฯ ด้านสื่อ

3) ผู้วิจัยนำแบบประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่สร้างเสร็จแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม สำนวนภาษา ตลอดจนความครอบคลุมของประเด็นการประเมิน และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ก่อนนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลต่อไป

4) นำบทเรียนบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ มาขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา 3 คน ตรวจประเมินบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (ดูรายชื่อในภาคผนวก ก) ใช้แบบประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านสื่อ (ดูภาคผนวก ค)

ผลการการพิจารณาความเหมาะสมของคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านสื่อ เรื่อง การฝึกมองภาพไอโซเมตริก ภาพออโธกราฟิก และภาพตัด จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญได้แก่ การปรับข้อความในการแสดงสรุปผลคะแนน ปรับรูปแบบปุ่มให้เป็นแบบเดียวกัน รวมทั้งระบุให้ชัดเจนว่าข้อจำกัดของบทเรียนต้องใช้กับ brower อะไร ได้ค่าคะแนนประเมินเฉลี่ยทุกข้อรวม 4.38 สามารถสรุปได้ว่าคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก สามารถนำไปใช้ได้

5) ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6) สร้างคู่มือการใช้งาน ทั้งคู่มือการใช้งานของผู้เรียนและคู่มือการใช้งานของผู้สอน เริ่มจากศึกษาข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้อง ร่างต้นแบบคู่มือ นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจความเหมาะสม และดำเนินการแก้ไขปรับปรุง เพื่อเตรียมนำไปใช้

1.4 ขั้นนำไปใช้ (Implement)

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยดำเนินการนำเครื่องมือวิจัยไปทดสอบใช้เพื่อตรวจความถูกต้องและความเข้าใจของเครื่องมือ โดยได้ทดสอบบทเรียนด้านความสามารถในการใช้งาน (Usability Test) มีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นำบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความยากง่ายของเนื้อหา ความชัดเจนของขั้นตอนการเรียน การควบคุมการเรียน กิจกรรมที่ใช้ รวมถึงเวลาที่ใช้ในการเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันตรวจสอบข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขปรับปรุง โดยใช้ความคิดเห็นที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1) นำบทเรียนมาทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ที่เป็นตัวแทนตัวอย่างจำนวน 1 คน ต่อการเรียนบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทำการสังเกตผู้เรียนอย่างใกล้ชิด โดยให้คำแนะนำเมื่อไม่สามารถดำเนินบทเรียน ต่อได้ พร้อมทั้งตั้งคำถามในส่วนที่ผู้เรียนทำไม่ได้ จดบันทึกเพื่อนำบทเรียนไปปรับปรุงแก้ไข

2) นำบทเรียนมาทดสอบกับกลุ่มเล็ก นำบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว โดยให้นักศึกษาสาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 ที่มีลักษณะเดียวกับกลุ่มตัวแทน 5 คน เรียนบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ทดลองครั้งละ 1 กลุ่ม ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทำการสังเกตผู้เรียนอย่างใกล้ชิด โดยให้คำแนะนำเมื่อไม่สามารถดำเนินบทเรียนฯ ต่อได้ พร้อมทั้งตั้งคำถามในส่วนที่ผู้เรียนทำไม่ได้ จดบันทึกเพื่อนำบทเรียนไปปรับปรุงแก้ไข

3) นำบทเรียนมาทดสอบกับกลุ่มใหญ่ นำบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว โดยให้นักศึกษาสาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 ที่มีลักษณะเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน เรียนบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ทดลองครั้งละ 1 กลุ่ม เพื่อศึกษาการเรียนของผู้เรียนว่าสามารถเรียนได้อย่างต่อเนื่อง และทำความเข้าใจในบทเรียนฯ ได้หรือไม่ (ดูภาพที่ 3.29) จดบันทึกเพื่อนำบทเรียนไปปรับปรุงแก้ไข

ภาพที่ 3.29 บรรยากาศในการทดลองใช้บทเรียนกลุ่มใหญ่

การทดลองใช้ครั้งนี้ ใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ความจุ 60 เครื่อง ดังแสดงในภาพที่ 3.29 โดยทดลองใช้ระบบปฏิบัติการ windows ในเครื่อง Macintosh กำหนดใช้ Internet Exproler browser ปัญหาที่พบได้แก่

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบสัญญานอินเทอร์เนทแบบ Wi-Fi เมื่อสัญญานขัดข้อง ต้องกลับมาเริ่มทำใหม่ตั้งแต่ต้น

2. สังเกตพฤติกรรมผู้เรียนพบว่ากลุ่มทดลองอาสาสมัครที่มีความเข้าใจในเนื้อหาดีมีการให้คำแนะนำและปรึกษากันกับกลุ่มทดลองที่เป็นกลุ่มอ่อน ผู้วิจัยได้ขอให้แยกกันทำความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเองเนื่องจากอยู่ในระหว่างการทดลองเครื่องมือ เมื่อกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์ก็ให้ความร่วมมือปฏิบัติตาม แต่เปลี่ยนมาถามผู้สอนเมื่อไม่เข้าใจโจทย์ในการทำแบบฝึกหัดรอบแรกซึ่งยังไม่ปรากฏตัวช่วย ผู้วิจัยจึงได้ชี้แจงกับนักศึกษาหลุ่มใหญ่หน้าชั้นเรียน เพื่อให้เข้าใจวัตถุประสงค์ของการทดลองใช้ต้นแบบบทเรียน โดยขอให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองเพื่อระบบจะได้นำไปสู่หน้าบทเรียนในลำดับต่อไปที่ได้ออกแบบความช่วยเหลือในการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพให้

1.5 ขั้นประเมินผล (Evaluate)

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยประเมินผลการดำเนินงานจากการใช้ บทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ปรับปรุงแก้ไขเพื่อจะได้นำบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ที่ปรับปรุงแล้ว เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือในการเก็บข้อมูลวิจัยระยะที่ 3 ผู้วิจัยสร้าง แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานบทเรียนมัลติมีเดียฯ โดยศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้บทเรียนมัลติมีเดีย ประเด็นการประเมิน แบ่งเป็น 3 ตอน ได้แก่ 1) ส่วนของบทเรียน 2)

องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย 4) องค์ประกอบด้านการมีปฏิสัมพันธ์ ใช้เกณฑ์การประเมิน 2 ลักษณะ คือ แบบปลายปิด (Close-ended) และแบบปลายเปิด (Open-ended) ดังนี้

2.1 แบบปลายปิด (Close-ended) โดยมีแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert scale) จำนวน 21 ข้อ (ดูภาคผนวก ค) โดยให้ค่าน้ำหนักของแบบประมาณค่าดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

และได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้

4.50-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
2.50-3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
0.00-1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

2.2 แบบปลายเปิด (Open-ends) เป็นคำถามที่ให้แสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่มีต่อประเด็นต่างๆ ในความพึงพอใจในการใช้งานบทเรียนมัลติมีเดีย

ผู้วิจัยนำแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่สร้างเสร็จแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม สำนวนภาษา ตลอดจนความครอบคลุมของประเด็นการประเมิน และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ก่อนนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาผลการใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ผู้วิจัยศึกษาผลการใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์และเก็บรวบรวมข้อมูล ก่อน ระหว่าง และหลังการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิด

เชิงมิติสัมพันธ์ ด้วยแบบทดสอบวัดมิติสัมพันธ์ที่เตรียมไว้ในระยะที่ 1 และแบบทดสอบท้ายบทเรียน รวมทั้งแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้บทเรียนฯ

การทดลองใช้บทเรียนมัลติมีเดีย มีรายละเอียดดังนี้

1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง คือ แบบเจาะจงคุณสมบัติ (Purposive sampling) คือ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่เป็นผู้เรียนกลุ่มอ่อน ซึ่งยังไม่เคยเรียนวิชาเขียนแบบ ใช้วิธีคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และได้คะแนนไม่เกิน 15 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และมีความสมัครใจเป็นกลุ่มทดลอง ได้จำนวนมาเข้าร่วมการทดลองจำนวน 25 คน จากการดำเนินการในระยะที่ 1

2) แบบแผนการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การศึกษาแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง สอบก่อนและสอบหลัง (The One-Group Pretest-Posttest Design) เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

O_1 X O_2

โดยกำหนดให้

O_1 หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง

X หมายถึง การทดลองใช้บทเรียนมัลติมีเดียเรื่อง การฝึกมองภาพไอโซเมตริก ออโธกราฟิก และ ภาพตัด

O_2 หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง

3) การเตรียมการก่อนการทดลอง

3.1 ผู้วิจัยประสานกับอาจารย์ประจำวิชาการออกบบเบื้องต้น เพื่อขอรับการสนับสนุนคะแนนจิตพิสัยในการพัฒนาตนเองของผู้เรียนกลุ่มอ่อนที่ได้คะแนนไม่เกิน 50% จากการคัดเลือกโดยการทดสอบด้วยแบบวัดทักษะมิติสัมพันธ์ ซึ่งได้รับการตอบรับให้ความร่วมมือจากอาจารย์ประจำวิชาและประกาศให้นักศึกษาทราบเพื่อเป็นแรงจูงใจในการเข้าร่วมทดลองการใช้บทเรียนต้นแบบบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ครั้งนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

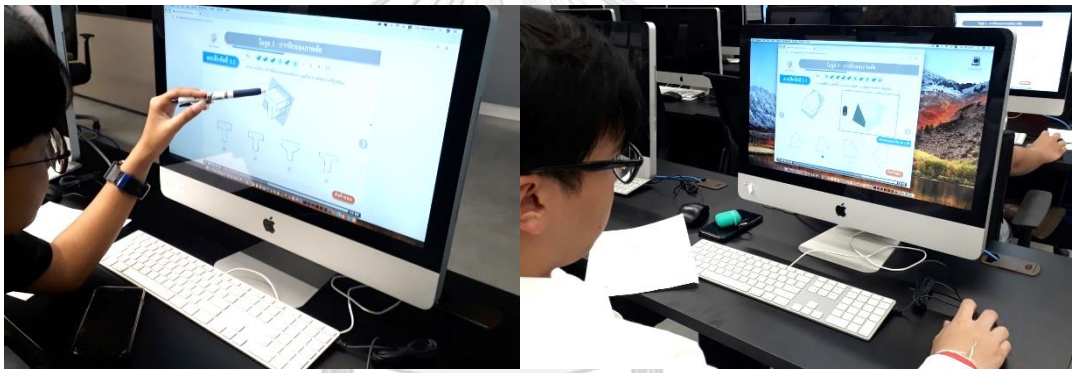
3.2 เตรียมความพร้อมผู้เรียน โดยนัดหมายวันเวลาที่กลุ่มตัวอย่างว่างพร้อมกันในแต่ละสัปดาห์ เนื่องจากตารางเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ไม่ได้เรียนวิชาเดียวกันทุกคน และย้ำเรื่องการตรงเวลา โดยสร้างกลุ่ม Facebook เพื่อการสื่อสารเฉพาะกลุ่มขึ้นชื่อว่า กลุ่มทดลองใช้บทเรียนต้นแบบ

3.3 เตรียมความพร้อมบทเรียนมัลติมีเดียและแหล่งจัดเก็บบทเรียน หลังจากการออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียแล้ว ผู้วิจัยได้ติดต่อ ขอใช้พื้นที่ server มหาวิทยาลัยรังสิต จากสำนักงานบริการสารสนเทศผ่านทางคณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จำนวน 9 GB เพื่อนำบทเรียนไว้ที่เว็บไซต์ https://rsu.ac.th/mitisumpun โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดูแล และนำบทเรียน ทั้ง 3 โมดูล ขึ้นบนระบบด้วยโปรแกรม FileZilla หากส่งข้อมูลภายนอกมหาวิทยาลัยรังสิต ต้องเชื่อมต่อด้วย VPN (Virtual Private Network)

3.4 เตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับการเรียน ผู้วิจัยประสานกับฝ่ายอาคารและสถานที่ เพื่อขอจองใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่ใช้เครื่อง Macintosh ตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ดูแลห้องปฏิบัติการเนื่องจากมีประสิทธิภาพพร้อมใช้งานได้ดีที่สุดในขณะนั้น ผู้วิจัยได้เข้าตรวจดูระบบปฏิบัติการ เบราเซอร์ที่ใช้ การเชื่อมต่อสัญญานอินเทอร์เน็ต และทดลองเข้าใช้บทเรียนผ่านทางเบราเซอร์แต่ละชนิดเพื่อเตรียมพร้อมก่อนวันทดลองจริง

4) ดำเนินการทดลองใช้บทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ตามแผนจัดการเรียนรู้ (ดูภาคผนวก ค) ใช้เวลาครั้งละ 60 นาที ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่เตรียมไว้ ตามภาพที่ 3.30 จัดให้กลุ่มทดลองนั่งระยะห่างกัน ผู้วิจัยเปิดเครื่องคอมฯ และเตรียมพร้อมหน้าจอตามจำนวนที่ลงชื่อไว้ ให้กลุ่มทดลองเรียนบทเรียนครั้งละ 1 โมดูล ประกอบด้วย 3 แบบฝึกหัด ๆ ละ 10 ข้อ รวมเป็น 30 ข้อ และทดสอบผลการเรียนในตอนท้ายแต่ละโมดูล จำนวน 10 ข้อ ตามภาพที่ 3.31 ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่าน web browser

ภาพที่ 3.30 บรรยากาศในห้องทดลองใช้บทเรียนฯ



ภาพที่ 3.31 กลุ่มทดลองขณะใช้บทเรียนฯ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5) เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองใช้บทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินความรู้หลังการใช้บทเรียน โดยให้ทำแบบทดสอบวัดมิติสัมพันธ์ (ดูภาคผนวก ค) 30 ข้อ จับเวลา 20 นาที และทำแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (ดูภาคผนวก ค) และสัมภาษณ์ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมทดลอง

6) การเก็บรวบรวมข้อมูลข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลการทดลองใช้บทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ มีรายละเอียดดังนี้

6.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1) เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง ใช้การวิเคราะห์ค่า t โดยใช้สถิติ t-test dependent

2) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจในการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

6.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการตีความสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย จัดระเบียบ แยกประเภท เขียนเรียบเรียงเพื่อหาความสัมพันธ์ ให้เห็นภาพรวม และสรุปประเด็นสำคัญต่างๆ นำเสนอในลักษณะของคำบรรยาย ประโยค หรือข้อความ จากบันทึกความคิดห็นของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมทดลองใช้บทเรียนต้นแบบ

ระยะที่ 4 การนำเสนอโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

การวิจัยในขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอและรับรองโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 สร้างแบบรับรองโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วยประเด็นการพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับ หลักการที่ใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างโมเดลฯ วัตถุประสงค์ของโมเดลฯ แผนภาพโมเดลฯ องค์ประกอบของโมเดลฯ ขั้นตอนของโมเดลฯ การใช้งานโมเดลฯ โดยผู้ทรงคุณวุฒิจะพิจารณารายละเอียดของรูปแบบโมเดลฯ ได้จากเอกสารรายละเอียดประกอบโมเดลฯ ที่ส่งไปพร้อมกับแบบประเมินโมเดลฯ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ ใช้เกณฑ์การประเมิน 2 ลักษณะ คือ แบบปลายปิด (Close-ended) และแบบปลายเปิด (Open-ended) ดังนี้

1) แบบปลายปิด (Close-ended) โดยมีแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert scale) แบ่งเป็น 4 ตอน จำนวน 13 ข้อ (ดูภาคผนวก ค) โดยให้ค่าน้ำหนักของแบบประมาณค่าดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

และได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้

4.50-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
2.50-3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
0.00-1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

2) แบบปลายเปิด (Open-ends) เป็นคำถามที่ให้แสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่มีต่อประเด็นต่างๆ ในแบบประเมินร่างบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

4.2 ผู้วิจัยนำแบบประเมินความเหมาะสมของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่สร้างเสร็จแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา สำนวนภาษา ตลอดจนความครอบคลุมขององค์ประกอบ และขั้นตอน

4.3 ปรับปรุงแบบประเมิน ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา และนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลต่อไป

CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.4 ผู้วิจัยนำโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน (ดูรายชื่อในภาคผนวก ก) ด้วยตนเองเพื่อประเมินความเหมาะสมและรับรองโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 4 คน และด้านการออกแบบการสอนในสาขาออกแบบ 1 คน กำหนดคุณสมบัติ คือ

1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ที่ประสบการณ์ทำงานมากกว่า 5 ปี หรือ เป็นผู้มีผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับทางเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ซึ่งเป็นที่ยอมรับใน

วงวิชาการ หรือ มีตำแหน่งวิชาการหรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิตในสาขาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบการสอนในสาขาออกแบบ ที่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 5 ปี หรือ เป็นผู้มีผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับทางด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงวิชาการ หรือ มีตำแหน่งวิชาการหรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิตในสาขาที่เกี่ยวข้องกับมิติสัมพันธ์

4.5 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบรับรองโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

4.6 นำเสนอโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ มีวัตถุประสงค์การวิจัย 4 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 2) เพื่อสร้างและพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 3) เพื่อศึกษาผลการใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ 4) เพื่อนำเสนอโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 4 ผลการประเมินรับรองโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ และความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับกลยุทธ์ทางทัศนภาพในการสอนมิติสัมพันธ์ในสาขาวิชาออกแบบ โดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นเครื่องมือ สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบความเรียง ดังนี้

1.1 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์อาจารย์กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สอนวิชาเขียนแบบเบื้องต้นที่สอนในสาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ผู้ให้สัมภาษณ์มีประสบการณ์สอนวิชานี้ตั้งแต่ 5-25 ปี มีข้อค้นพบดังนี้

1 สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านหลักสูตรและการสอน

ผู้สอนวิชาเขียนแบบทุกคน (ร้อยละ 100) มีความเห็นตรงกันว่ามิติสัมพันธ์เป็นทักษะทางปัญญาที่จำเป็นอย่างมากในการเรียนวิชาเฉพาะของหลักสูตรฯ รายวิชาเฉพาะของสาขาส่วนใหญ่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เนื่องจากผู้เรียนจำเป็นต้องรับรู้เนื้อหาการเรียนผ่านทางทัศนภาพ การตีความหมาย และนำเสนอออกมา

วิชาเขียนแบบเบื้องต้นอยู่ในหมวดวิชาพื้นฐานที่นักศึกษาจะต้องเรียนในชั้นปีที่ 1 ตามโครงสร้างหลักสูตร มีการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการเขียนแบบ มีจุดมุ่งหมายในการฝึกทักษะการเขียนแบบและการใช้อุปกรณ์ บางแห่งผู้เรียนต้องมีกระดานเขียนแบบนำติดตัวมาเอง ไม่มีห้องปฏิบัติการเขียนแบบโดยเฉพาะ และพบว่าบางหลักสูตร แผนการเรียนในชั้นปีที่ 1 มีการสอนเขียนแบบ แต่ไม่มีวิชาที่ใช้คอมพิวเตอร์ในชั้นปีที่ 1 ด้วยวัตถุประสงค์ของหลักสูตรเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด การเขียนแสดงแบบด้วยอุปกรณ์และมือ ก่อนจะไปใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer Aided Design) การนำเสนองาน(Presentation) และการผลิตผลงาน (Production) ในชั้นปีที่สูงขึ้นไป ผู้สอนร้อยละ 90 มีความเห็นว่าหากมีการใช้คอมพิวเตอร์ไปพร้อมๆ กับการเรียนเขียนแบบ มีทั้งข้อดีและข้อจำกัด ข้อดีคือจะได้เห็นภาพเสมือนจริงทำให้เข้าใจมากขึ้น แต่ข้อจำกัดคือจะไม่ได้ฝึกคิดด้วยตนเอง

ปัญหาที่พบในด้านการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการสอนมิติสัมพันธ์ผู้สอนส่วนใหญ่ (ร้อยละ90) พบปัญหาที่ใกล้เคียงกัน ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) ผู้เรียนที่อ่อน ไม่เข้าใจมิติสัมพันธ์ภายใน ปริมาตร ที่ว่าง รูปตัด สัดส่วน ความสัมพันธ์ระหว่างด้าน ผู้เรียนมีพื้นฐานที่ไม่เท่ากัน ผู้สอนแก้ปัญหาโดยปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้ยืดหยุ่นตามลักษณะผู้เรียน

2) เวลาที่จำกัด การแบ่งเนื้อหาการสอนในรายวิชาเขียนแบบ จะแบ่งสัดส่วนการสอนเนื้อหาได้แก่ การฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์ในการเขียนเส้น ฝึกเขียนภาพไอโซเมตริก (Isometric) ภาพออโธกราฟิก (Orthographic) ภาพตัด (Section) ภาพคลี่ ภาพช่วย แสงเงา ส่วนใหญ่จะเรียนหัวข้อละ 1 ครั้ง ยกเว้นภาพออโธกราฟิก (Orthographic)และทัศนียภาพ (Perspective) ในเวลาเรียนที่มีจำกัด ผู้สอนแก้ปัญหาโดยกำหนดโจทย์ที่ผู้เรียนสามารถเขียนแบบให้เสร็จได้ทันเวลา ส่วนใหญ่ไม่มีงานการบ้าน

3) สัดส่วนผู้สอนต่อผู้เรียน ในชั้นเรียนวิชาเขียนแบบแต่ละสถาบันและแต่ละสาขามีจำนวนไม่เท่ากันคือ ผู้เรียนต่อหนึ่งกลุ่มมีตั้งแต่ 10-140 คน จำเป็นต้องมีผู้สอนให้ได้สัดส่วนตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) คือ1:8 เพื่ออธิบายและตรวจดูงานในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังเขียนแบบ รวมทั้งตรวจงานทุกชิ้น ในทุกสัปดาห์ มีผู้สอน ร้อยละ 30 นำเสนอประเด็นปัญหาสัดส่วนผู้สอนต่อผู้เรียน แก้ปัญหาโดยเพิ่มจำนวนอาจารย์ให้ได้ตามเกณฑ์

2 สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านผู้เรียน

ผู้สอนวิชาเขียนแบบทุกคนมีความเห็นตรงกันว่าไม่ใช่ผู้เรียนทุกคนจะมีทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์พร้อมที่จะศึกษาตามหลักสูตร เหตุผลสำคัญคือ **ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ที่แตกต่างกันของผู้เรียน** ข้อสอบวัดความถนัดในรับนักศึกษาเข้าเรียนเป็นเพียงเครื่องมือคัดกรองผู้เรียนที่มีแนวโน้มจะศึกษาได้ ข้อสอบเข้าเรียนไม่เน้นวิชาปฏิบัติการเขียนแบบ เน้นการออกแบบและวิชาทฤษฎี ซึ่งผู้ที่จบม.ปลายและเข้ารับการติวจะทำคะแนนได้ดีแต่หากทดสอบโดยวิชาเฉพาะอาจจะได้คะแนนไม่ดี ในการวัดผลความเข้าใจเรื่องการมองภาพใช้ข้อสอบปรนัยเพื่อรองรับปริมาณผู้เข้าสอบทำให้ได้ผู้เรียนที่มีประสบการณ์มิติสัมพันธ์ที่ต่างกัน ปัญหาที่พบคือ

1) ผู้เรียนกลุ่มอ่อน จำนวน 5-10% มีความต้องการจำเป็นในการฝึกทักษะการมองภาพมากกว่าปกติ ในขณะที่ ร้อยละ 50 ของผู้เรียนมีความเข้าใจสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ปกติ ผู้สอนส่วนใหญ่แก้ปัญหาโดยนัดหมายผู้เรียนกลุ่มอ่อนมาฝึกและสอนเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน ข้อจำกัดคือเรื่องเวลาที่ใช้ ซึ่งจะสัมพันธ์กับจำนวนผู้เรียนอ่อนที่มาฝึกเพราะต้องอธิบายแบบตัวต่อตัว

2) ปัญหาการมองภาพ ผู้เรียนจำนวนหนึ่งยังมองภาพสามมิติ ให้เป็นภาพสองมิติ อย่างซับซ้อนไม่ได้ มองรูปตัดที่ซับซ้อนไม่ได้ เมื่อไม่เข้าใจก็จะทำงานไม่ได้ ทำงานไม่เสร็จ ส่งงานไม่ทันเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และขาดส่งงาน ส่งผลต่อการประเมินผลการเรียนในรายวิชา ความต่อเนื่องของเนื้อหางานในครั้งต่อไปจะใช้ความเข้าใจในครั้งที่ผ่านมาเป็นพื้นฐาน ผู้เรียนจะเกิดความยากในการเรียน

การแก้ปัญหามีหลากหลายวิธี ได้แก่

1. ให้คำปรึกษาเป็นกลุ่มย่อย และรายบุคคล ทั้งในระหว่างการเรียนและนอกเวลา

2. กิจกรรมการเรียน เช่น ให้ออกมาเขียนในกระดานโดยช่วยกันทั้งชั้นเรียน ให้การบ้านเพิ่ม ใช้สมุดเขียนแบบ ให้โอกาสทำงานมาส่งใหม่ถ้าไม่ถูกต้อง

3. วิธีการสอน เช่น บรรยายและสาธิตการเขียนทีละขั้นตอน ให้ดูตัวอย่างเฉลยแบบฝึกหัดจากผลงานที่ถูกต้องและดี ดูหุ่นจำลองและวัตถุจริงตามธรรมชาติ แล้ววัดขนาดจริง เขียนออกมาเป็นรูปด้าน รูปตัด

3 สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

ผู้สอนในรายวิชาเขียนแบบเบื้องต้น มีวิธีการสอน เทคนิคการสอน และพบปัญหาอุปสรรค ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในเรื่อง 1) การมองภาพสองมิติ (แปลน รูปด้าน รูปตัด) ที่เชื่อมโยงกับภาพสามมิติ 2) การรับรู้ขนาดและสัดส่วน 3) การหมุนภาพในใจ ดังนี้

1) วิธีสอนการมองภาพสองมิติ (แปลน รูปด้าน รูปตัด) ที่เชื่อมโยงกับภาพสามมิติ

ผู้สอนทุกคนใช้วิธีการสอนการมองภาพสองมิติ (แปลน รูปด้าน รูปตัด) ที่เชื่อมโยงกับภาพสามมิติ เริ่มจาก 1) บรรยายหลักการและวิธีการ 2) แสดงตัวอย่างภาพสามมิติ อย่างง่าย ฉายเส้นโปรเจคชั่น (Projection line) เพื่อให้ผู้เรียนเขียนภาพด้านบน (Top view), ด้านหน้า (Front view), ด้านข้าง (Side view) 3) สาธิตขั้นตอนการเขียน 4) มอบหมายแบบฝึกหัด

เทคนิคการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ ได้แก่ 1) ใช้สื่อการสอนที่เป็น หุ่นจำลองรูปทรงเรขาคณิตอย่างง่าย ที่มีการใช้สีที่แตกต่างกันบนพื้นผิวแต่ละด้านของหุ่นจำลองเพื่อเป็นการอ้างอิงให้เข้าใจมากขึ้น 2) ใช้โจทย์แบบฝึกหัดที่หลากหลาย ตั้งแต่ระดับง่ายไปจนถึงระดับซับซ้อนเพื่อฝึกทักษะความเข้าใจในเรื่องเดียวกัน

อุปสรรคที่พบ ได้แก่ 1) ความพร้อมของผู้เรียนในเรื่องอุปกรณ์ 2) การตอบสนองให้ความร่วมมือจากผู้เรียน 3) ผู้เรียนบางส่วนมั่นใจว่าสิ่งที่ทำผิดนั้นถูกต้องจึงไม่สังเกตและฝึกฝน 4) เวลาเรียนมีจำกัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) วิธีสอนให้รับรู้ขนาดและสัดส่วน

ผู้สอนทุกคนใช้วิธีการสอนให้รับรู้ขนาดและสัดส่วน เริ่มจาก 1) บรรยายหลักการและวิธีการ 2) แสดงตัวอย่างสิ่งของขนาดเล็กและใหญ่เพื่อให้เข้าใจขนาดและสัดส่วน 3) ใช้ไม้บรรทัดมาตราส่วน (ไม้ scale) เป็นอุปกรณ์ในการวัดระยะย่อและขยายชิ้นงาน 4) ใช้ตารางกริด (Grid line) ประกอบภาพโจทย์ให้สังเกตการนับช่อง และ 5) มอบหมายแบบฝึกหัด

เทคนิคการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ ได้แก่ 1) ให้ดูวัตถุจริง โดยการวัดระยะแล้วนำมาเขียน (Measure work) 2) ใช้โจทย์แบบฝึกหัดที่หลากหลายตั้งแต่ระดับง่ายไปจนถึงระดับซับซ้อนเพื่อฝึกทักษะความเข้าใจในเรื่องเดียวกัน

อุปสรรคที่พบ ได้แก่ 1) ความพร้อมของผู้เรียนในเรื่องอุปกรณ์ 2) การตอบสนองให้ความร่วมมือจากผู้เรียน 3) หุ่นจำลองที่ใช้เป็นสื่อการสอน ต้องใช้เวลาในการสร้าง

3) วิธีสอนให้หมุนภาพในใจ

ผู้สอนทุกคนใช้วิธีการสอนหมุนภาพในใจ เริ่มจาก 1) บรรยายหลักการและวิธีการ 2) แสดงภาพตัวอย่าง 3) มอบหมายแบบฝึกหัดโดยให้ผู้เรียนลอกวิธีโปรเจคชั่น (Projection) จากแบบตัวอย่าง

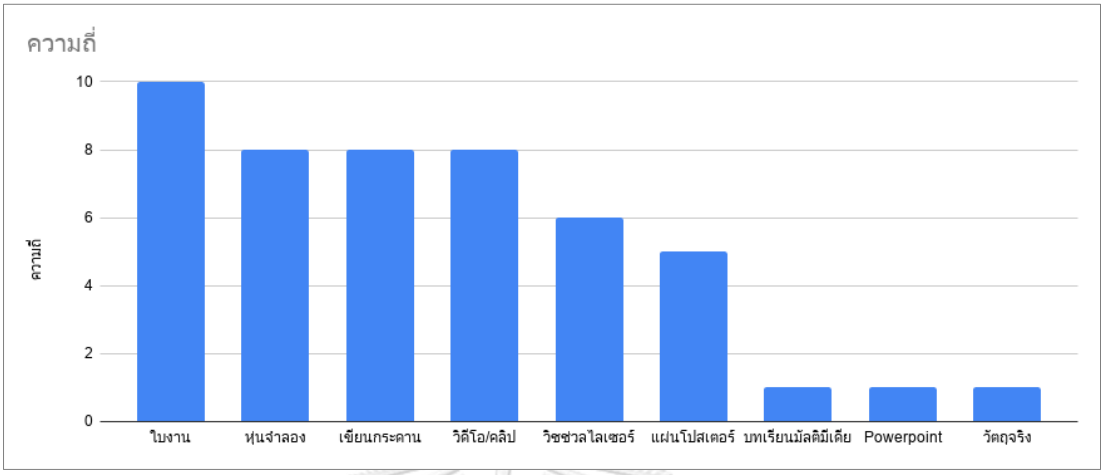
เทคนิคการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ ได้แก่ 1) ใช้ภาพสามมิติที่น่าสนใจเป็นสื่อ 2) ให้ผู้เรียนออกแบบโมเดลขึ้นมาเอง 3) ใช้โจทย์แบบฝึกหัดที่หลากหลาย ตั้งแต่ระดับง่ายไปจนถึงระดับซับซ้อนเพื่อฝึกทักษะความเข้าใจในเรื่องเดียวกัน

อุปสรรคที่พบ ได้แก่ 1) ความพร้อมของผู้เรียนในเรื่องอุปกรณ์ 2) การตอบสนองให้ความร่วมมือจากผู้เรียน 3) ความกังวลในการจัดเรียงรูปบนหน้ากระดาษ ด้านซ้ายหรือด้านขวาแทนที่จะทำความเข้าใจว่าด้านใดเห็นเป็นเช่นไร

4 สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้

ผู้สอนทุกคน (100%) ใช้สื่อการสอนที่เป็น ใบงาน และรองลงมาเรียงลำดับดังนี้ หุ่นจำลอง เขียนกระดาน เปิดคลิบวีดิโอ วิชช่วลไลเซอร์ แผ่นโปสเตอร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ โปรแกรมนำเสนอ Powerpoint และ วัตถุจริงในการฝึกวัดขนาด สำหรับสื่อการเรียนที่เป็นบทเรียนมัลติมีเดีย มีเพียง 1 คน (10%) ที่ใช้ทำความเข้าใจเนื้อหาเพื่อเตรียมการสอน ใช้เปิดในห้องเรียนและแนะนำให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกเวลา และมีความเข้าใจว่าเป็นเรื่องยากที่ผู้สอนจะผลิตเนื้อหาตามต้องการได้ ดังภาพประกอบที่ 4.1 โดยมีผู้สอน 2 คน (20%) ที่ไม่ได้ใช้บทเรียนมัลติมีเดียแต่มีความสนใจและไม่ทราบว่าจะหา ได้จากที่ไหน ผู้สอนหนึ่งในจำนวนนั้นแสดงความประสงค์ต้องการร่วมผลิตเป็นทีมผลิต

สื่อบทเรียนมัลติมีเดียเพื่อจะได้มีเนื้อหาที่ตรงกับความต้องการและสามารถปรับเพิ่มได้ด้วยตนเองในโอกาสต่อๆ ไป



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงชนิดของสื่อที่มีการใช้สอนเรียงตามลำดับความนิยมในการนำใช้งาน

ผู้วิจัยวิเคราะห์ได้ว่า ปัจจุบันมีการใช้สื่อมัลติมีเดียในวิชาเขียนแบบซึ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในจำนวนที่น้อย ในขณะที่สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเข้าถึงบทเรียนได้โดยง่าย ผู้สอนสามารถใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาและการสื่อสาร เพื่อออกแบบสื่อ หุ่นจำลองซึ่งเป็นสื่อหลักในการเรียน นำเสนอวัตถุสามมิติในสภาพเสมือนจริงที่เคลื่อนไหวโต้ตอบได้ในบทเรียนมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้

5 สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านการวัดและประเมินผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้สอนทุกสถาบัน (ร้อยละ 100) มีการประเมินผลการเรียนจากคะแนนรวมของผลงานภาคปฏิบัติตลอดภาคการศึกษา ร่วมกับการสอบภาคทฤษฎี โดยวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ในจำนวนนี้ 9 สถาบัน (ร้อยละ 90) มีการประเมินผลงานภาคปฏิบัติโดยผู้สอน ในขณะที่ 1 สถาบัน (ร้อยละ 10) บางหัวข้อการเรียนมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างจากที่อื่นคือ แบ่งกลุ่มผู้เรียนผสมผู้เรียนที่เป็นกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งรวมกัน ผลัดกันตรวจให้คะแนน มีการแบ่งสัดส่วนคะแนนกิจกรรมหน้าชั้นเรียนที่ให้ออกมาเขียนบนกระดาน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนและเปิดโอกาสในการให้ความช่วยเหลือในการเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกันในการอธิบายและช่วยกันคิดแก้ปัญหาโจทย์

ผู้วิจัยวิเคราะห์ได้ว่า นอกเหนือจากการประเมินการสอนจากผลงานการปฏิบัติของผู้เรียนแล้ว ยังมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวคิด Zone of Proximal Development ที่เน้นความสำคัญของความ

แตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปจนถึงระดับการพัฒนาที่ผู้เรียนมีศักยภาพจะไปถึงได้

ผู้วิจัยสรุปประเด็นปัญหาที่พบจากสภาพปัจจุบัน ความต้องการในการแก้ปัญหา และข้อเสนอแนะทางเลือกสำหรับการแก้ไขดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้สอน

สภาพปัจจุบัน	ความต้องการ	ทางเลือกในการแก้ปัญหา
ด้านหลักสูตรและการสอน		
มีผู้เรียนกลุ่มอ่อนที่ไม่เข้าใจมิติสัมพันธ์	พัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ให้กับผู้เรียนกลุ่มอ่อน	ออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนกลุ่มอ่อนในลักษณะยืดหยุ่นและปรับตามศักยภาพของผู้เรียนที่แตกต่างกัน
เวลาเรียนที่มีจำกัดตามตารางเรียน	จัดการเรียนรู้นอกเวลาเรียนปกติเพิ่มเติมสำหรับผู้เรียนกลุ่มอ่อน	สร้างบทเรียนช่วยสอนหรือแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนกลุ่มอ่อนได้ฝึกนอกเวลาเรียนตามความสะดวกโดยไม่จำกัดเวลาในการเรียน
วิชาเขียนแบบเบื้องต้นใช้เครื่องมือมือ แยกกันเด็ดขาดกับวิชาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเขียนแบบซึ่งต้องเรียนรู้การใช้โปรแกรม จึงไม่สัมพันธ์กัน	ใช้การประมวลผลจากคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพเสมือนจริง และสามารถหมุนภาพได้ทำให้เข้าใจมากขึ้น	นำภาพสามมิติ เคลื่อนไหวแบบโต้ตอบมาใช้เป็นกลยุทธ์เพื่อเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพในการฝึกทำแบบฝึกหัดโดยไม่ต้องเรียนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นการบูรณาการใช้เทคโนโลยีทางการศึกษามาช่วยเสริมการเรียนรู้
ด้านผู้เรียน		
มีผู้เรียน 5-10% เป็นผู้เรียนกลุ่มอ่อนที่ไม่เข้าใจมิติสัมพันธ์ และการมองภาพ	พัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ หรือฝึกการมองภาพให้กับผู้เรียนกลุ่มอ่อนมากกว่าปกติ	สร้างบทเรียนแบบฝึกหัดที่สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนที่ต้องการให้หลากหลายและมาก เรียงตามลำดับความง่ายไปให้ยากเพื่อให้ผู้เรียนกลุ่มอ่อนได้ฝึกซ้ำๆ จนชำนาญนอกเหนือจากงานภาคปฏิบัติที่ต้องเขียนแบบในเวลาเรียน
สัดส่วนผู้เรียนกลุ่มอ่อนต่อผู้สอนในการอธิบาย	ลดการใช้เวลาเพิ่มของผู้สอนในการสอน	สร้างแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ฝึก ด้วยตนเองแทนการสอนด้วยผู้สอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สภาพปัจจุบัน	ความต้องการ	ทางเลือกในการแก้ปัญหา
ตัวต่อตัว ทำให้ผู้สอนต้องใช้เวลามากขึ้นเพื่อสอนเสริมนอกเวลาเรียน	เสริมแก่ผู้เรียน	
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน		
ปัญหาการมองภาพสองมิติ ที่เชื่อมโยงกับภาพสามมิติอย่างซับซ้อน ที่ผู้เรียนบางส่วนมั่นใจว่าสิ่งที่ทำผิดนั้นถูกต้อง จึงไม่สังเกตว่าส่วนที่ถูกต้องเป็นเช่นไร ส่งงานแล้วก็ผ่านไป สัปดาห์ถัดไปก็ทำงานชิ้นอื่นต่อ	- ให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองเสริมจากการเรียนในเวลาเรียนปกติ -เพิ่มจำนวนภาพหุ่นจำลองสำหรับการฝึกทำแบบฝึกหัด -มีการแสดงภาพเฉลยที่ผู้เรียนสามารถทบทวนและหมุนภาพในมุมต่างๆ เพื่อให้เห็นได้ด้วยตนเองและยอมรับ เช่น มุมหลบ มุมหลอก -มีการตอบกลับแสดงผลความถูกต้องหรือไม่ถูกต้องในทันทีเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบ	สร้างแบบฝึกหัดที่ใช้หลากหลายวิธี ตั้งแต่ระดับง่ายไปจนถึงระดับซับซ้อนเพื่อฝึกทักษะความเข้าใจในเรื่องเดียวกัน โดยใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ใช้ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบเป็นสื่อการเรียนรู้แทนการใช้หุ่นจำลอง ใช้สีเป็นตัวชี้นำและเชื่อมโยงความเข้าใจ รวมทั้งแสดงการฉายเส้น projection ในบทเรียนเสริมนอกเวลาเรียน
การสอนให้รับรู้ขนาดและสัดส่วนต้องใช้เวลาในการสร้างหุ่นจำลอง		สร้างหุ่นจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และนำเสนอกลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วย Grid line
การสอนให้หมุนภาพในใจ โดยให้ลอกแบบแทนการคิดด้วยตนเอง		สร้างแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดที่หลากหลายจนชำนาญโดยใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ใช้ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ ใช้เส้น Projection
ด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้		
-มีการใช้สื่อมัลติมีเดียน้อย -ไม่มีสื่อที่สร้างด้วยเนื้อหาที่ตรงตามต้องการ	เพิ่มการผลิตสื่อบทเรียนที่มีเนื้อหาตรงกับความต้องการในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธื	สร้างบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์เสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ที่ออกแบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และความต้องการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สภาพปัจจุบัน	ความต้องการ	ทางเลือกในการแก้ปัญหา
ด้านการวัดและประเมินผล		
การให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนได้ถูกกระตุ้นด้วยแรงจูงใจคือคะแนนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมระหว่างการเรียนในชั้นเรียน ในขณะที่งานภาคปฏิบัติในชั้นเรียนได้เปลี่ยนเป็นการบ้าน	มีการวัดผลระหว่างเรียนจากงานภาคปฏิบัติของผู้เรียน	เพิ่มทางเลือกในการให้ความช่วยเหลือในบทเรียนที่เรียนได้ด้วยตนเองโดยการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพแก่ผู้เรียนทุกคนตามความแตกต่าง ให้ข้อมูลเนื้อหาการเรียน แจ้งผลตอบกลับในทันที มีการประเมินและสรุปผลการเรียน ผู้เรียนยังคงให้ความช่วยเหลือในการเรียนแก่กันได้ โดยไม่ต้องใช้คะแนนเป็นตัวกระตุ้น ผู้เรียนสามารถใช้ฝึกทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่ไหน เมื่อไหร่ นานเท่าไร จะฝึกด้วยตนเองหรือเรียนร่วมกับเพื่อนก็ได้

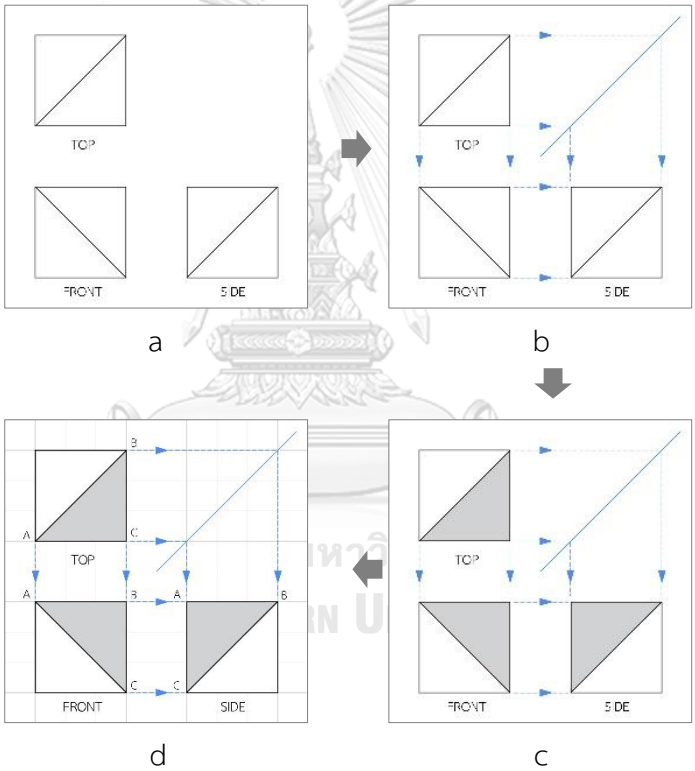
จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้สอนวิชาเขียนแบบเบื้องต้น สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ เพื่อศึกษาสภาพและความต้องการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา สาขาออกแบบ นอกเหนือจากข้อเสนอแนะในตารางที่ 4.1 แล้ว ยังได้ข้อสรุปและเสนอแนะ ในเรื่อง การเลือกเนื้อหาการสอนมิติสัมพันธ์เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนที่มีความต้องการจำเป็น คือ การฝึกมองภาพไอโซเมตริก (Isometric) (สามมิติ), ภาพออโธกราฟิก (Orthographic) (สองมิติ) และ ภาพตัด (Section) (สองมิติ) เพื่อทำเข้าใจเรื่องการรับรู้ ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง การเปลี่ยนตำแหน่งมุมมองภาพ ความเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่างภาพสามมิติ กับภาพสองมิติ และการหมุนภาพในใจ (Mental rotation) เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก โดยเริ่มจากรูปทรงเขาคณิตอย่างง่ายไปจนถึงรูปที่มีลักษณะซับซ้อน (complex) และแต่ละเนื้อหาเป็นพื้นฐานความเข้าใจของเรื่องลำดับถัดไป วิธีการสอนควรเริ่มจากแสดงตัวอย่างหลักการวิธีการมองภาพก่อนขั้นตอนการดูตัวอย่าง จึงเป็นส่วนสำคัญในตอนเริ่มต้น มี ควรจำแนกการฝึกทักษะแยกเป็นเรื่องๆ ไป เช่น ฝึกหาทิศทางการมองภาพ ฝึกเชื่อมโยงรายละเอียดของภาพ ฝึกบอกขนาด ฝึกบอกสัดส่วน โดยในเรื่องเดียวกันที่ฝึก ใช้วิธีฝึกที่หลากหลายวิธี แต่ละวิธีมีการวัดระดับหรือประเมินผล และสุดท้ายมีการทดสอบเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบพัฒนาการความก้าวหน้าของตนเองว่าอยู่ในระดับใด และแจ้งผลกลับผู้เรียนในทันที

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพที่ผู้สอนใช้ในการเสริมต่อการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน มีข้อสรุปและเสนอแนะดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

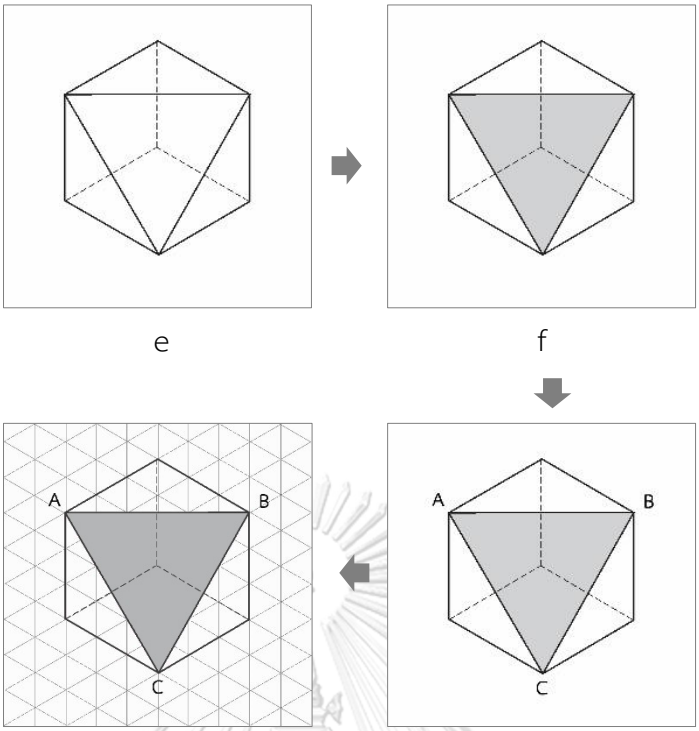
การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ (Visual scaffolding) เป็นส่วนสำคัญที่ผู้สอนใช้ในการอธิบาย ประกอบหลักการมองภาพเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงระหว่างตำแหน่งต่างๆ ในภาพสองมิติ กับ ภาพสามมิติ ได้แก่ เส้นกริด (Grid line) เส้นโปรเจคชั่น (Projection line) สี (Color) ตัวอักษร เส้นประ และภาพสามมิติ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ และสรุปแนวทางการเสริมต่อการเรียนรู้โดยการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือ ได้แก่ การใช้ เส้นกริด (Grid line) เส้นโปรเจคชั่น (Projection line) สี (Color) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.2 ภาพสามมิติ สร้างแทนด้วยภาพวัตถุสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dinamic interactive 3D object) ที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์โดยการพลิกหมุนดูภาพด้วยตนเองได้ ดังแสดงในภาพ 4.3 และ 4.4



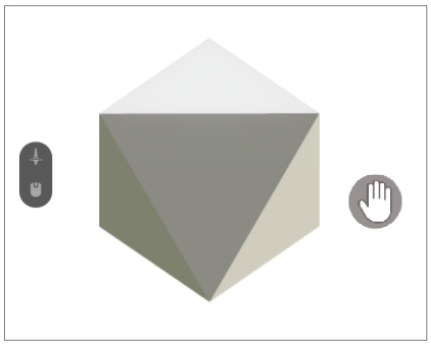
ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพในภาพสองมิติ

จากภาพที่ 4.2 แสดงตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยในภาพสองมิติ ได้แก่ ภาพ a แสดง top view, front view และ side view ของวัตถุรูปหนึ่ง ในภาพ b มีการเสริมต่อการเรียนรู้ด้วย projection line ในภาพ c มีการเพิ่มสีในระนาบที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน และในภาพ d เพิ่ม grid line ใช้แทนการวัดระยะและใส่ตัวอักษรเพื่ออ้างอิงตำแหน่งเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจระยะและขนาดที่สัมพันธ์และเชื่อมโยงกันในการจัดวางรูปเป็นรูปแบบมาตรฐานการแสดงงานเขียนแบบ



ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพในภาพสามมิติ

จากภาพที่ 4.3 แสดงตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพในภาพสามมิติ นำเสนอด้วยภาพ isometric ที่มีคุณสมบัติคือสามารถวัดระยะได้ในเส้นตั้งฉาก และเส้นเอียง 30 องศา ทั้งสองด้าน จากวัตถุรูปเดียวกันกับภาพที่ 3 การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพที่ใช้เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ ได้แก่ ภาพ e มีการใช้เส้นประแสดงแนวที่มองไม่เห็น ในภาพ f มีการใช้สีบนระนาบเอียงที่ปรากฏทั้งใน top view, front view และ side view ในภาพ g มีการระบุชื่อมุมด้วยตัวอักษรเพื่ออ้างอิงตำแหน่งที่สัมพันธ์กับภาพสองมิติ และในภาพ h เพิ่ม grid line แบบ isometric ใช้แทนการวัดระยะเพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นขนาดและสัดส่วนที่สัมพันธ์เชื่อมโยงกัน



ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object)

จากภาพที่ 4.4 แสดงตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object) เพื่อใช้แทนหุ่นจำลองกระดาษรูปทรงเรขาคณิต ที่หมุนโดยผู้สอนในการอธิบายผู้เรียน นำเสนอภาพสามมิติ ของวัตถุรูปเดียวกับที่แสดงในภาพสองมิติ ดังแสดงในภาพที่ 4.2 และภาพสามมิติ ดังแสดงในภาพที่ 4.4 โดยเพิ่มคุณสมบัติให้ผู้เรียนสามารถสัมผัสและหมุนดูภาพในมุมต่างๆ ได้ ตามหลัก Active learning

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับการเลือกใช้ระบบปฏิบัติการในการใช้งานบทเรียน โปรแกรมที่ใช้ผลิตบทเรียน พื้นที่สำหรับจัดวางบทเรียน วิธีการแสดงผลภาพสามมิติ เคลื่อนไหวแบบโต้ตอบบนบทเรียนที่ผลิตโดยโปรแกรมสำเร็จรูป ได้ข้อสรุปและเสนอแนะดังนี้

โปรแกรมที่ใช้ผลิตบทเรียนมัลติมีเดียประเภทแบบฝึกหัด ที่มีคุณสมบัติ 4Is คือ Information, Interaction, Intermediate feedback, และ Individualization เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ที่มีการนำเสนอเนื้อหา แสดงตัวอย่าง และมีโจทย์แบบฝึกหัดให้ฝึกซ้ำๆ ได้จนกว่าจะชำนาญ โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาในการเรียน มีแบบทดสอบ และทราบผลประเมินในทันที ฝึกได้นอกเวลาเรียนได้โดยใช้อุปกรณ์พื้นฐานที่มี เช่น คอมพิวเตอร์พื้นฐานทั่วไป อุปกรณ์พกพาแทบเล็ท ไอแพด ใช้งานผ่านเบราเซอร์ โดยไม่ต้องลงโปรแกรมใดๆ เพิ่มในอุปกรณ์ และไม่ต้องมีผู้สอน โปรแกรมสร้างบทเรียนที่ออกแบบให้ใช้เครื่องมือสำเร็จรูปในโปรแกรมได้อย่างง่าย และสามารถสร้างเงื่อนไขเส้นทางการเรียนได้ สามารถนำ Embedded code ของแหล่งทรัพยากรภายนอกที่อยู่ภายนอกมาแสดงผลมาวางฝังในบทเรียนได้ ซึ่งเมื่อผลิตบทเรียนใส่ Action Script แล้วส่งออกเผยแพร่ให้อยู่ในรูปแบบ HTML5 ที่สามารถแสดงผลบน Mobile Device และ Pack SCORM นำบทเรียนขึ้นไปวางบนระบบ server ผู้เรียนจะสามารถใช้งานบทเรียนได้ผ่าน web browser ทั้งระบบปฏิบัติการ Window และ Macintosh ผู้วิจัยสรุปเลือกใช้โปรแกรม Captivate เพื่อนำขึ้นสู่ Server

นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และข้อเสนอแนะ รวมทั้งข้อมูลที่วิเคราะห์จากเอกสารการศึกษาไปใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบโมเดลบทเรียน มัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

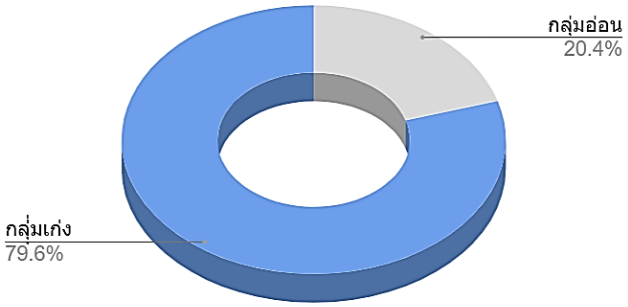
1.2 ข้อมูลจากผลการทดสอบวัดมิติสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็น นิสิต นักศึกษา สาขาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ในระดับอุดมศึกษา ผลการทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.2 คะแนนการทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ช่วงคะแนน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1-15	80	20.36
16-30	313	79.64
รวม	393	100



ภาพที่ 4.5 สัดส่วนผู้เรียนกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งจากการทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

จากตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.5 ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากการใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ Santa Barbara Solids Test : cross–section test กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง 393 คน ซึ่งเป็นผู้เรียนที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเขียนแบบมาก่อน พบว่าเมื่อจำแนกคะแนนแบบอิงเกณฑ์ โดยแบ่งเป็นสองช่วงคะแนนคือ ช่วงคะแนน 1-15 คะแนน เป็นกลุ่มอ่อน และ 16-30 คะแนน เป็นกลุ่มเก่ง มีผู้เรียนกลุ่มอ่อนที่ได้คะแนนไม่เกิน 50% จำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 20.36 และมีผู้เรียนกลุ่มเก่ง ที่ได้คะแนนมากกว่า 50% จำนวน 313 คน คิดเป็นร้อยละ 79.64 สามารถสรุปได้ว่ามีจำนวนความต้องการจำเป็นในการต้องได้รับการฝึกทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้สอน

ในจำนวนผู้เรียนกลุ่มอ่อน ทั้งหมด 80 คน ผู้วิจัยให้นักศึกษาลงชื่อสมัครเข้าร่วมทดลองใช้บทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อกลยุทธ์การเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ โดยนัดหมายวันเวลานอกตารางเรียน สรุปมีนักศึกษากลุ่มอ่อนสมัครใจเข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 25 คน

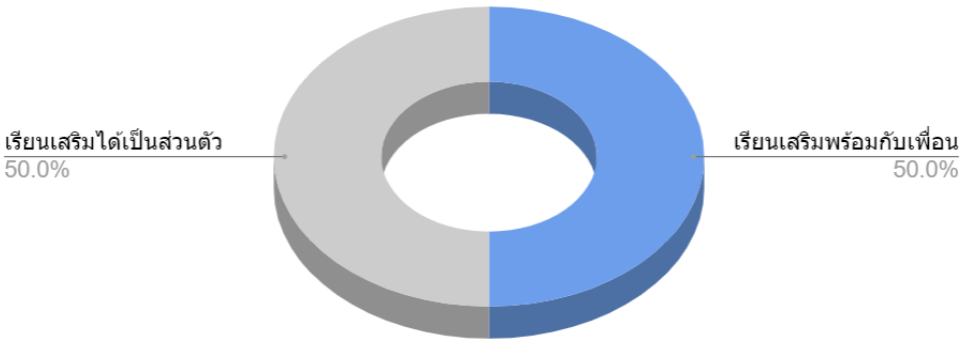
ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล จากการสัมภาษณ์นักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับ 1) ความคิดเห็นต่อข้อคำถามในแบบทดสอบ 2) ความคิดเห็นต่อบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ 3)

ความคิดเห็นต่อการใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีทางการศึกษาในสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ในปัจจุบัน จากการสัมภาษณ์นักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ได้ทำแบบทดสอบวัดมิติสัมพันธ์แล้ว ได้ข้อสรุปแยกวิเคราะห์เป็นประเด็นดังนี้

ความคิดเห็นต่อข้อคำถามในแบบทดสอบ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างผู้ทำแบบทดสอบเป็นนักศึกษาที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเขียนแบบมาก่อน การมองภาพตัดของวัตถุโดยกำหนดระนาบแผ่นตัดในลักษณะต่างๆ นักศึกษากลุ่มตัวอย่างจึงต้องอาศัยความเข้าใจจากการฟังการอธิบายหลักการมองภาพก่อนเริ่มทำแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 50 ให้ความเห็นว่าในชั้นเรียนเพื่อนจะคุยกันระหว่างการอธิบายทำให้กลุ่มตัวอย่างไม่ได้ตั้งใจฟังเท่าที่ควร หรือ จำได้ไม่หมด ร้อยละ 50 ที่เหลือ ให้ความเห็นว่าตั้งใจฟังและเข้าใจในตอนแรก การทำแบบทดสอบได้ทำตามหลักการที่ฟังบรรยาย แต่เมื่อทำแบบทดสอบไประยะหนึ่ง ก็ลืมไปว่ามีหลักการการมองภาพซึ่งต้องมองตั้งฉากกับแผ่นตัด กลับไปใช้การมองภาพแบบปกติที่เห็นแทน ทำให้ทำผิดไปครึ่งหนึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของแบบทดสอบนี้ที่นักวิจัยระบุว่าตัวลวงที่ทำให้ผู้เรียนตอบผิดครึ่งหนึ่งคือการมองภาพตามที่เห็น ไม่ได้มองภาพแบบหมุนภาพในใจตามเงื่อนไขที่เป็นข้อกำหนดในการนำไปใช้ในงานเขียนแบบ กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 90 มีความเห็นเรื่องระยะเวลาที่จำกัดในการทำแบบทดสอบ 20 นาที 30 ข้อ ไม่ได้เป็นอุปสรรค ในขณะที่ร้อยละ 10 ให้ความเห็นว่าถ้าเพิ่มเวลาอีกอาจจะทำให้คิดได้รอบคอบกว่า สอดคล้องกับการศึกษาเอกสารและงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนามิติสัมพันธ์ ผู้เรียนที่อ่อนต้องการใช้เวลาในการคิด (Hung et al., 2012; Meneghetti et al., 2013; Ueno et al., 2012)ดังนั้นในการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ผู้ที่มีศักยภาพต่างกันจึงมี flow ที่ต่างกันเพื่อให้เหมาะสมแก่ศักยภาพของผู้เรียน

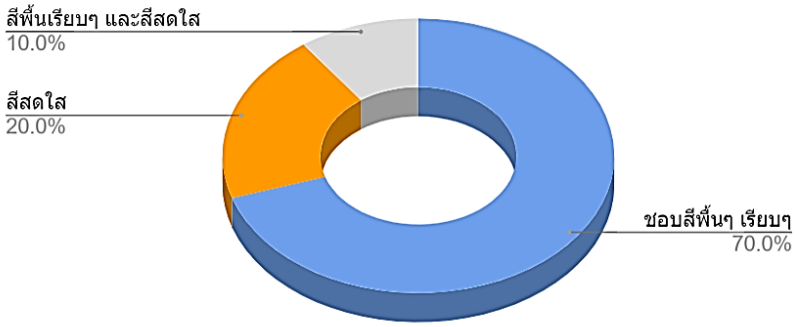
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความคิดเห็นต่อบทเรียนมัลติมีเดียที่เสริมต่อกลยุทธ์การเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่างทุกคน (ร้อยละ 100) ให้ความเห็นว่ารู้จักบทเรียนมัลติมีเดีย และเคยเล่นเกมที่มีการนำภาพรูปทรงเขาคณิตสามมิติ แต่ละรูปมาต่อเข้าด้วยกันให้พอดี ในจำนวนนี้ยังไม่มีใครเคยพบว่ามีการนำเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับมองภาพในงานเขียนแบบมาใส่ในเกมหรือบทเรียนมัลติมีเดีย และหากพบว่ามี ก็สนใจจะใช้บทเรียนนี้เพื่อฝึกฝนพัฒนาตนเองนอกเวลาเรียนปกติ กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 50 ต้องการใช้งานบทเรียนพร้อมๆ กับเพื่อน เพื่อจะได้ช่วยกันแนะนำและออกความเห็น สอดคล้องกับหลักการ Zone of proximal development ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ดีและมากขึ้นหากได้รับความช่วยเหลือ ดังภาพที่ 4.6 ดังนั้นการเสริมต่อกลยุทธ์การเรียนรู้ทางทัศนภาพจึงตรงตามความต้องการเป็นการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนให้สามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้ด้วยตนเอง



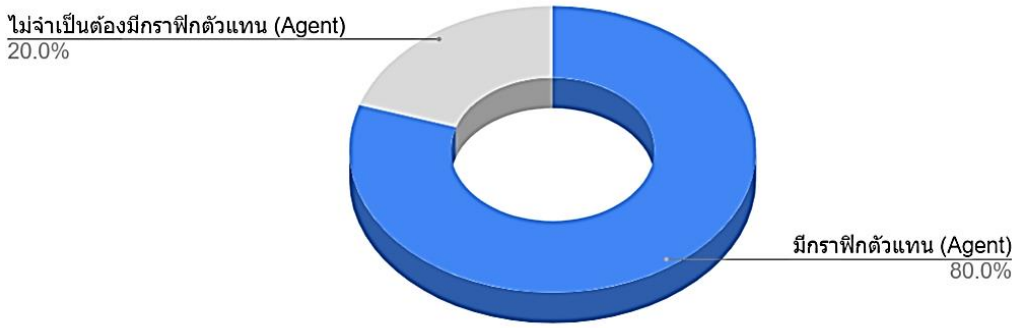
ภาพที่ 4.6 สัดส่วนความต้องการความเป็นส่วนตัวในการเรียน

ในส่วนของการออกแบบหน้าจอ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 70 ชอบสีพื้นๆ เรียบๆ จะเป็นแนวสีพาสเทล หรือสีตุ่นๆ หรือ สีพื้นโมโนโทน ก็ได้ อีกร้อยละ 20 เสนอความเห็นให้ใช้ตีมสดใส อีกร้อยละ 10 ให้ความเห็นว่าถ้ามีตีมสีให้เลือกได้ก็จะชอบมาก จะเป็นแนวสีตุ่น หรือสีสดใส ก็ได้ ต้องดูตัวอย่างจึงจะตัดสินใจว่าจะใช้แบบใด ถ้าไม่มีให้เลือก ผู้สอนจะสร้างพื้นสีอะไรก็ไม่สำคัญเท่าเนื้อหาที่จะเรียน ดังภาพที่ 4.7 ผู้วิจัยเลือกใช้สีพื้นๆ เรียบ ๆ ในการออกแบบหน้าจอบทเรียน



ภาพที่ 4.7 สัดส่วนความชอบสีพื้นของหน้าจอการเรียน

กราฟิกตัวแทน (agent) เพื่อนำเสนอเรื่องราวที่เป็นตัวแทนผู้สอนในการแนะนำบทเรียนและอำนวยความสะดวกตลอดการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดีย กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 80 ให้ความเห็นว่าอาจจะรบกวนสมาธิและถ้าออกแบบไม่ถูกใจผู้เรียนอาจไม่อยากเปิดดูบ่อยๆ ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่เหลือ ร้อยละ 20 มีความสนใจอยากให้มี ดังภาพที่ 4.8 ผู้วิจัยเลือกที่จะไม่มีกราฟิกตัวแทน (agent) ในการนำเสนอเรื่องราว



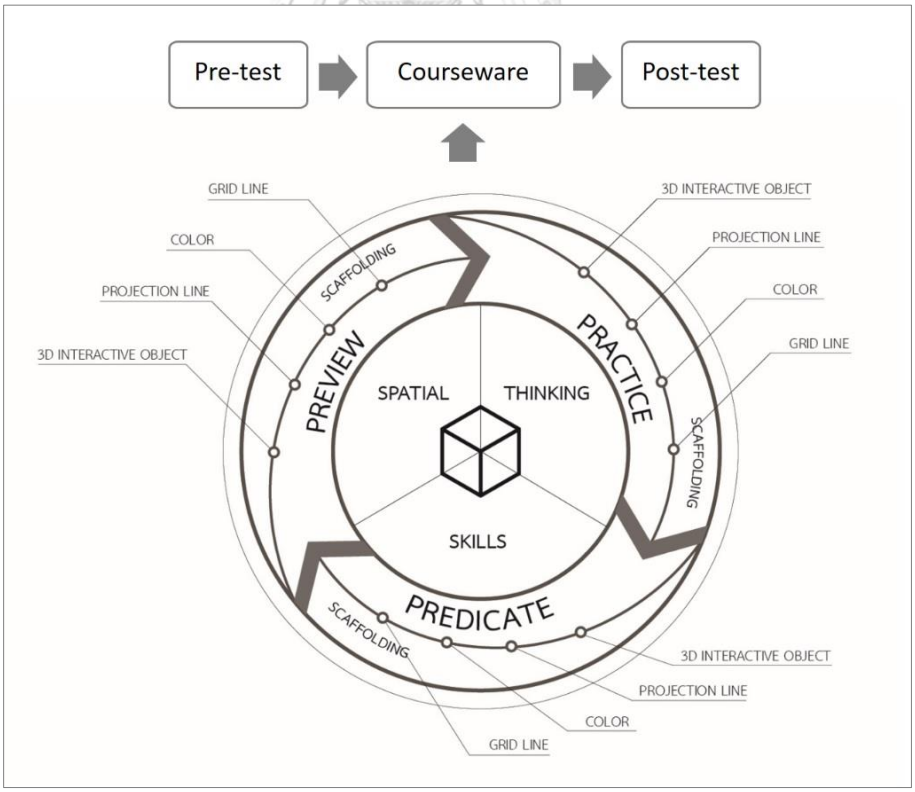
ภาพที่ 4.8 สัดส่วนความต้องการมีกราฟิกตัวแทน (Agent)

การแสดงผลภาพสามมิติแบบเคลื่อนไหวโต้ตอบเพื่อเป็นตัวช่วยเสริมการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ผู้เรียนทุกคน ร้อยละ 100 เห็นด้วยว่าในขณะที่ทำแบบฝึกหัด มีการแสดง ภาพสามมิติแบบเคลื่อนไหวโต้ตอบ เพื่อช่วยเสริมการเรียนรู้ทางทัศนภาพได้ ช่วยในการคิด และเสนอความเห็นไม่ต้องการให้มีการจำกัดเวลา

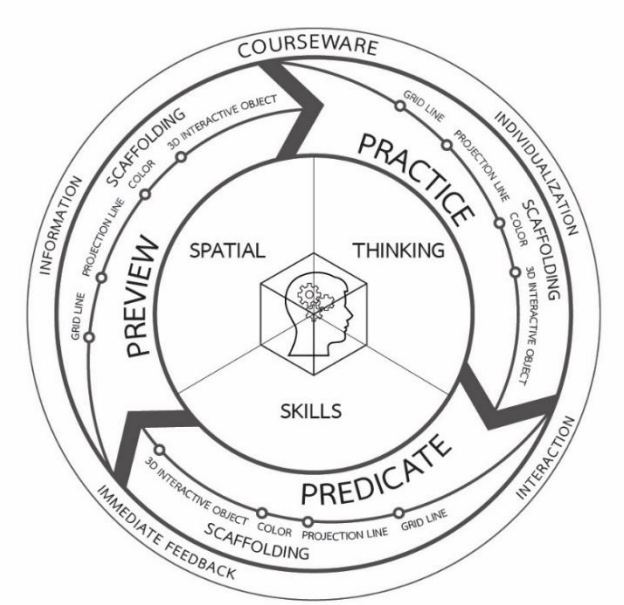
ความคิดเห็นต่อการใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีทางการศึกษาในสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ในปัจจุบัน เนื่องจากสถาบันการศึกษาที่เข้าทดสอบกลุ่มตัวอย่าง มีนโยบายในการสนับสนุนให้ผู้เรียนทุกคนเข้าถึงข้อมูลข่าวสารด้วยอุปกรณ์ประจำตัว จึงแจกอุปกรณ์ไอแพดแก่นักศึกษาทุกคนและมีนโยบายสนับสนุนให้แต่ละวิชามีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ระบบการจัดการเรียนรู้ LMS หรือการใช้อุปกรณ์เพื่อค้นคว้าหาข้อมูล โดยมีการกระจายสัญญานอินเทอร์ไปทั่วบริเวณของสถานศึกษาให้ผู้เรียนได้เข้าใช้งานผ่านเครือข่ายโดยสะดวก กลุ่มตัวอย่างทุกคนที่เข้ารับการทดสอบจึงมีความเป็นปกติในการใช้งานด้านอุปกรณ์และการใช้เครือข่ายอินเทอร์เนทในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ สามารถตอบรับการใช้งานบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ผ่าน web browser ได้อย่างคุ้นเคย ข้อมูลที่ได้จาการสัมภาษณ์นำไปใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ผู้วิจัยได้สร้างร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ โดยใช้หลักการออกแบบการสอนที่พัฒนาจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบจากกลุ่มตัวอย่างผู้สอนในรายวิชาเขียนแบบเบื้องต้นซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน กลยุทธ์ทางทัศนภาพในการสอนมิติสัมพันธ์ในสาขาวิชาออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นเครื่องมือ มาสร้างร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 1 ดังแสดงในภาพ 4.9 และนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจความเหมาะสม ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไข ตามภาพที่ 4.10 แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน (ดูรายชื่อในภาคผนวก ก) ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนในสาขาออกแบบ จำนวน 2 คน ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 4 คน และด้านการออกแบบการสอน จำนวน 1 คน จากสถาบันการศึกษาของรัฐบาลและเอกชน



ภาพที่ 4.9 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 1



ภาพที่ 4.10 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 2

ผลการพิจารณาความเหมาะสมของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 7 คน จากประเด็นการพิจารณา ทั้ง 4 ตอน คือ 1) บทนำความเหมาะสมด้านหลักการแนวคิดพื้นฐาน วัตถุประสงค์ของโมเดล แผนภาพโมเดล 2) องค์ประกอบ 3) ขั้นตอน 4) ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน สรุปผลดังนี้

2.1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบทนำของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบทนำของร่างร่างโมเดลฯ version 2

หัวข้อประเมิน	ความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							เฉลี่ย	ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7		
ตอนที่ 1 บทนำ									
1.หลักการและแนวคิดพื้นฐาน	4	5	4	5	4	5	2	4.14	มาก
2.วัตถุประสงค์ของโมเดล	5	5	5	5	4	4	2	4.29	มาก
3.แผนภาพโมเดลแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ	5	5	5	5	5	5	2	4.57	มากที่สุด
4.แผนภาพโมเดลการสื่อความหมายถูกต้องและเข้าใจ	5	5	5	5	4	4	3	4.43	มาก
							เฉลี่ย	**4.36**	**มาก**

จากตารางที่ 4.3 แสดงความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบทนำของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ได้ค่าเฉลี่ยคะแนนรวม 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.18 สามารถสรุปได้ว่าผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นว่าเหมาะสมในระดับมาก

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิได้แก่ เพิ่มข้อความในคำอธิบายโมเดลว่า โมเดลนี้จะสามารถใช้ได้ทั้งผู้เรียนที่เป็นคนเก่งและไม่เก่ง และแสดงทฤษฎีที่สนับสนุนเชื่อมโยงให้เห็นที่มาของแผนภาพโมเดล

2.2 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อองค์ประกอบของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อองค์ประกอบของร่างโมเดลฯ version 2

หัวข้อประเมิน	ความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							เฉลี่ย	ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7		
ตอนที่ 2 องค์ประกอบ									
1. บทเรียน Courseware	5	5	5	5	5	5	4	4.86	มากที่สุด
2.กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ	5	5	5	5	5	4	3	4.57	มากที่สุด
3.ผู้เรียน (Learner) ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ	5	5	5	5	4	5	2	4.43	มาก
							เฉลี่ย	**4.62**	**มากที่สุด**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.4 แสดงความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อองค์ประกอบของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ยคะแนนรวม 4.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.22 สามารถสรุปได้ว่าผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นว่าเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ ควรใส่ภาพประกอบในคำอธิบายโมเดลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพิ่มข้อความในคำอธิบายโมเดลว่า ผู้เรียนสามารถระบุเป้าหมายของตนเองได้ เลือกเรียนได้บางส่วน ไม่จำเป็นต้องเรียงตามลำดับหรือใช้เส้นทางการเรียนแบบ linear และไม่ควรระบุว่ากลุ่มที่จะเรียนบทเรียนนี้คือผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ

2.3 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อขั้นตอนของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อขั้นตอนของร่างโมเดลบทเรียนฯ version 2

หัวข้อประเมิน	ความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							เฉลี่ย	ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7		
ตอนที่ 3 ขั้นตอน									
1.ดู (Preview)	5	5	5	5	5	4	4	4.71	มากที่สุด
2.ฝึก (Practice)	5	5	5	5	5	5	4	4.86	มากที่สุด
3.สรุป (Predicate)	5	5	5	5	5	4	4	4.71	มากที่สุด
							เฉลี่ย	4.76	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.5 แสดงความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อขั้นตอนของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ยคะแนนรวม 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.08 สามารถสรุปได้ว่าผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นว่าเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิบางคนเสนอให้ทบทวนการใช้คำของขั้นตอนที่เป็นคำนาม ซึ่งผู้วิจัยได้ปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาสรุปใช้เป็นคำกริยา

2.4 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อการนำไปใช้ของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.6 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อการนำไปใช้ของร่างโมเดลบทเรียนฯ version 2

หัวข้อประเมิน	ความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							เฉลี่ย	ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7		
ตอนที่ 4 การนำไปใช้									
1.โมเดลเหมาะสมต่อการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์	5	5	5	5	5	5	3	4.71	มากที่สุด
2.ขั้นตอนและกิจกรรมเหมาะสมต่อการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์	5	5	5	5	5	5	3	4.71	มากที่สุด
3.โมเดลมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งาน	5	5	5	5	5	5	3	4.71	มากที่สุด
							เฉลี่ย	4.71	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.6 แสดงความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อการนำไปใช้งานของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ยคะแนนรวม 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00 สามารถสรุปได้ว่าผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นว่าเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิเสนอให้ระบุวิธีการเลือกใช้เนื้อหา และการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในแนวทางการนำโมเดลไปใช้งาน

2.5 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อภาพรวมของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และภาคผนวกที่ ค-2

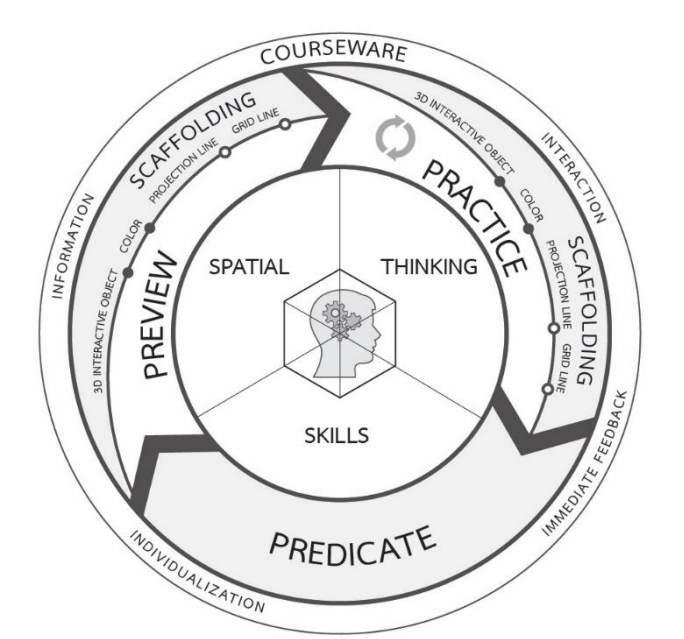
ตารางที่ 4.7 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อภาพรวมของร่างโมเดลฯ version 2

หัวข้อประเมิน	ความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความเหมาะสม
ตอนที่ 1 บทนำ	4.36	0.18	มาก
ตอนที่ 2 องค์ประกอบ	4.62	0.22	มากที่สุด
ตอนที่ 3 ขั้นตอน	4.76	0.08	มากที่สุด
ตอนที่ 4 การนำไปใช้	4.71	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.61	0.18	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.7 แสดงความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อความเหมาะสมในการนำไปใช้งานของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ยคะแนนรวม 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.178 สามารถสรุปได้ว่าผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นว่าเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เข้าพบอาจารย์ที่ปรึกษาและปรับแก้ไขโมเดลตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ก่อนนำไปทดลองใช้ ดังแสดงในภาพที่ 4.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.11 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ผลการทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนและหลังการทดลองเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียฯ พบว่า

1. ผู้เรียนกลุ่มอ่อนทุกคน มีความจำเป็นต้องใช้การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ทุกคนในการฝึกทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้ด้วยตนเอง

2. เนื้อหาบทเรียนที่ ผู้เรียนมีความจำเป็นต้องใช้การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ มากที่สุดคือ โมดูล 3 เรื่องการมองภาพตัด รองลงมาคือ โมดูล 2 เรื่องการมองภาพออโธกราฟิก และใช้น้อยที่สุดคือ โมดูล 1 การมองภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง สอดคล้องกับข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้สอนในระยะที่ 1 ของงานวิจัย

3. รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ สี

โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยนผลการทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนและหลังเรียนดังแสดงใน ตารางที่ 4.8 และภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนและหลังการทดลองเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียฯ

คะแนนกลุ่มตัวอย่าง	ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (คะแนนเต็ม 30)			
	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t-test	Sig.
ก่อนเรียน	10.28	3.53	8.23	.00*
หลังเรียน	20.96	4.65		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ค่าสถิติ t-test ที่คำนวณได้เท่ากับ 8.23 และค่า Sig. ที่โปรแกรมคำนวณคือ .00 มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่า คะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนและหลังการเรียน แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังการเรียน มีค่ามากกว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนการเรียน ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าบทเรียนมัลติมีเดีย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ของนักศึกษาสูงขึ้น แสดงว่าบทเรียนมัลติมีเดียฯ มีประสิทธิภาพ ด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์คะแนนการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานบทเรียนมัลติมีเดีย ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 25 คน ที่ได้ทดลองใช้บทเรียนมัลติมีเดียฯ ต้นแบบตามโมเดลมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 คะแนนความพึงพอใจในการใช้บทเรียนมัลติมีเดียฯ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ส่วนของบทเรียน	4.17	0.15	มาก
องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย	4.04	0.32	มาก
องค์ประกอบด้านการมีปฏิสัมพันธ์	4.10	1.28	มาก
คะแนนเฉลี่ย	4.10	0.06	มาก

จากตารางที่ 4.9 พบว่า คะแนนเฉลี่ยในภาพรวม ได้เฉลี่ย 4.10 สามารถสรุปได้ว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อบทเรียนมัลติมีเดียในระดับมาก ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และภาคผนวก ข

ผู้วิจัยได้สังเกตและสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง พบว่า

1) ผู้เรียนที่ได้ใช้ตัวช่วยในการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ มีความพึงพอใจในตัวช่วยที่เป็น สี เพราะช่วยเชื่อมโยงภาพสองมิตกับภาพสามมิติได้ดี ทำให้เข้าใจได้มากที่สุด ในขณะที่ภาพเคลื่อนไหวโต้ตอบแบบสามมิติ ในช่วงของการทบทวนและเฉลยคำตอบ ช่วยให้มองเห็นภาพรวมและเข้าใจมากขึ้นเช่นกัน

2) ผู้เรียนที่ได้ใช้ตัวช่วยในการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เมื่อทำแบบฝึกหัดได้ด้วยตนเอง เมื่อได้เห็นเครื่องหมายว่าข้อนั้นทำถูก จะมีความสุข มีรอยยิ้ม แวววตา และคำพูด ที่มีกำลังใจในการเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) ผู้เรียนที่ได้ใช้ตัวช่วยในการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ มีความสนใจในการขยับมุมมองภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ ในหน้าทบทวน โดยเฉพาะภาพโปร่งแสงที่แสดงพื้นที่ส่วนที่ถูกตัดแยกอีกสีหนึ่งข้างในวัตถุ

4) ผู้เรียนที่ได้ทดลองเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียฯ และใช้ตัวช่วยในการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพแล้ว ขอ link ต้องการกลับไปฝึกเพิ่มเติมที่บ้าน

5) ผู้เรียนมีความสนใจและมีความต้องการทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมหากมีการสร้างบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 4 ผลการนำเสนอโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ผลการวิเคราะห์ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน ที่มีต่อโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ดังแสดงตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อโมเดลบทเรียนฯ

หัวข้อประเมิน	ความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					เฉลี่ย	ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5		
ตอนที่ 1 บทนำ							
1.หลักการและแนวคิดพื้นฐาน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
2.วัตถุประสงค์ของโมเดล	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
3.แผนภาพโมเดลแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ	4	4	5	5	5	4.6	มากที่สุด
4.แผนภาพโมเดลการสื่อความหมายถูกต้องและเข้าใจ	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.9	มากที่สุด
ตอนที่ 2 องค์ประกอบ							
1. บทเรียน Courseware	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
2.กลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพ	4	4	5	5	5	4.6	มากที่สุด
3.ผู้เรียน (Learner) ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ	4	4	5	5	5	4.6	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.73	มากที่สุด
ตอนที่ 3 ขั้นตอน							
1.ดู (Preview)	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
2.ฝึก (Practice)	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
3.สรุป (Predicate)	4	4	5	5	5	4.6	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.87	มากที่สุด
ตอนที่ 4 การนำไปใช้							
1.โมเดลเหมาะสมต่อการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์	5	4	5	5	5	4.8	มากที่สุด
2.ขั้นตอนและกิจกรรมเหมาะสมต่อการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์	5	4	5	5	5	4.8	มากที่สุด
3.โมเดลมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งาน	5	4	5	5	5	4.8	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.8	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม						4.82	มากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.10 แสดงความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อความเหมาะสมในการการนำไปใช้งานของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ยคะแนนรวม 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.076 สามารถสรุปได้ว่าผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นว่าเหมาะสมในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้ได้ โดยหนึ่งในผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการสอนด้านมิติสัมพันธ์ ได้บันทึกไว้ในใบประเมินว่า

> “โมเดลนี้เป็นแนวคิดในการพัฒนาวิชาการเชิงสร้างสรรค์สอดคล้องกับบริบทปัจจุบัน เป็นนวัตกรรมทางความคิดที่มุ่งเน้นพัฒนาทักษะและระดับความคิดของผู้เรียนด้านมิติสัมพันธ์และเพิ่มทางเลือกในการศึกษา สามารถพัฒนาไปสู่การปฏิบัติได้ในอนาคต รวมทั้งต่อยอดไปสู่การเรียนรู้ในศาสตร์อื่นๆ ได้”
>
> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ ไชยยศ
> คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่าโมเดลนี้เป็นแนวคิดในการพัฒนาวิชาการเชิงสร้างสรรค์สอดคล้องกับบริบทปัจจุบัน เป็นนวัตกรรมทางความคิดที่มุ่งเน้นพัฒนาทักษะและระดับความคิดของผู้เรียนด้านมิติสัมพันธ์ และเพิ่มทางเลือกในการศึกษา สามารถพัฒนาไปสู่การปฏิบัติได้ในอนาคต รวมทั้งต่อยอดไปสู่การเรียนรู้ในศาสตร์อื่นๆ ได้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ความเห็นต่อการใช้คำกริยาในขั้นตอนของโมเดลนั้นถูกต้องแล้ว ในคู่มือการนำโมเดลไปใช้ ควรแสดงคำจำกัดความของผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำให้ชัดเจนว่าพิจารณาจากผลการเรียน เกรดเฉลี่ยก่อนหน้า หรือจากการทดสอบวัด แนวทางการนำโมเดลไปใช้กับรายวิชาอื่นๆ ทำอย่างไรผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาใช้เป็นข้อพิจารณาในการทำคู่มือประกอบการใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 บทนำ ประกอบด้วย

1. หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์
2. วัตถุประสงค์ของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์
3. แผนภาพโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ที่แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและขั้นตอน

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วย

1. บทเรียน Courseware
2. กลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพ (Visual scaffolding strategies)
3. ผู้เรียน (Learner) ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ

ตอนที่ 3 ขั้นตอนการเรียนของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ในส่วนของกระบวนการ ประกอบด้วย

1. ดู (Preview)
2. ฝึก (Practice)
3. สรุปพยากรณ์ (Predicate)

ตอนที่ 4 การใช้งานโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วย

1. วิธีการสอน
2. สภาพแวดล้อมทางการเรียน
3. สื่อการสอน
4. ขั้นตอนการดำเนินการ
5. วิธีการประเมินผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1
บทนำ

1. หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ความแตกต่างภายในตัวบุคคล (Intra-individual differences)

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาคนหรือทรัพยากรมนุษย์ ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ การจัดการศึกษาจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด การเผชิญสถานการณ์ จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่

ผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาสาขาวิชาออกแบบ มีความจำเป็นต้องใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลในการออกแบบ และนำเสนอสิ่งที่อยู่ในจินตนาการ แม้นว่าสถาบันการศึกษาจะได้จัดให้มีการสอนรายวิชาพื้นฐานการออกแบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ ซึ่งช่วยลดระยะเวลาในการสร้างสรรค์งานออกแบบ แต่ยังคงมีผู้เรียนจำนวนหนึ่งที่ประสบปัญหาในการอ่านเข้าใจแบบจากภาพสองมิติ ในหลายมุมมองของวัตถุเดียวกันให้เข้าใจความสัมพันธ์ และคิดในใจเป็นภาพสามมิติ อันเนื่องมาจากความเคยชินที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ประมวลผลมุมมองภาพให้

การฝึกทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ จึงเป็นพื้นฐานที่ผู้เรียนที่มีความสามารถทางมิติสัมพันธ์กลุ่มอ่อน จำเป็นต้องได้รับการพัฒนา เพื่อลดช่องว่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนกลุ่มอ่อนจะมีศักยภาพมากขึ้นในการเรียนรู้บทเรียนที่ยากขึ้นตามหลักสูตรการเรียน ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลาในการฝึกฝนและพัฒนา ประกอบกับในปัจจุบันเทคโนโลยีและการสื่อสารมีความก้าวหน้า ส่งเสริมให้เกิดการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาที่ได้ออกแบบกระบวนการเรียนรู้ และมีการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในเชิงบูรณาการโดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือทางปัญญา (Cognitive tool) เกื้อหนุนสนับสนุนในระหว่างการเรียน พัฒนากระบวนการทางพุทธิปัญญาหรือกระบวนการรู้คิด (Cognitive process) ของผู้เรียนให้เต็มศักยภาพเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดด้วยตนเองด้วยแบบฝึกหัดอิเล็กทรอนิคส์แบบโต้ตอบเชิงปฏิสัมพันธ์ จนผู้เรียนสามารถบรรลุเป้าหมายในการเรียนด้วยตนเองในที่สุด จึงเป็นที่มาของแนวคิดการสร้างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial Thinking)

ความสามารถทางมิติสัมพันธ์ (spatial ability) หมายถึง ความสามารถในการรับรู้มิติของภาพ ในเรื่อง ขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง สามารถสร้างมโนภาพในใจ หมุนภาพในใจ ไม่ว่าสิ่งที่ปรากฏจะมีความซับซ้อนในสัญลักษณ์ มุมมอง ระนาบ หรือมีการปรับรูปเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งสามารถทำความเชื่อมโยงเรื่องราว ทำความเข้าใจความหมายได้อย่างรวดเร็ว (Cohen & Hegarty, 2012, 2014; Hauptmana & Cohen, 2011) ส่วน ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial Thinking) หมายถึง ความชำนาญในการรับรู้ความหมาย และมิติของภาพอย่างรวดเร็ว ทั้งมิติในเรื่องขนาด ปริมาตร รูปทรง ไม่ว่าสิ่งที่ปรากฏจะมีความซับซ้อนในสัญลักษณ์ มุมมอง ระนาบ หรือมีการปรับรูปเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งสามารถ สร้างมโนภาพในใจ เชื่อมโยง และแปลความหมายของการหมุนรูปสองมิติ (Interpretation of two-dimension figural rotation) จากภาพวัตถุสามมิติ ประกอบด้วยความสามารถในด้าน 1) Spatial perception 2) Spatial visualization 3) Mental rotations 4) Spatial relations 5) Spatial orientation พัฒนาได้ทั้งผู้เรียนที่อยู่ในระดับอ่อน ระดับปานกลาง และระดับเก่ง (David, 2011; Meneghetti et al., 2013)

ตัวชี้วัดที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ โดยวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่ ความสามารถที่จะบอกหรือระบุ ขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง ได้อย่างแม่นยำ แม้ว่าจะย้ายตำแหน่งหรือมุมมอง(การหมุนภาพในใจ) สามารถบอกความสัมพันธ์ของรายละเอียดของวัตถุระหว่างภาพสองมิติและภาพสามมิติได้ และเพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีความชำนาญในการคิด หรือมีจิตชำนาญการ (Disciplined mind) (ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2550) ตามแนวคิดการพัฒนาสมรรถนะ (Competencies) ความสามารถของมนุษย์ที่ การ์ดเนอร์ เจ้าของทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple intelligences) ได้เขียนไว้ในหนังสือ Fives Minds for the future ว่าเป็น disciplinary thinking มีลักษณะการคิดเชิงวิเคราะห์ อย่างเข้าใจบริบทของสิ่งที่เกิดขึ้น มีวิธีทำให้เกิดจิตชำนาญการ 4 ขั้นตอน คือ 1) ระบุหัวข้อหรือแนวคิดที่สำคัญ 2) ใช้เวลากับหัวข้อนั้น ๆ ให้มาก ๆ และหลากหลายรูปแบบการวิเคราะห์ รวมทั้งมีตัวอย่างที่หลากหลาย 3) ใช้วิธีจัดการกับหัวข้อนั้นๆ ด้วยวิธีการหลายๆ วิธี 4) มีการสร้าง การแสดงออกทางความเข้าใจ ซึ่งทั้ง 4 ขั้นตอนดังกล่าว ได้นำมาใช้ในการออกแบบบทเรียนหรือแบบฝึกหัดใน โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ นี้

ทฤษฎีโครงสร้างเชาว์ปัญญา (The structure of intellect)

สุรางค์ โค้วตระกูล (2556) ได้นำเสนอ ทฤษฎีโครงสร้างเชาว์ปัญญา ที่เรียกว่า Structure of Intellect ของกิลฟอร์ด (Guilford) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ว่าเป็นความสามารถเฉพาะ (Specific

Abilities) ที่เรียกว่า Structure of intellect ความสามารถแต่ละอย่างเป็นความสามารถเฉพาะ (Specific abilities) เชาว์ปัญญาประกอบด้วย 3 มิติ มีส่วนประกอบของเนื้อหา วิธีคิด และผลการคิด ดังต่อไปนี้

1) มิติที่ 1 การคิด (Operations) เป็นกิจกรรมทางสมองที่สำคัญ เป็นการรวบรวม ข้อมูล ข่าวสารที่ได้รับและพยายามเข้าใจความหมาย ประกอบด้วย การรับรู้และเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) แบ่งเป็น ความจำที่บันทึกไว้ (Recording) และความจำที่เก็บไว้ในความจำระยะยาว (Retention) การคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) การคิดเอกนัย (Convergent thinking) และการประเมินค่า (Evaluation)

2) มิติที่ 2 เนื้อหา (Content) เป็นการจัดจำพวกหรือประเภทของข้อมูลข่าวสาร ที่ได้รับ แบ่งออกเป็น 4 จำพวกคือ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และ พฤติกรรม (Behavioral)

3) มิติที่ 3 ผลการคิด (Product) เป็นแบบต่างๆ ที่ใช้ในการคิด ประกอบด้วย แบบหน่วย (Units) แบบกลุ่ม (Classes) แบบความสัมพันธ์ (Relations) แบบระบบ (Systems) แบบการแปลง รูป (Transformation) และแบบประยุกต์ (Implications)

กิลฟอร์ดเชื่อว่าความสามารถแต่ละอย่างเปลี่ยนแปรได้ด้วยการฝึกหัดและเรียนรู้ และไม่ควร จะวัดโดยใช้คะแนนรวมเพียงอย่างเดียว

ในโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียนี้จึงออกแบบให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมทางสมอง เพื่อให้เกิด มิติการ คิด (Operations) เพื่อการรับรู้ข้อมูลและเข้าใจความหมาย (Cognition) เกิดเป็นความจำ (Memory) ที่บันทึกไว้ (Recording) และความจำระยะยาว (Retention) ฝึกการคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) การคิดเอกนัย (Convergent thinking) และการประเมินค่า (Evaluation) โดยใช้เนื้อหา (Content) เป็น ภาพ (Figural) และสัญลักษณ์ (Symbolic) มีผลการคิด (Product) เป็นแบบ แบบหน่วย (Units) แบบกลุ่ม (Classes) แบบความสัมพันธ์ (Relations) แบบระบบ (Systems) และแบบการแปลงรูป (Transformation) กระบวนการแก้ปัญหาโจทย์จะหมุนเวียนซ้ำ (Sequential process) มีตัวอย่างที่หลากหลายและให้ฝึกในหลายวิธี เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกจนเกิด ทักษะแสดงผลตามภารกิจที่ได้สร้างเงื่อนไขไว้ในสภาพแวดล้อมของการเรียน (Representation of the task environment) ในบทเรียน โดยมีกลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริม ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of multiple intelligence)

"เชาวน์ปัญญา" (intelligence) ตามทฤษฎีพหุปัญญาของ การ์ดเนอร์ (Gardner) นักจิตวิทยาจากมหาวิทยาลัยฮาวาร์ด (ทิศนา แขมมณี, 2556) หมายถึงความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่างๆ หรือการสร้างสรรค์ผลงานต่างๆ บนพื้นฐาน 2 ประการคือ 1) เชาวน์ปัญญาของบุคคลมีอยู่หลายประเภท แต่ละคนจะมีความสามารถเฉพาะด้านที่แตกต่างไปจากคนอื่น แต่มีความสามารถในแต่ละด้านต่างๆ ไม่เท่ากัน ทำให้แต่ละคนมีแบบแผนซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตน 2) เชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคลไม่อยู่คงที่ระดับที่เกิด สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากได้รับการส่งเสริมที่เหมาะสม เชาวน์ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial intelligence) เป็น 1 ใน 9 ประเภทของเชาวน์ปัญญา ถูกควบคุมโดยสมองซีกขวา และแสดงออกทางความสามารถด้านศิลปะ การวาดภาพ การสร้างภาพ การคิดเป็นภาพ การเห็นรายละเอียด การใช้สี การสร้างสรรค์งานต่างๆ และเป็นผู้มองเห็นวิธีแก้ปัญหาในมโนภาพ

โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ นี้จึงเป็นกลไกสำคัญทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียนด้านสาขาออกแบบที่ต้องคิดเป็นภาพ นำเสนอความคิดถ่ายทอดออกมาให้แก่ผู้อื่นได้รับรู้ และสื่อความหมายได้ตรงกัน

ทฤษฎีเกสตัลท์ (Gestalt theory)

เกสตัลท์ ความหมายคือ รูปทรงหรือรูปแบบ (Form or pattern) ที่เป็นส่วนรวม (Wholeness) แนวความคิดหลักคือ ส่วนรวมมิใช่เป็นเพียงผลรวมของส่วนย่อย ส่วนรวมเป็นสิ่งที่มากกว่าผลรวมของส่วนย่อย (the whole is more than the sum of the parts) กฎการเรียนรู้ของทฤษฎีนี้สรุปได้ดังนี้ (Bigge, 1982)

1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดซึ่งเป็นกระบวนการภายในตัวของมนุษย์

2) บุคคลจะเรียนรู้จากสิ่งเร้าที่เป็นส่วนรวมได้ดีกว่าส่วนย่อย

3) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะคือ 1) การรับรู้ (Perception) และ 2) การหยั่งเห็น (Insight)

4) กฎการจัดระเบียบการรับรู้ (Perception) ของทฤษฎีเกสตัลท์ ได้แก่ 1) กฎการรับรู้ส่วนรวม และส่วนย่อย (Law of pragnanz) 2) กฎแห่งความคล้ายคลึง (Law of similarity) 3) กฎแห่งความใกล้เคียง (Law of proximity) 4) กฎแห่งความสมบูรณ์ (Law of closure) 5) กฎแห่งความต่อเนื่อง (Law of organization) 6) บุคคลมักมีความคงที่ในความหมายของสิ่งที่รับรู้ตามความ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป็นจริง 7) การรับรู้ของบุคคลอาจผิดพลาดบิดเบือน ไปจากความเป็นจริงได้ เนื่องมาจากลักษณะของการจัดกลุ่มสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการลวงตา

การเรียนรู้แบบหยั่งเห็น (Insight) เป็นการค้นพบหรือเกิดความเข้าใจในช่องทางแก้ปัญหาอย่างเฉียบพลันทันที อันเนื่องมาจากผลการพิจารณาปัญหาโดยส่วนรวมและการใช้กระบวนการทางความคิดและสติปัญญาของบุคคลนั้นในการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่สำคัญ ดังนั้นปัจจัยสำคัญของการเรียนรู้แบบหยั่งเห็นก็คือมีประสบการณ์ หากมีประสบการณ์สะสมไว้มาก การเรียนรู้แบบหยั่งเห็นก็จะเกิดขึ้นได้มากเช่นกัน

โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์นี้ ได้ออกแบบให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์ที่หลากหลายในวิธีการคิด เพื่อเพิ่มประสบการณ์แก่ผู้เรียน

ทฤษฎีการเชื่อมโยง (Connectionism theory)

ธอร์นไดค์ ได้นำเสนอกฎการเรียนรู้ 3 กฎ ได้แก่ 1) กฎแห่งความพร้อม (Law of readiness) 2) กฎแห่งการฝึกหัด (Law of exercise) และ 3) กฎแห่งการตอบสนอง (Law of effect) (Karadut, 2012)

ในการใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ นี้ จะต้องได้รับความพร้อมใจ สมัครใจ ของผู้เรียน โดยให้ทราบถึงเป้าหมายความสำคัญของเนื้อหาที่กำลังจะฝึกเพื่อให้เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีการออกแบบโจทย์ที่ให้ฝึกการแก้ปัญหาในหลากหลายวิธีคิดและสามารถทบทวนซ้ำจนเกิดความชำนาญ จนพอใจกับผลคะแนนเต็ม เกิดความภูมิใจ ผู้เรียนก็จะมีความต้องการฝึกต่อๆ ไป อีก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานในการออกแบบและพัฒนาโมเดลมัลติมีเดียเพื่อการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน

เฮอร์เบิร์ท จอห์น คลอสไมเออร์ (Herbert John Klausmeier) นักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม ได้อธิบายการเรียนรู้ของมนุษย์โดยเปรียบเทียบการทำงานของสมองกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอน คือ การรับข้อมูล (Input) การเข้ารหัส (Encoding) และการส่งออกข้อมูล (Output) ซึ่งหากอธิบายตามหลักการของทฤษฎีการประมวลสารสนเทศนั้น สามารถแบ่งกระบวนการประมวลสารสนเทศของมนุษย์ออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) การรับรู้ (Sensory Register) 2) ความจำระยะสั้น (Short-term Memory) และ 3) ความจำระยะยาว (Long-term Memory) (ณัฐกร สงคราม, 2554) เป็นการออกแบบการเรียนการสอน โดยใช้แนวคิดเชิงระบบ (System Approach) ใช้หลักการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย ของ Alessi & Trollip (2001) 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1) ขั้นนำเสนอเนื้อหา

(Presenting information) 2) แนะนำผู้เรียน (Guiding the learner) 3) ขั้นการฝึกฝนปฏิบัติ (Practicing) และ 4) ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment learning) ทฤษฎีพุทธิปัญญาที่เน้นเรื่องการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนรู้อย่างมีความหมายและเป็นระบบ โดยคำนึงถึงพื้นฐานความรู้เดิม และการเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ซึ่งล้วนมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ (จินตวีร์ คล้ายสังข์, 2556) ดังนั้น การทำความเข้าใจกับผู้เรียนในเรื่องเป้าหมายการฝึก จึงจำเป็นต้องมีอยู่ในขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ นี้

แนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้

Alibali (2006) ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะการให้ความช่วยเหลือในการเรียน ได้แก่การใช้ Advance organizers, Cue cards, Concept and mind maps, Examples, Handouts , Hints, Prompts, Question cards, Visual Scaffolds

การให้ความช่วยเหลือในการเรียนแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ 1) การให้ความช่วยเหลือแบบ Soft scaffolding ให้ตามความต้องการของผู้เรียนเฉพาะเรื่อง เป็นรายบุคคล และเมื่อเห็นว่าผู้เรียนทำได้ด้วยตนเอง การช่วยเหลือจะยุติลง และ 2) การให้ความช่วยเหลือแบบ Hard scaffolding ให้ความช่วยเหลือตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว อยู่บนพื้นฐานของปัญหากลุ่ม (Brush & Saye, 2002; Hannafin et al., 1999; Sharma & Hannafin, 2007) ในโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ นี้ ประกอบด้วยการให้ความช่วยเหลือในการเรียนทั้งสองแบบ

แนวคิดแนวคิดเกี่ยวกับ “Zone of Proximal Development”

การเสริมต่อการเรียนรู้ หรือ Scaffolding มาจากแนวคิดของ Lev Semenovich Vygotsky นักจิตวิทยาชาวรัสเซีย ที่เชื่อว่า ถ้าผู้เรียนมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนา โดยอยู่ต่ำกว่า Zone of proximal development อาจไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ จำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือที่เรียกว่า Scaffolding ซึ่งมาจากรากศัพท์ของคำว่า นั่งร้าน ที่เป็นโครงสร้างเสริมต่อช่วยให้ช่างทาสีอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ และต้องรื้อทิ้งเมื่อก่อสร้างเสร็จ เปรียบได้กับการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนให้สามารถพัฒนาการเรียนรู้ให้มีระดับสูงขึ้น จนบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ (ประภารัช ทิพย์สงเคราะห์, 2555) โดยมี หลักการพื้นฐานของวิธีสอน คือ 1) ผู้เรียนเป็นผู้ที่ลงมือกระทำ (Active) 2) การเรียนรู้ทุกชนิด เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ และพัฒนาการเชาว์ปัญญา 3) ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ดีและมากขึ้นหากได้รับความช่วยเหลือ 4) ผู้เรียนทุกคนจะมี “Zone of Proximal Development” บางคนอยู่เหนือ บางคนอยู่ระหว่าง และบางคนอยู่ต่ำ การช่วยเหลือจะช่วยทุกคน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ให้เกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพของตน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนจึงสำคัญมาก โดยเฉพาะผู้เรียนที่อยู่ต่ำกว่า Zone of Proximal Development ซึ่งผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายในโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์นี้คือ ผู้เรียนกลุ่มอ่อน การให้ความช่วยเหลือในการเรียน จะสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ในการออกแบบสื่อการเรียนการสอน ตามของทฤษฎีของเมเยอร์ (Mayer) ที่ต้องระบุจุดประสงค์ในการเรียนได้แก่ 1) พฤติกรรม ควรชี้ชัดและสังเกตได้ 2) เงื่อนไข พฤติกรรมสำเร็จได้ควรมีเงื่อนไขในการช่วยเหลือ และ 3) มาตรฐาน พฤติกรรมที่ได้นั้นสามารถอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

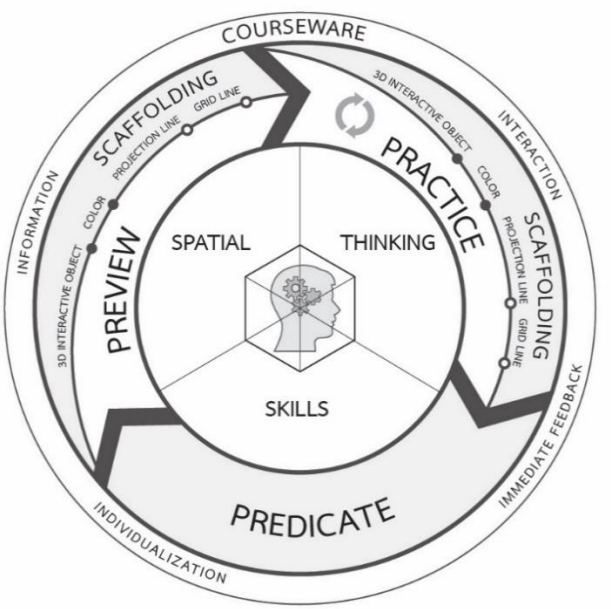
จากการศึกษางานวิจัยพบวิธีการจัดฝึกอบรมที่หลากหลาย เพื่อพัฒนาทักษะด้านมิติสัมพันธ์แก่ผู้เรียน ซึ่งถ้าไม่นับกิจกรรมที่จัดในชั้นเรียน เกมการศึกษาเป็นทางเลือกที่นำมาใช้ แต่จะพบกับตัวแปรแทรกซ้อน ดังนั้นการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนเพื่อช่วยให้ผลการเรียนมีความตรงมากขึ้น (David, 2011) สื่อไฮเปอร์มีเดีย (AEH: Adaptive educational hypermedia) จึงเป็นทางเลือกที่ได้รับการระบุว่าใช้ได้ประสบผลสำเร็จ (Akbulut & Cardak, 2012)(Akbulut & Cardak, 2011)

2. วัตถุประสงค์ของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

เพื่อให้ผู้สอนในสาขาวิชาออกแบบในสถาบันอุดมศึกษาได้ใช้เป็นแนวทางในการผลิตสื่อบทเรียนมัลติมีเดียประเภทนำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกหัดที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. แผนภาพโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ที่แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและขั้นตอน



ภาพที่ 5.1 โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

จากภาพที่ 5.1 แสดงโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Multimedia Model Using Visual Scaffolding Strategy to Promote Spatial Thinking Skill) สื่อความหมายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและขั้นตอน ของกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วย รูปวงกลม ซ้อนกัน 3 วง มีลูกศรแสดงทิศทาง มีการแบ่งพื้นที่ภายในให้ไม่เท่ากันด้วยเส้นโค้ง และตรงกลางมีสัญลักษณ์รูปทรงลูกบาศก์วางตำแหน่งมุมมองแบบไอโซเมตริก (Isometric) บนจุด origin แสดงเส้นแนวแกน X, Y และ Z ผ่านมุมของลูกบาศก์มาประชิดเส้นรอบวงของวงใน ตรงกลางมีภาพสัญลักษณ์คนและฟันเฟืองบนศรีษะ มีความหมายดังนี้

3.1 วงกลมวงใหญ่สุด แทนความหมายบทเรียนมัลติมีเดีย ที่ใช้ในการขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 พื้นที่ระหว่างวงกลมที่สอง และวงที่สามอยู่ภายในวงกลมวงใหญ่ แทนขั้นตอนการเรียนด้วย คอร์สแวร์ (Courseware) แบ่งพื้นที่ภายในขั้นตอนการเรียนออกเป็น 3 ส่วน คือ ขั้นตอน ดู (Preview), ฝึก (Practice) และ สรุปพยากรณ์ (Predicate)

3.3 หัวลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าตามแนวเส้นรอบวงของวงกลม หมายถึงให้ฝึกฝนเรียนรู้ไป ตามขั้นตอนทั้งสาม (Sequential process) ในแต่ละเนื้อหาการเรียนรู้ที่คัดเลือกนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียน โดยในส่วนพื้นที่กิจกรรมการฝึก (Practice) มีสัญลักษณ์การวนซ้ำ หมายถึงการฝึกซ้ำตามเงื่อนไขที่ผู้ออกแบบได้วางไว้และความต้องการของผู้เรียน

3.4 เส้นโค้งจากหัวลูกศรแบ่งพื้นที่ของการดู (Preview) และฝึก (Practice) สื่อความหมายพื้นที่ที่แบ่งนี้เป็น การให้ความช่วยเหลือ ที่ไม่ได้ให้ตลอดเวลาตั้งแต่เริ่มจนจบ แต่จะค่อยๆ ถอนความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนต่อไปได้แล้วตามหลัก “Zone of Proximal Development” (ZPD) ใช้การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ (Visual scaffolding) ได้แก่ เส้นกริด (Grid line) เส้นโปรเจคชั่น (Projection line) และสี (Color) ในบทบาทของการให้ความช่วยเหลือที่กำหนดไว้แล้ว (Hard scaffold) และ 3D-interactive ในบทบาทของการให้ความช่วยเหลือที่ผู้เรียนเป็นผู้เลือกใช้ (Soft scaffold)

3.5 รูปทรงลูกบาศก์วางตำแหน่งมุมมองแบบไอโซเมตริก (Isometric) แทนภาพกราฟิกรูปทรงเราขาคณิตที่เป็นพื้นฐานของรูปที่ใช้ในการฝึกทักษะ เนื่องจากการนำเสนอมุมมองภาพแบบ ไอโซเมตริก (Isometric) เป็นภาพสามมิติที่สามารถวัดระยะได้ตามหลักการเขียนและแสดงแบบ แสดงขนาดสัดส่วนที่รับรู้ได้จากการมองเห็น

3.6 เส้นในทิศทางแนวแกน X, Y และ Z ได้ลากจากมุมด้านในของลูกบาศก์ ที่มีภาพสัญลักษณ์คนและฟันเฟืองบนศรีษะ แทนจุด origin (0,0) หรือจุดเริ่มของภาพ มาประชิดกับเส้นรอบวงของวงด้านในของวงกลม หมายถึงการเริ่มต้นจากผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ไปยังขั้นตอนการเรียน เส้นทั้งสามได้แบ่งพื้นที่ภายในเป็น สามส่วนคือ แสดงเนื้อหามิติสัมพันธ์ (Spatial)ที่ฝึก วิธีการคิด (Thinking) และทักษะ (Skill) ที่พัฒนาขึ้นของผู้เรียน (Learner)

3.7 รูปฟันเฟืองในภาพคน บริเวณศรีษะ แทนการคิดแบบเป็นระบบของผู้เรียน

ตอนที่ 2
องค์ประกอบของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ในโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์นี้ มีองค์ประกอบ ได้แก่ ผู้เรียน เนื้อหาบทเรียน ขั้นตอนการเรียน กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ซึ่งทั้งหมดนี้รวมอยู่ในบทเรียนมัลติมีเดียหรือคอร์สแวร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้เรียน (Learner)

เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้มากที่สุด ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำหรือเป็นผู้เรียนกลุ่มอ่อน หมายถึงผู้เรียนที่ไม่มีพื้นฐานความรู้ หรือไม่เคยผ่านประสบการณ์ที่เกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนมิติสัมพันธ์ นั้นๆ เลย หรือมีแต่น้อยมาก คัดเลือกผู้เรียนกลุ่มอ่อนจากการให้ทำแบบทดสอบวัดทักษะมิติสัมพันธ์ในเรื่องนั้นๆ แบบจับเวลา

2. เนื้อหาบทเรียน

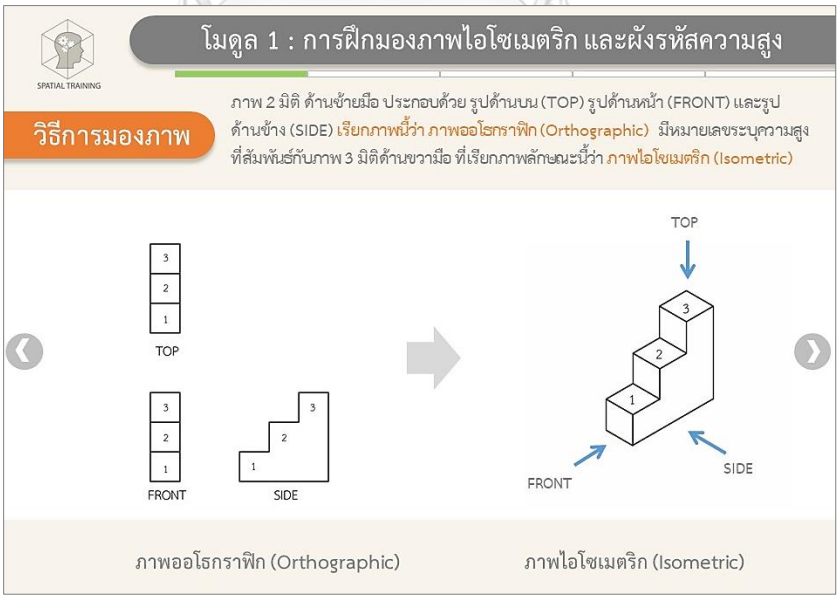
เนื้อหาบทเรียนที่นำมาใช้ในการสร้างบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ สามารถพัฒนาขึ้นจากเนื้อหาในรายวิชาเขียนแบบเบื้องต้น ของหลักสูตร ได้แก่ การมองภาพไอโซเมตริก (Isometric) การมองภาพออโธกราฟิก (Orthographic) และการมองภาพตัด (Section) ซึ่งประกอบไปด้วย มุมมองภาพสามมิติ แบบไอโซเมตริก (Isometric) ที่สัมพันธ์กับ มุมมองภาพสองมิติ แบบออโธกราฟิก (Orthographic) ได้แก่ รูปด้านบน รูปด้านหน้า และรูปด้านข้าง รวมทั้งแนวตัดผ่านของวัตถุที่เชื่อมโยงกับภาพในจินตนาการของแผ่นตัด ใช้รูปทรงเรขาคณิตอย่างง่ายไปจนถึงรูปทรงที่ซับซ้อน มุมมองที่ถูกบัง หรือมีลักษณะลวงสายตากับการมองเห็น มีตัวอย่างที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนได้ใช้เวลากับหัวข้อนั้นๆ ให้มาก ไม่จำกัดเวลา สามารถทวนซ้ำ ทำใหม่ได้ตามความต้องการ หรือ เนื้อหาที่มีตัวชี้วัดที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ ซึ่งตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่ สามารถบอก ขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง ได้อย่างแม่นยำ แม้นว่าจะเปลี่ยนตำแหน่งการมองวัตถุจากมุมที่แตกต่างกัน หรือสามารถบอกความเชื่อมโยงรายละเอียดของวัตถุ ที่ปรากฏในภาพสองมิติ กับ ภาพสามมิติ ได้ เป็นต้น ดังภาพที่ 5.2- 5.4

ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial thinking) หมายถึง ความชำนาญในการรับรู้ความหมาย และมิติของภาพอย่างรวดเร็ว ทั้งมิติในเรื่องขนาด ปริมาตร รูปทรง ไม่ว่าสิ่งที่ปรากฏจะมีความซับซ้อนในสัญลักษณ์ มุมมอง ระนาบ หรือมีการปรับรูปเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งสามารถ สร้างมโนภาพในใจ เชื่อมโยง และแปลความหมายของการหมุนรูปสองมิติ (Interpretation of two-dimension figural rotation) จากภาพวัตถุสามมิติ

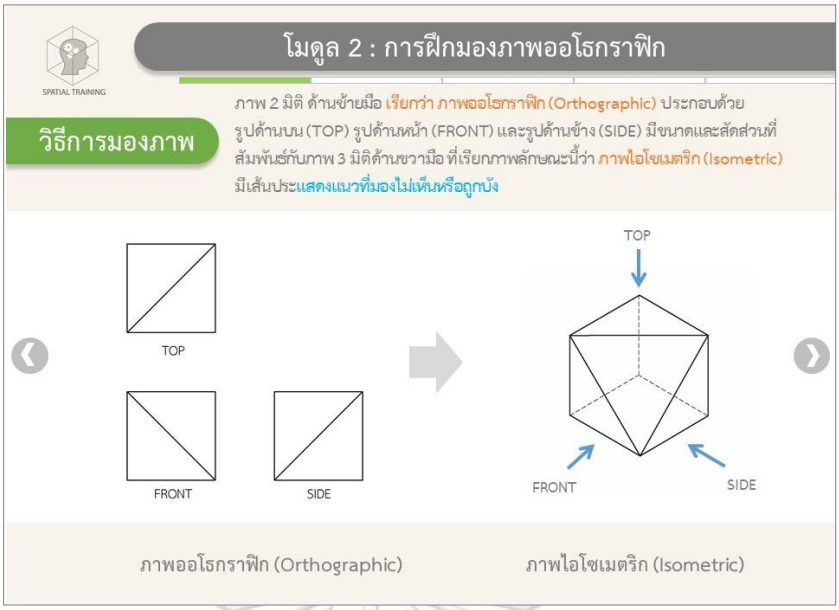
คุณลักษณะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ในการศึกษาวิจัยนี้ประกอบด้วยความสามารถในด้าน 1) Spatial perception 2) Spatial visualization 3) Mental rotations 4) Spatial relations 5) Spatial orientation

ตัวชี้วัดที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ โดยวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่

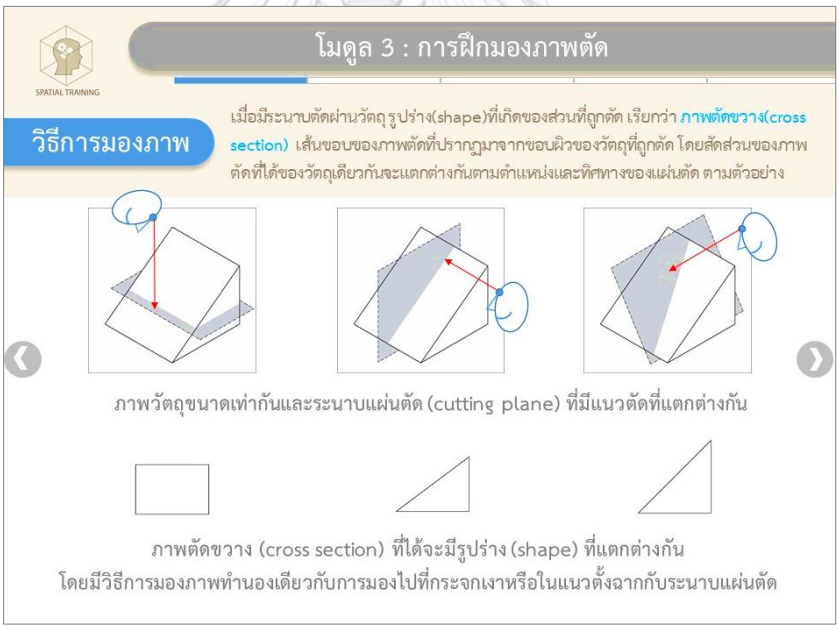
1) ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง ได้อย่างแม่นยำ แม้ว่าจะเปลี่ยนตำแหน่งการมองวัตถุจากมุมที่แตกต่างกัน (การหมุนภาพในใจ)
2) ผู้เรียนสามารถบอกความเชื่อมโยงรายละเอียดของวัตถุ ที่ปรากฏในภาพสองมิติ กับภาพสามมิติ



ภาพที่ 5.2 ตัวอย่างเนื้อหาบทเรียนโมดูล 1 การฝึกมองภาพไอโซเมตริก



ภาพที่ 5.3 ตัวอย่างเนื้อหาบทเรียนโมดูล 2 การฝึกมองภาพออโธกราฟิก



ภาพที่ 5.4 ตัวอย่างเนื้อหาบทเรียนโมดูล 3 การฝึกมองภาพตัด

3. ขั้นตอน 3P

ในโมเดลนี้ประกอบด้วยระบบการเรียนรู้ที่เป็น ขั้นตอนการเรียน 3P คือ 1) ดู (Preview) 2) ฝึก (Practice) และ 3) สรุปพยากรณ์ (Predicate) ในกระบวนการของขั้นตอนการฝึก ผู้เรียนจะได้ฝึกซ้ำ (Sequential process) ตามต้องการจนกว่าจะชำนาญ และเกิดทักษะ

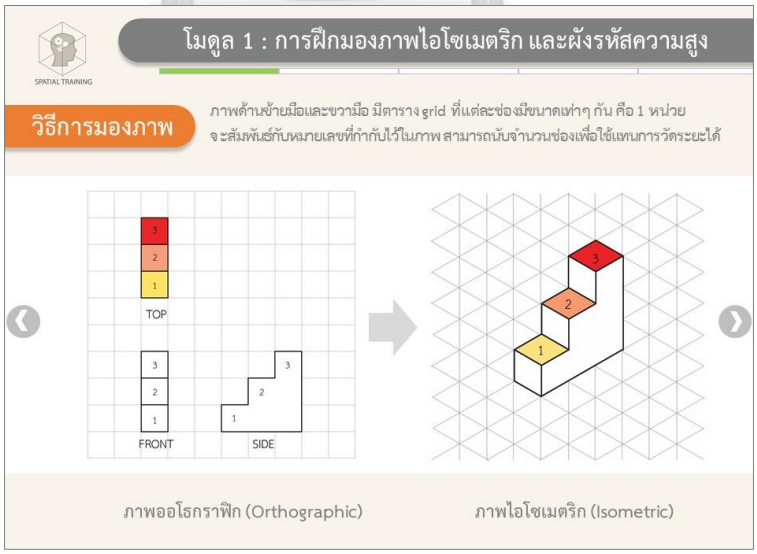
4. กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ (Visual Scaffolding Strategies)

เป็นการออกแบบลำดับการให้ความช่วยเหลือที่เป็นระบบ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ผู้เรียนต้องได้ใช้ความคิดและใช้ความสามารถของตนเองก่อน หลังจากทราบผลการเรียนแล้ว เส้นทางของบทเรียนที่ออกแบบไว้จะนำผู้เรียนไปยังเงื่อนไขที่วางไว้ กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพที่ใช้ในบทเรียน แยกตามเนื้อหาดังตารางที่ 5.1 ประกอบด้วย

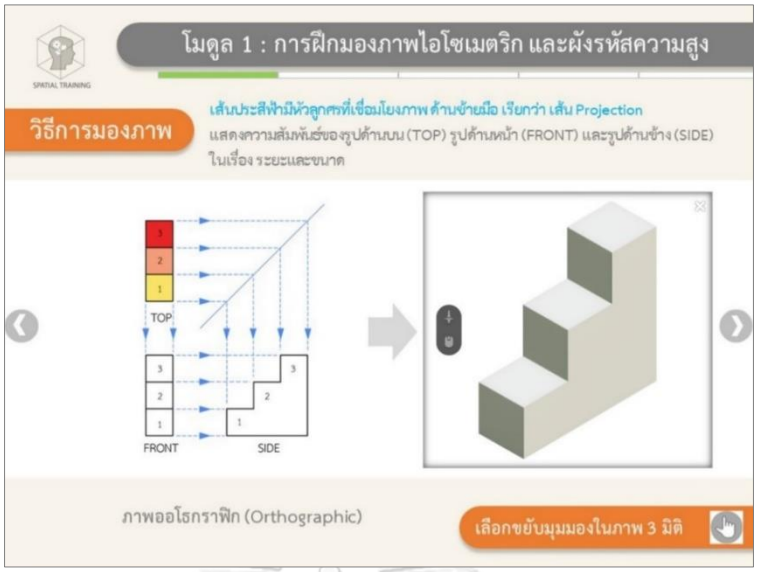
ตารางที่ 5.1 กลยุทธ์ทางทัศนภาพที่เลือกใช้ในแต่ละโมดูล

โมดูลที่	เนื้อหาและแบบฝึกหัด	การเสริมต่อการเรียนทางทัศนภาพ (Visual scaffolds)				
		ตารางกริด	เส้นโปรเจคชั่น	สี	ภาพสามมิติเคลื่อนไหวโต้ตอบ	
					แบบทึบ	แบบโปร่งมองทะลุ
1	การฝึกมองภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง	มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี
2	การฝึกมองภาพออโธกราฟิก	มี	มี	มี	มี	ไม่มี
3	การฝึกมองภาพตัด	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี	มี

4.1 กรณีดูตัวอย่าง (ขั้นตอน Preview) ดูเนื้อหาบทเรียน ก่อนทำแบบฝึกหัด มีการเสริมต่อการเรียนทางทัศนภาพเพื่อให้เข้าใจวิธีการเชื่อมโยง จุด ระนาบ ต่างๆ ได้แก่ เส้นกริด (Grid line) สี (Color) เส้นโปรเจคชั่น (Projection line) และภาพวัตถุสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object) ดังแสดงในภาพที่ 5.5 - 5.6



ภาพที่ 5.5 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยเส้นกริด และสี



ภาพที่ 5.6 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยเส้นโปรเจคชั่น (Projection line) และภาพสามมิติภาพเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object)

4.2 กรณีฝึกขั้นที่ 1 (ขั้นตอน Practice) เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดแล้วได้คะแนน ไม่ถึง 50% การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพขั้นต้นที่เพิ่มเข้ามาในโจทย์และตัวเลือกตอบ เพื่อช่วยผู้เรียนในการมองภาพ คือ เส้นกริด ทั้งแบบแนวตั้งแนวนอน และแบบเส้นเอียงทำมุม 30 องศาตามภาพไอโซเมตริก หรือ การใช้สี ในกรณีที่ข้อคำถามไม่มีความเกี่ยวข้องกับเส้นกริด ดังภาพที่ 5.7

4.3 กรณีฝึกขั้นที่ 2 (ขั้นตอน Practice) เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดซ้ำเป็นครั้งที่สองแล้ว ยังทำถูกได้ไม่ครบทุกข้อ มีคะแนน ระหว่าง 60-90% เส้นทางการเรียนจะนำไปสู่ตัวเลือกข้อที่ยังทำผิดอยู่ การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพที่เพิ่มมาให้ในลำดับต่อไปเพื่อช่วยผู้เรียนในการมองภาพคือ การใช้สี เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในคำถาม หรือ ภาพวัตถุสามมิติ แบบปฏิสัมพันธ์ ผู้เรียนสามารถขยับภาพสามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์ เพื่อเปลี่ยนมุมมองด้านที่ไม่เห็นหรือถูกบัง ดังภาพที่ 5.7

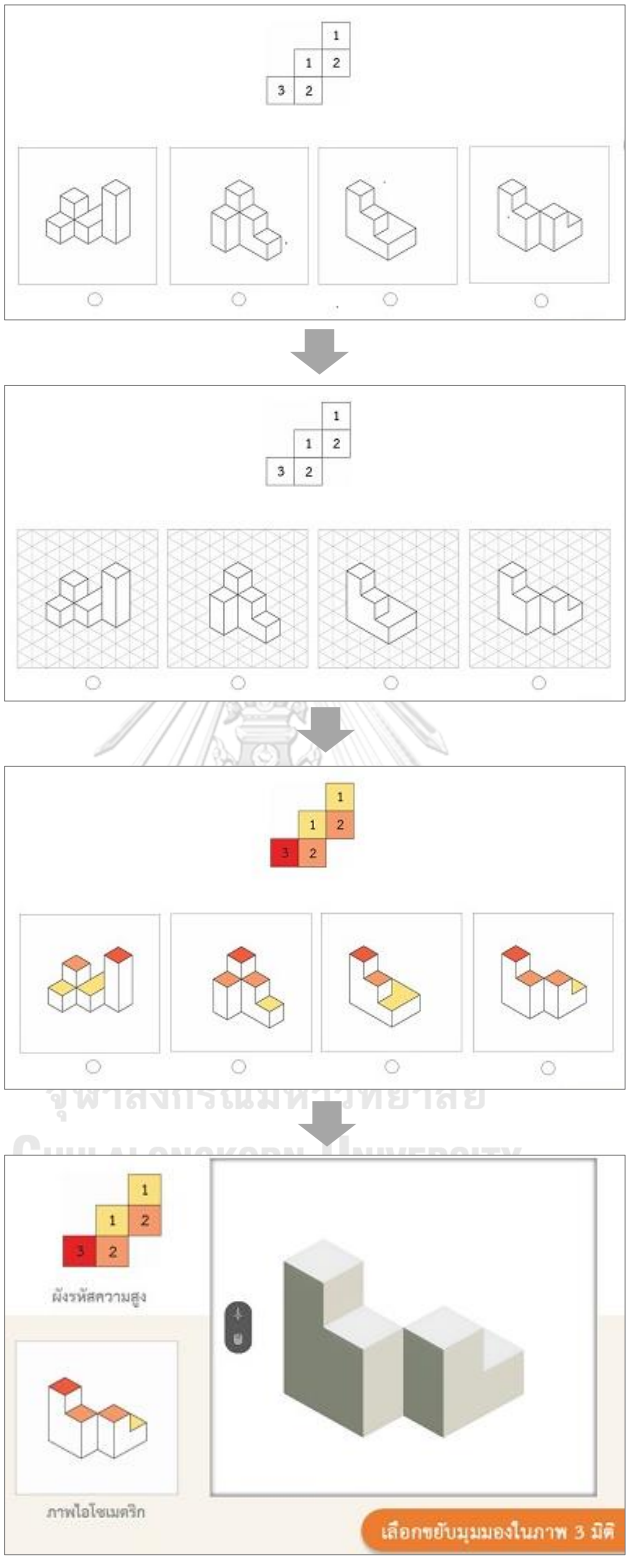
4.4 กรณีทบทวน (ขั้นตอน Practice)) เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดครั้งแรกแล้ว ได้คะแนนเต็ม 100% เส้นทางการเรียนจะนำไปสู่หน้าทบทวน หรือเมื่อทำแบบฝึกหัดครบทุกข้อในแต่ละชุดแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกดูเฉลยวิธีคิดตอบโจทย์แต่ละข้อ โดยมีการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อสรุปความคิดรวบยอด โดยใช้ เส้นโปรเจคชั่น ที่เชื่อมโยงรูปด้านบน รูปด้านหน้า และรูปด้านข้าง ในระบบการแสดงภาพออโธกราฟิก(Orthographic) เพื่อแสดงถ่ายทอดระยะ ขนาด ระดับความสูงของระนาบต่างๆ ใช้สี และภาพวัตถุสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3D object) และสร้างภาพลักษณะโปร่งแสง เพื่อเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพในการฝึกมอง

ภาพตัดขวาง แสดงพื้นที่ส่วน intersection ระหว่างระนาบแผ่นตัดกับก้อนวัตถุด้วยสีที่แตกต่างเพื่อชี้นำ (Cue) เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นพื้นที่ส่วนที่ถูกตัดผ่านผิววัตถุเข้าไปด้านในเปรียบเทียบกับภาพโจทย์และภาพเฉลยคำตอบ โดยมีปฏิสัมพันธ์กับภาพวัตถุได้ ดังภาพที่ 5.8

การให้ความช่วยเหลือในบทเรียนแบบ Hard Scaffolding ที่เตรียมไว้ ได้แก่ เส้นตารางกริด เส้นโปรเจคชั่น สี จะปรากฏตามเงื่อนไขผลการเรียนที่ได้ออกแบบไว้ ส่วนการให้ความช่วยเหลือแบบ Soft Scaffolding ได้แก่ ภาพวัตถุสามมิติแบบปฏิสัมพันธ์ ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจว่าจะเลือกใช้หรือไม่ใช้ นอกจากนี้มีการให้ความช่วยเหลือในการเรียนตามหลักการออกแบบบทเรียน อาทิ การจัดกลุ่มเนื้อหา จากง่ายไปหายาก จัดกลุ่มเนื้อหาเรื่องเดียวกันแต่ฝึกโดยใช้วิธีการแตกต่างกัน การแสดงผัง Advance Organizers เพื่อสื่อสารกับผู้เรียนในสถานภาพปัจจุบันที่กำลังเรียนอยู่ให้ทราบว่ากำลังเรียนอยู่ในตำแหน่งใดของเนื้อหาทั้งหมด เป็นต้น

ผู้เรียนที่เก่ง จะได้รับการเสริมต่อการเรียนรู้ในขั้นตอนการดูตัวอย่างเนื้อหาบทเรียน ในขั้นตอนทำแบบทดสอบถ้าได้เต็มทุกข้อจะมีทางเลือกในการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพที่หน้าสรุปทบทวน ผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบครั้งแรกได้คะแนนน้อย จะได้รับการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพอย่างเป็นระบบในแต่ละขั้นของการแสดงผลเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5.7 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพตาม flow ของบทเรียน

ภาพที่ 5.8 ตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยภาพสามมิติ ในหน้าทบทวน

จากภาพที่ 5.7 เริ่มจากการทำแบบฝึกหัดที่มีลายเส้นขาวดำปกติ เมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบได้คะแนนไม่ถึง 50% การเสริมต่อการเรียนรู้ขั้นที่ 1 คือ เพิ่มการใช้เส้นกริด ในแบบฝึกหัด หากผู้เรียนทำแบบฝึกหัดครั้งแรกได้คะแนนระหว่าง 60-90% การเสริมต่อการเรียนรู้ขั้นที่ 2 คือ การใช้สี โดยผู้เรียนสามารถเลือกทำในข้อที่ผิด หรือทำใหม่ทุกข้อได้ เมื่อทำแบบฝึกหัดครบทุกข้อและจบตามเงื่อนไขแล้วจะทราบผลคะแนนเพื่อให้ผู้เรียนตัดสินใจว่าจะดูทบทวน หรือไปทำแบบฝึกหัดต่อไป

จากภาพที่ 5.8 แสดงตัวอย่างการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพด้วยภาพสามมิติในหน้าทบทวน ความแตกต่างของการนำเสนอภาพคือลักษณะของภาพที่สัมพันธ์กับเนื้อหา โดยโมดูล 1 เนื้อหา ไอโซเมตริก ใช้ภาพสี และภาพสามมิติแบบเคลื่อนไหวโต้ตอบ โมดูล 2 ออโธกราฟิก ใช้เส้นโปรเจคชั่น ใช้สี และใช้ภาพสามมิติแบบเคลื่อนไหวโต้ตอบ ส่วน โมดูล 3 ใช้ภาพสามมิติแบบก้อนทึบตัน ใช้สี และ ใช้ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบชนิดโปร่งแสงที่มีการเน้นสีของส่วน intersection ของพื้นที่ส่วนที่ถูกตัดตามผ่านระนาบให้เห็นชัดเจน

5. คอร์สแวร์ (Courseware)

บทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive multimedia) ชนิดนำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกหัด ที่เรียกว่า คอร์สแวร์ (Courseware) เน้นให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบสื่อสารกับบทเรียนผ่านการคลิกเม้าส์ แป้นพิมพ์ ได้โดยตรง ผ่านโปรแกรมสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย มีลักษณะของสื่อหลายมิติไฮเพอร์มีเดีย (Hypermedia) ที่เนื้อหาภายในสามารถเชื่อมโยง (link) ถึงกัน สามารถเลือกที่จะเรียนรู้เนื้อหาด้วยการดูตัวอย่าง การทำแบบฝึกหัด โปรแกรมบทเรียนจะประเมินผลการเรียน คำนวณผลการทดสอบ และนำผู้เรียนไปยังเส้นทางการเรียนที่วางไว้ในตำแหน่งต่างๆ ตามระดับผลการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการฝึกปฏิบัติ ทั้งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรืออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลพกพา เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยการค้นพบด้วยตนเอง มีลักษณะบูรณาการสื่อต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้ มีคุณลักษณะ 4 ประการคือ

1) Information ให้ข้อมูลเป้าหมายการเรียน วิธีการเรียน นำเสนอเนื้อหาการเรียน มีแบบฝึกหัด มีเฉลยคำตอบและ มีการสรุปแสดงวิธีคิดของโจทย์ทุกข้อ

2) Interaction ให้ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน

3) Individualization มีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก สร้างเงื่อนไขให้สามารถย้อนกลับไปทบทวนเนื้อหา ทำแบบฝึกหัดซ้ำ หรือดูซ้ำเฉลยแบบฝึกหัดได้ รองรับความแตกต่างระหว่างบุคคล

4) Immediate Feedback มีการแสดงผลตอบรับทันที แสดงแจ้งผลการทำแบบทดสอบ

ตอนที่ 3
ขั้นตอนของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ระบบการเรียนรู้ ด้วยโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วยกระบวนการ 3 ขั้นตอนคือ 1) ดู (Preview) 2) ฝึก(Practice) และ 3) สรุปพยากรณ์ (Predicate) มีการประเมินผลระหว่างการเรียน (Formative evaluation) ซึ่งจะเป็นการแจ้งผลการเรียนเพื่อให้ทราบความก้าวหน้าของตนเอง โดยออกแบบกิจกรรมไว้ดังนี้

1. ดู (Preview)

ขั้นตอนการดูเนื้อหาบทเรียน เรื่อง การฝึกมองภาพไอโซเมตริก ภาพออโธกราฟิก และภาพตัด โดยการจัดกลุ่มเนื้อหา เรียงลำดับความสำคัญ และเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน แบ่งเป็น 3 โมดูล คือ

โมดูลที่ 1 เรื่อง ภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans)
โมดูลที่ 2 เรื่อง ภาพออโธกราฟิค (Orthographic)
โมดูลที่ 3 เรื่อง ภาพตัด (Cutting Plane and Cross Section)

บทเรียนจะนำเสนอหลักการในการมองภาพ และรูปแบบการแสดงภาพ ตัวอย่างโจทย์และวิธีทำ รวมทั้งนำเสนอภาพสามมิติที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์โดยการขยับรูปไปในทิศทางต่างๆ เพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้มีความเข้าใจมุมมองเสมือนจริงเชื่อมโยงกับ ภาพออโธกราฟิก และภาพไอโซเมตริก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ฝึก (Practice)

ขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เป็นการสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ทดลองคิดแก้ปัญหาในหลากหลายวิธีการ เริ่มจากเนื้อหาการฝึกจากรูปที่ง่ายไปยังรูปที่ยาก เชื่อมโยงความรู้เดิมในเรื่องที่เรียนผ่านมา ในแต่ละโมดูล มีแบบฝึกหัด (Drill) จำนวน 3 ชุด ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของโมดูลนั้นๆ แต่มีความแตกต่างในวิธีการฝึกคิด สำหรับโจทย์ในแต่ละโมดูล ผู้เรียนสามารถฝึกซ้ำได้จนกว่าจะเชี่ยวชาญ (Sequential process representation of the task environment) แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 9 ชุด รวม 90 ข้อ ดังนี้

โมดูลที่ 1 เรื่อง ภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded plans)

แบบฝึกหัดที่ 1.1 จำนวน 10 ข้อ จากรหัสความสูงที่กำหนดให้ และไม่ได้กำหนดทิศทางการมอง จงเลือกภาพไอโซเมตริกที่ถูกต้อง

แบบฝึกหัดที่ 1.2 จำนวน 10 ข้อ จากภาพไอโซเมตริก และมุมมองในผังที่กำหนดทิศทางการมองมาให้ จงเลือกตัวเลขแสดงความสูงที่ถูกต้องลงในผังที่กำหนดให้

แบบฝึกหัดที่ 1.3 จำนวน 10 ข้อ จากภาพไอโซเมตริก และผังรหัสความสูงที่กำหนดให้ จงเลือกทิศทางการมองภาพที่ถูกต้อง

โมดูลที่ 2 เรื่อง ภาพออโธกราฟิค (Orthographic)

แบบฝึกหัดที่ 2.1 จำนวน 10 ข้อ จากภาพไอโซเมตริก และภาพออโธกราฟิกที่กำหนดให้ จงเลือกภาพออโธกราฟิกด้านที่เหลือให้ถูกต้อง

แบบฝึกหัดที่ 2.2 จำนวน 10 ข้อ จากภาพออโธกราฟิกที่กำหนดให้ จงเลือกภาพภาพไอโซเมตริกที่ถูกต้อง

แบบฝึกหัดที่ 2.3 จำนวน 10 ข้อ จากภาพไอโซเมตริก และภาพออโธกราฟิกที่กำหนดให้ จงระบุตัวเลขสัมพันธ์กับตัวอักษรลงในช่องของแต่ด้านให้ถูกต้อง

โมดูลที่ 3 เรื่อง ภาพตัด (Cutting plane and Cross section)

แบบฝึกหัดที่ 3.1 จำนวน 10 ข้อ จากภาพไอโซเมตริกที่มีระนาบตัดผ่าน จงเลือกภาพตัดที่ถูกต้อง

แบบฝึกหัดที่ 3.2 จำนวน 10 ข้อ จากภาพไอโซเมตริกที่มีช่องเจาะหรือรูกลวง ที่มีระนาบตัดผ่านหลายระนาบ จงเลือกจับคู่ภาพตัดที่ถูกต้อง

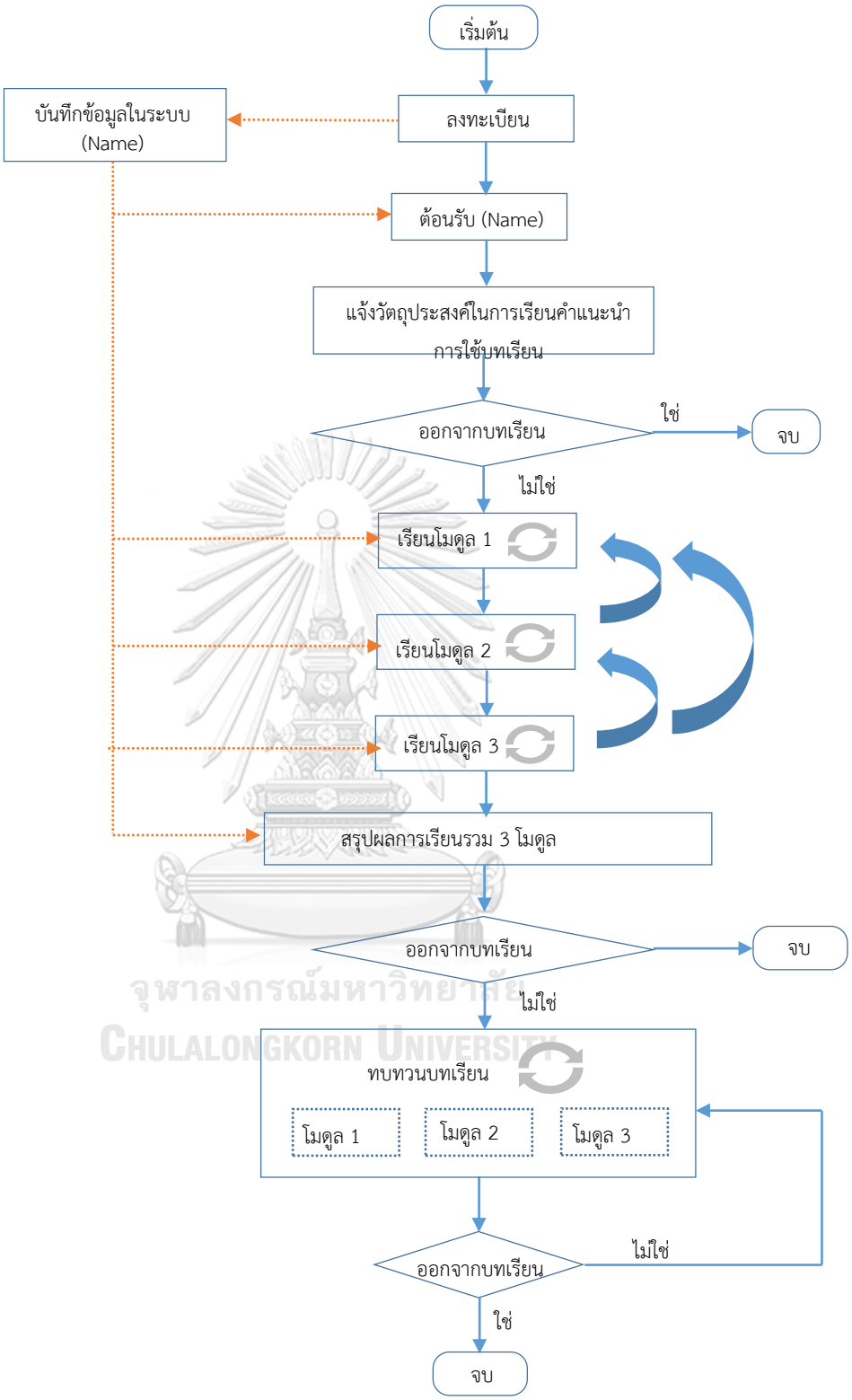
แบบฝึกหัดที่ 3.3 จำนวน 10 ข้อ จากภาพไอโซเมตริกของวัตถุสองชิ้น และวัตถุที่มีช่องเจาะที่มีระนาบตัดผ่าน จงเลือกภาพตัดที่ถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. สรุป (Predicate)

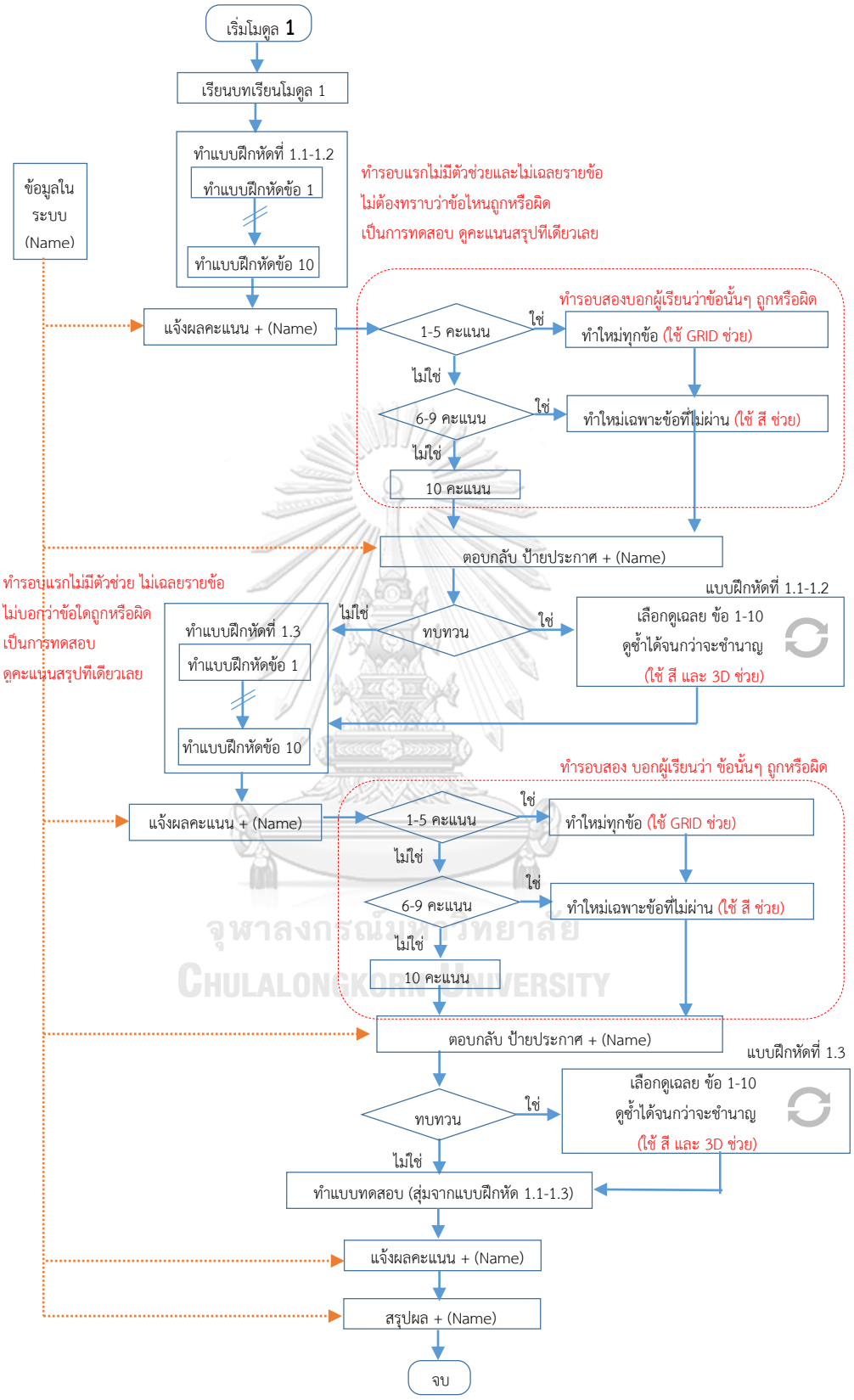
ขั้นสรุปผลคะแนน มีการแจ้งผลตอบกลับ (Feedback) ในทันที และสร้างทางเลือกให้กับผู้เรียนได้พิจารณาว่าจะกลับไปเรียนรู้เนื้อหาเดิมอีกครั้ง หรือทำแบบฝึกซ้ำอีก และมีทางเลือกแก่ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาจากการดูเฉลยวิธีการคิดของโจทย์แต่ละข้อซึ่งมีการเสริมการเรียนรู้ด้วยทัศนภาพ

ขั้นตอนการเรียนทั้งสามขั้นตอนนำเสนอผ่าน Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย ดังแสดงในภาพที่ 5.8 - 5.11

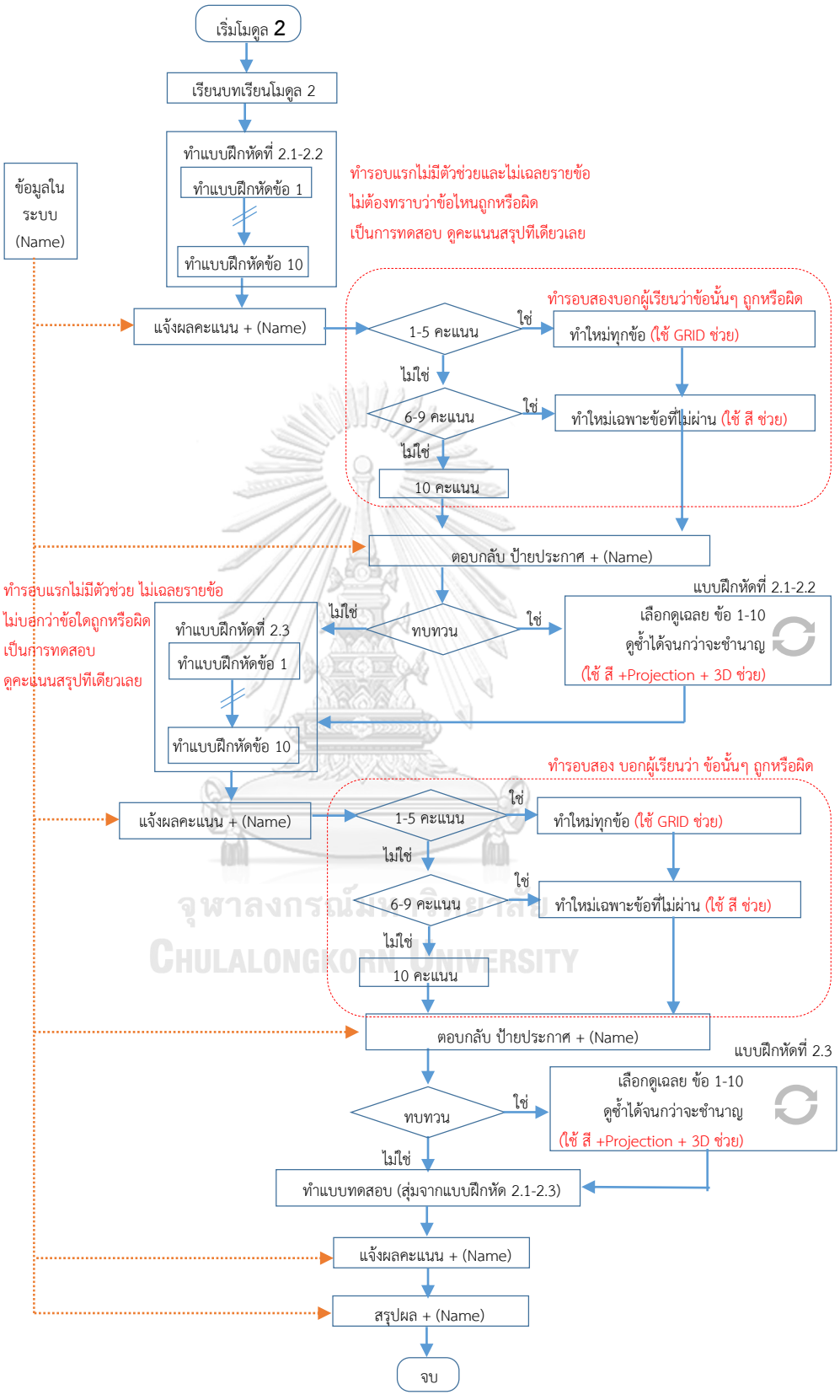


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

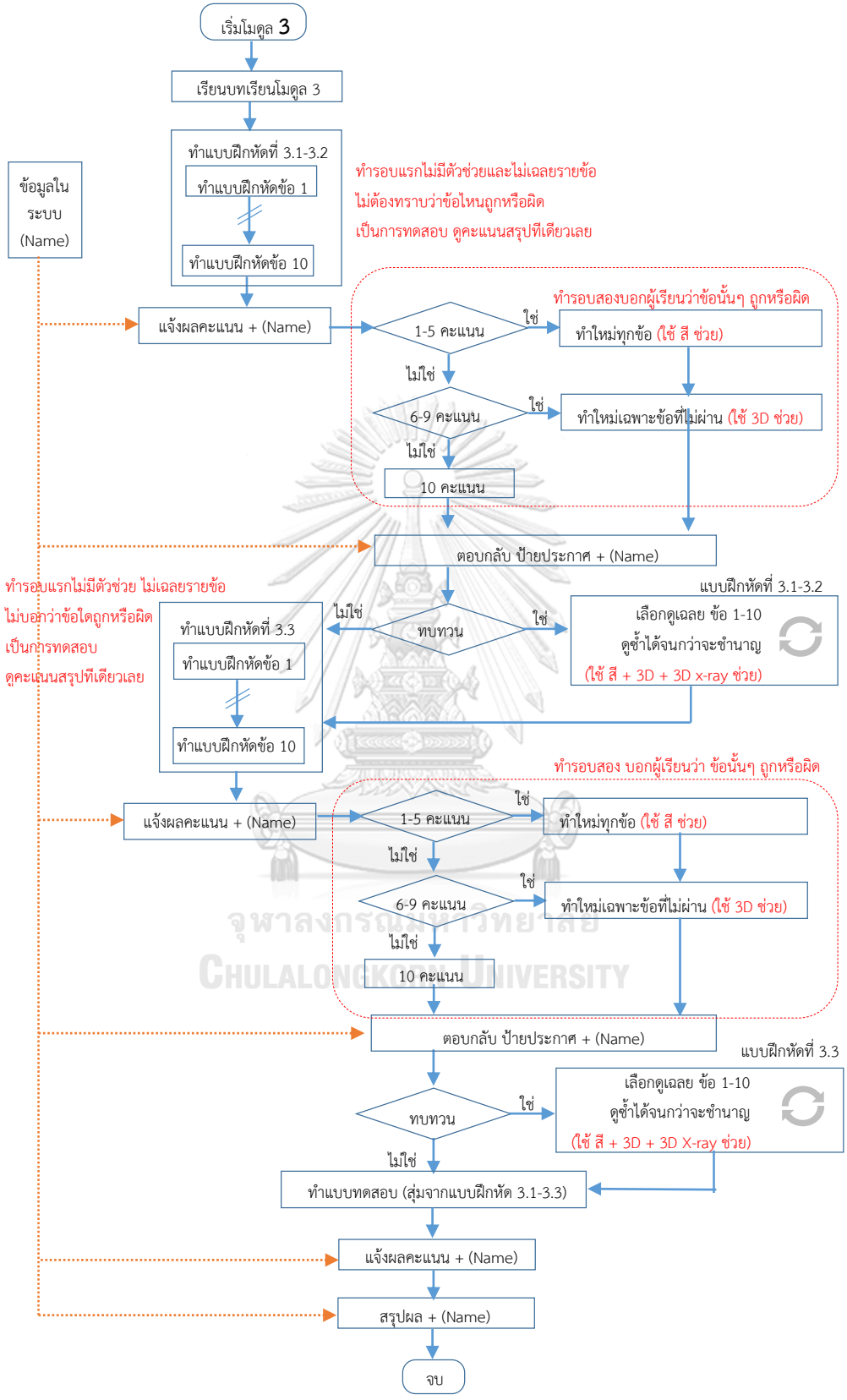
ภาพที่ 5.8 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย



ภาพที่ 5.9 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย โมดูล 1



ภาพที่ 5.10 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย โมดูล 2



ภาพที่ 5.11 Flowchart ของโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย โมดูล 3

ตอนที่ 4
การนำโมเดลไปใช้งาน

1. วิธีการสอน

ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ หรือใช้อุปกรณ์ส่วนตัว ในสถานที่อื่นใดตามต้องการ

2. สภาพแวดล้อมทางการเรียน

ใช้สัญญานอินเทอร์เน็ต

3. สื่อการสอน

บทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์เสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ออกแบบโดยใช้แนวคิดเชิงระบบ (System approach) ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ตัวป้อนหรือปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการ (Process) และผลผลิต (Outcome) มีคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ Information, Interaction, Individualization และ Immediate Feedback ผ่านการตรวจสอบคุณภาพสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ การเลือกเนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียน หากไม่ใช่ผู้สอนในหัวเรื่องนั้นโดยตรง ควรจะมีขั้นตอนการตรวจความตรงของเนื้อหาข้อคำถามหรือโจทย์รายข้อเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหานั้นๆ กรณีที่ต้องการสร้างรูปแบบของโจทย์คำถามหรือวิธีการฝึกให้หลากหลายมากขึ้น ควรเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก สามารถเพิ่มจำนวนชุดคำถามในแต่ละโมดูล หรือเพิ่มโจทย์วัตถุที่ซับซ้อนขึ้น โดยเพิ่มหน่วยย่อยของการฝึกในรูปของแบบฝึกหัดที่ 4 5 6,... ภายใต้โมดูลเดียวกัน

การผลิตสื่อมีทางเลือกในการตัดสินใจ จากศักยภาพของสิ่งแวดล้อมหรือบุคลากรของหน่วยงานดังนี้

3.1 การทำระบบ web portal ซึ่งเขียนโปรแกรมโดยโปรแกรมเมอร์ เช่น LMS หรือ Moodle วิธีนี้จะมีต้นทุนที่สูงขึ้นแต่สามารถรองรับผู้เรียนได้จำนวนมาก สามารถเก็บข้อมูลผู้เรียนและผลการเรียนได้อย่างเป็นระบบ ทางเลือกนี้หากได้รับการสนับสนุนด้านนโยบาย ทรัพยากรบุคคล และ ทรัพยากรเครือข่ายสารสนเทศ จากทางสถานศึกษา ก็จะช่วยอำนวยให้ผู้สอนนำโมเดลมาใช้ในทางเลือกนี้โดยสะดวก

3.2 การใช้ software สำเร็จรูป ในการออกแบบสื่อ เช่น โปรแกรม captivate โดยวิธีนี้เหมาะกับผู้สอนที่มีความสนใจทางด้านการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน สามารถเรียนรู้จากการเข้ารับการอบรมการใช้โปรแกรม และผลิตสื่อเองได้ หรือร่วมกันผลิตกับนักเทคโนโลยีทางการศึกษา

วิธีนี้จะมีต้นทุนการผลิตที่น้อยที่สุด ผู้สอนสามารถปรับแก้ไขเพิ่มเติมด้วยตนเองได้ แต่การใช้ software ชนิดนี้จะไม่เก็บข้อมูลบันทึกผลการเรียนของผู้เรียน การใช้ประสิทธิภาพในการแสดงผลภาพสามมิติ แบบที่ผู้เรียนสามารถขยับหมุนดูภาพได้ ซึ่งเป็นหนึ่งในกลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่สำคัญของโมเดลนี้ โดยการส่งรูปภาพนามสกุล .obj ไปไว้ที่เว็ปไซท์ของผู้ให้บริการ ซึ่งมีการให้บริการฟรี เช่น www.p3d.in แล้วนำ embedded code มาฝังใน software ผลิตบทเรียนเพื่อให้แสดงผลในตำแหน่งที่ต้องการ ผู้เรียนจึงจะสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับภาพสามมิติเสมือนจริงได้ เมื่อสร้างสื่อเสร็จแล้วนำไฟล์ที่ได้ ไปเก็บไว้ที่ server ของสถาบันการศึกษานั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียนเรียกดูหรือใช้งานผ่านเว็บเบราเซอร์ได้

3.3 การใช้ software สำเร็จรูป ในการออกแบบเกม เช่น unity เป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพในการแสดงผลภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้ ซึ่งเป็นหนึ่งในกลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่สำคัญ แต่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเขียนสคริปท์ มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าแบบที่สอง ข้อได้เปรียบที่น่าสนใจคือสามารถใช้งานแบบ stand-alone โดยไม่พึ่งพาอินเทอร์เน็ตได้ ทั้งจะยังคงให้การแสดงผลแบบสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบได้

4. ขั้นตอนการดำเนินการ

ในการนำโมเดลไปใช้ เมื่อได้สร้างสื่อบทเรียนมัลติมีเดียฯ ทดลองปรับปรุง ผ่านการตรวจโดยผู้เชี่ยวชาญ และพร้อมสำหรับการใช้งานแล้ว ดำเนินการดังนี้

4.1 ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางมิติสัมพันธ์มาตรฐาน ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัด ความยากง่าย ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น เพื่อคัดเลือกผู้เรียนกลุ่มอ่อนซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักที่จะพัฒนา ในสัปดาห์แรกของภาคเรียน โดยใช้การประเมินแบบอิงเกณฑ์

4.2 นัดหมายวันเวลากับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายนี้เพื่อกำหนดวันเวลาในการเรียนนอกเวลา

4.3 ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายเรียนด้วยตนเองในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เป็นจำนวน 3 ครั้ง ๆ ละ 1 โมดูล ใช้เวลาเรียนโมดูลละ 1 ชั่วโมง

4.4 หลังจากการฝึกในห้องปฏิบัติการแล้ว ผู้เรียนสามารถเข้าไปทบทวนบทเรียนซ้ำได้อีกโดยเข้าไปใช้บทเรียนที่ url เดิม เมื่อเรียนครบ 3 ครั้ง นัดวันเวลา เพื่อทดสอบ

4.5 ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางมิติสัมพันธ์มาตรฐาน ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัด ความยากง่าย ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเปรียบเทียบกับการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้การประเมินแบบอิงเกณฑ์

5. วิธีการประเมินผล

5.1 การประเมินผลก่อนและหลังเรียน

ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางมิติสัมพันธ์ ตามผลลัพธ์สุดท้ายที่ต้องการให้เกิดการพัฒนา และจากการทดลองพบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้เรียนกลุ่มอ่อนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย มีคะแนนการประเมินผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกคน

5.2 การประเมินผลระหว่างเรียน

บทเรียนได้ถูกออกแบบให้ผู้เรียนฝึกทำแบบทดสอบและแจ้งผลตอบกลับในทุกแบบฝึกหัด และทราบผลเป็นรายข้อ โดยไม่ได้จำกัดระยะเวลาในการฝึก รวมทั้งออกแบบเส้นทางการเรียนให้ผู้เรียนต้องเรียนซ้ำหากผลการทดสอบน้อยกว่าเกณฑ์ และเมื่อทำซ้ำได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์แล้วแต่ยังไม่ถูกทั้งหมด เส้นทางการเรียนจะให้ผู้เรียนทำซ้ำในข้อที่ยังไม่ถูก โดยมีการให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพที่จัดเตรียมไว้ให้ เมื่อเรียนครบ 3 แบบฝึกหัด ใน 1 โมดูล จะทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละโมดูล โดยระบบจะสุ่มคำถามจากแบบฝึกหัดที่ได้ฝึกไปแล้ว ในเรื่องนั้นๆ และจากการทดลองพบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้เรียนกลุ่มอ่อนมีคะแนนการประเมินผลแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยการทำแบบฝึกหัดในบทเรียนโมดูลนั้นๆ ทุกคน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ มีวัตถุประสงค์การวิจัย 4 ข้อ ได้แก่

1) เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

2) เพื่อสร้างและพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

3) เพื่อศึกษาผลการใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

4) เพื่อนำเสนอโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผู้วิจัยศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล การพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์โดยการใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นเครื่องมือเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ แล้วนำมาสร้างแบบสัมภาษณ์ในการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ และความเห็นเกี่ยวกับกลยุทธ์ทางทัศนภาพในการสอนมิติสัมพันธ์ในสาขาวิชาออกแบบ

1.1 ผู้วิจัยสำรวจสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ กลุ่มตัวอย่างเป็นคณาจารย์ที่สอนในสาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ในระดับอุดมศึกษา จำนวน 10 คน ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงคุณสมบัติ (Purposive sampling) จากสถาบัน

อุดมศึกษาของรัฐบาลและเอกชน จำนวน 57 สถาบัน ใน 5 ภูมิภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ รวม 10 มหาวิทยาลัย

เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยออกแบบเป็นคำถามแบบปลายเปิด (Open-end) และแบบปลายปิด (Close-end) ชนิดแบบตรวจสอบรายการให้เลือกตอบ (Check list) กำหนดประเด็นคำถามแบ่งเป็น 5 ตอน รวม 16 ข้อ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองและส่งอีเมล ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2561 ถึง เดือนธันวาคม 2562 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าความถี่ ร้อยละ และใช้การตีความสรุปข้อมูล

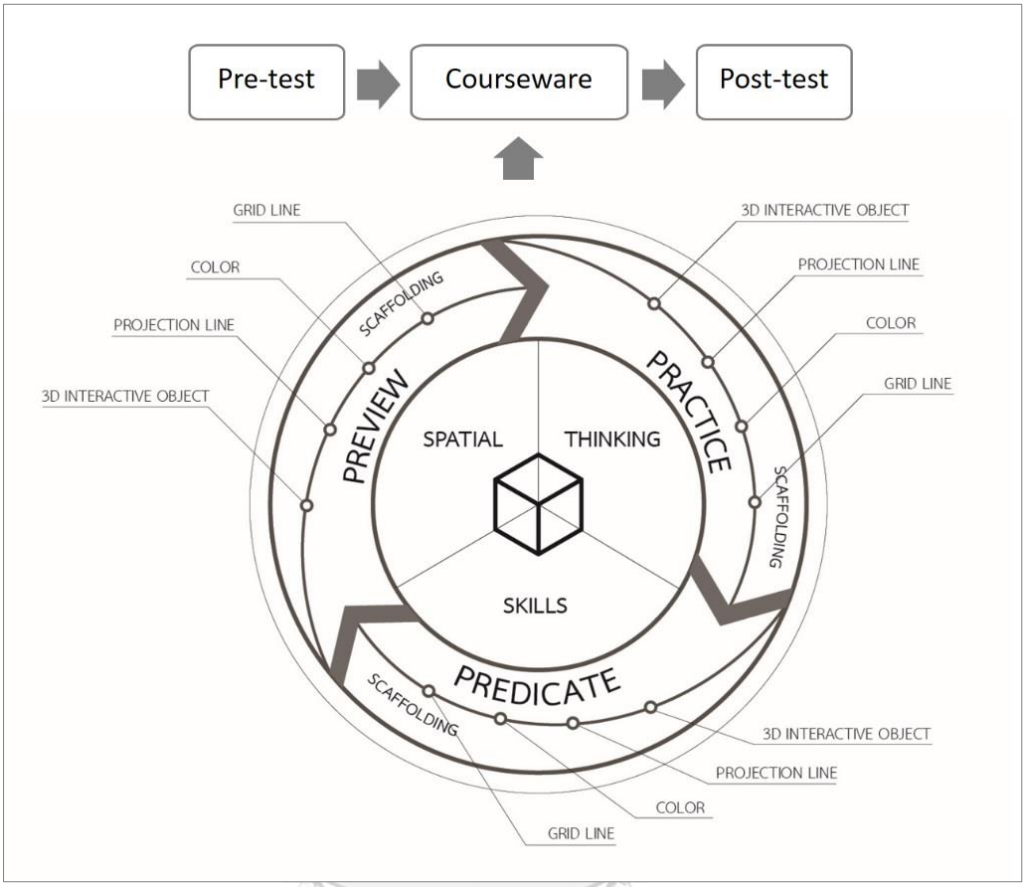
1.2 ผู้วิจัยสำรวจความต้องการจำเป็นในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางมิติสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็น นิสิต นักศึกษา สาขาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ในระดับอุดมศึกษา ทำการเก็บข้อมูลจากผู้เรียนที่ศึกษาในสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอกชนในเขตภาคกลาง จำนวน 393 คน ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงคุณสมบัติ (Purposive sampling) คือเป็นผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ซึ่งยังไม่เคยเรียนวิชาเขียนแบบเบื้องต้นมาก่อน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีของ Taro Yamane จากจำนวน 17,514 คน กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่จะยอมรับได้ (Allowable error) เท่ากับ 5%

เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยติดต่อขออนุญาตใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ Santa Barbara Solids Test เรื่อง Cross-section ที่ออกแบบและพัฒนาโดย นักวิจัย Cohen & Hegarty ทางอีเมล โดยชุดของคำถามและตัวเลือกเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยนำชุดแบบทดสอบมาแปลเป็นภาษาไทย เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 และ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาแจกแจงความถี่ ร้อยละ และใช้การตีความสรุปข้อมูล

ระยะที่ 2 สร้างและพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ผู้วิจัยสร้างร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ โดยใช้หลักการออกแบบการสอนที่พัฒนาจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึง

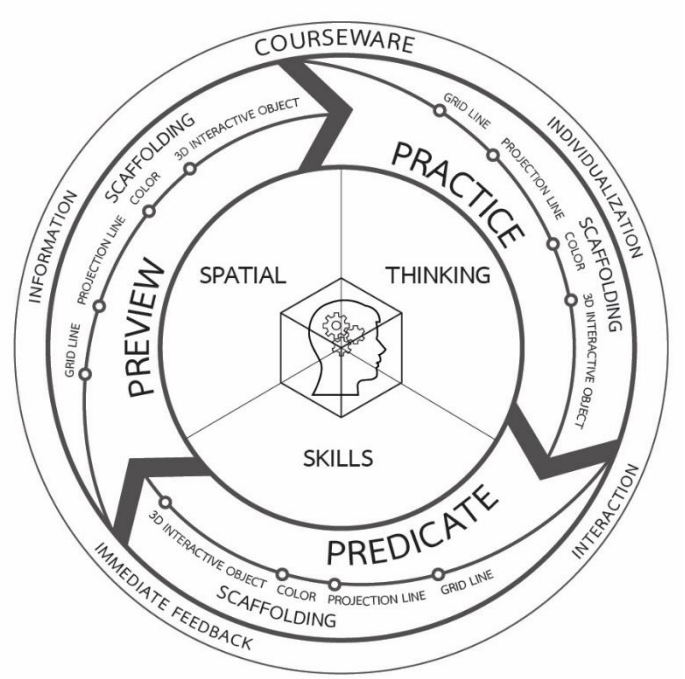
ประสงค์ สภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ โดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นเครื่องมือ ประกอบด้วยองค์ประกอบและขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 1

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผู้วิจัยปรับปรุงแบบประเมิน และร่างโมเดลที่พัฒนาตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา (ดูภาพที่ 6.2) แบบประเมิน และร่างโมเดล ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ตามภาพที่ 6.2 เพื่อนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลต่อไป

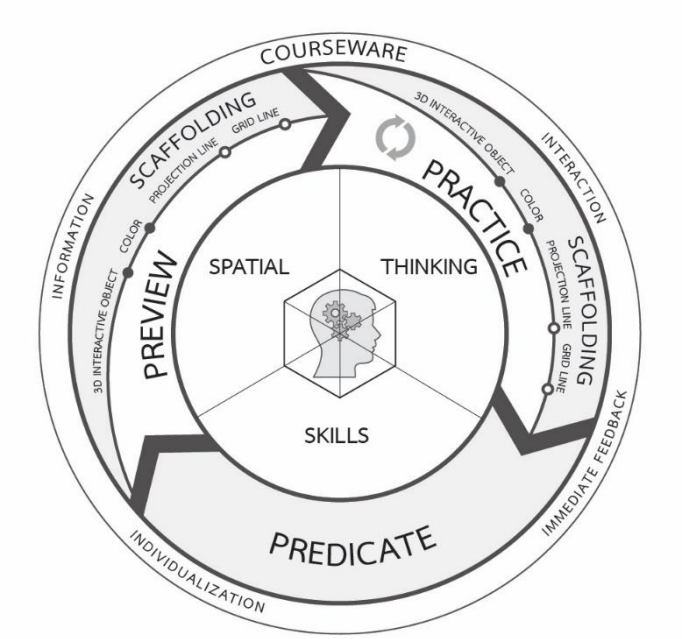


ภาพที่ 6. 2 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 2

ผู้วิจัยนำร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (ดูภาพที่ 6.2) ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน ตรวจความตรงของเนื้อหา (Content validity) พิจารณาความเหมาะสมของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ แล้วนำมาแจกแจงความถี่ หาค่าเฉลี่ย และนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง และแปลความหมายเป็นความเรียงแต่ละตอน ส่วนคำถามปลายเปิด นำมาวิเคราะห์เนื้อหา จัดหมวดหมู่ และนำเสนอข้อมูลโดยการตีความสรุปข้อมูล

หลังจากนั้นแก้ไขโมเดลตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิ ได้โมเดลฯ ที่ปรับปรุงแล้วตามภาพที่ 6.3 เพื่อไปทำการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 6.3 ร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ version 3

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เป็นคอร์สแวร์ ที่มีคุณสมบัติ 4Is คือ Information, Interaction, Intermediate feedback, และ Individualization (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2542) เพื่อเป็นเครื่องมือใช้ในการทดลอง ในระยะที่ 3 ในการพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียฯ นี้ ผู้วิจัยใช้หลักการออกแบบระบบการเรียนการสอน ตามกระบวนการ ADDIE ประกอบด้วยขั้นตอน ได้แก่ วิเคราะห์ (Analysis) ออกแบบ (Design) พัฒนา (Development) นำไปใช้ (Implement) และประเมินผล (Evaluate) ดำเนินการ ดังนี้

วิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ และข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้สอนในการวิจัยระยะที่ 1 ได้แก่ วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (Learner characteristic & Learning style) วิเคราะห์โครงสร้างเนื้อหา และบริบทที่สัมพันธ์กับกลุ่มเป้าหมาย (Content & Contexts analysis) วิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนและกิจกรรมที่เหมาะสม (Instructional setting analysis) วิเคราะห์ข้อมูล

เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ การใช้อุปกรณ์ และเทคโนโลยีสารสนเทศในสถานศึกษาของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (Environment learning analysis)

ออกแบบ (Design) ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบบทเรียน จากการวิเคราะห์ข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ และข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้สอนในการวิจัยระยะที่ 1 ได้แก่ กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Performance objective) และออกแบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สร้างเครื่องมือวัดและวิธีประเมินผลการเรียน (Assessment instrument) กำหนดกลยุทธ์การสอนที่ใช้ทัศนภาพในลักษณะต่างๆ (Determine instructional strategy) ออกแบบกิจกรรมการเรียน (Learning task) และแผนจัดการเรียนรู้ ออกแบบสื่อสนับสนุนการเรียนในบทเรียน (Instructional material) ออกแบบผังงาน (Flowchart) และการดำเนินเรื่อง (Storyboard)

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้านคุณลักษณะมิติสัมพันธ์ที่ต้องการวัดความสอดคล้องของแบบฝึกหัดกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นรายข้อ การใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ และแผนจัดการเรียนรู้ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา สำนวนภาษา ตลอดจนความครอบคลุมขององค์ประกอบ ผู้วิจัยปรับปรุงแบบประเมินตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำไปให้ผู้ประเมินเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนในสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จากสถาบันการศึกษาของรัฐบาลและเอกชน จำนวน 3 คน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหาค่า IOC เพื่อพิจารณาความเหมาะสม และปรับปรุงก่อนนำไปใช้งาน

พัฒนา (Development) ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) และกราฟิก (User Interface) การจัดวางตำแหน่งขององค์ประกอบต่างๆ บนหน้าจอ การกำหนดปฏิสัมพันธ์ (interactive) feedback ต่างๆ ของบทเรียน เตรียมข้อความ กำหนดขนาด แบบตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ ชุดสี เสียงประกอบ ไตเติ้ล ปุ่ม feedback สร้างบทเรียนด้วยโปรแกรม captivate ให้อยู่ในรูปแบบ HTML5 และ Pack SCORM สร้างคู่มือการใช้งานบทเรียนมัลติมีเดียสำหรับผู้เรียน และผู้สอน นำร่างคู่มือไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา สำนวนภาษา ตลอดจนความครอบคลุมขององค์ประกอบ ผู้วิจัยปรับปรุงคู่มือตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ก่อนนำไปใช้งาน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียฯ ด้านสื่อ โดยศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านสื่อ ประเด็นการประเมินแบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่ 1) ส่วนนำ 2) การออกแบบระบบการเรียนการสอน 3) องค์ประกอบด้าน

มัลติมีเดีย 4) องค์ประกอบด้านการมีปฏิสัมพันธ์ ใช้เกณฑ์การประเมิน 2 ลักษณะ คือ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และแบบปลายเปิด รวม 23 ข้อ แล้วนำแบบประเมินพร้อมกับบทเรียนมัลติมีเดียที่ผลิตเสร็จแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา สำนวนภาษา ตลอดจนความครอบคลุมขององค์ประกอบ ผู้วิจัยปรับปรุงแบบประเมินตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา 3 คน ตรวจประเมิน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหาค่า IOC เพื่อพิจารณาความเหมาะสม และปรับปรุงก่อนนำไปใช้งาน

นำไปใช้ (Implement) ผู้วิจัยดำเนินการนำบทเรียนมัลติมีเดียฯ ที่ด้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบความสามารถในการใช้งาน (Usability Test) เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความยากง่ายของเนื้อหา ความชัดเจนของขั้นตอนการเรียน การควบคุมการเรียน กิจกรรมที่ใช้ รวมถึงเวลาที่ใช้ในการเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันตรวจสอบข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขปรับปรุง โดยใช้ความคิดเห็นที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ประเมินผล (Evaluate) ผู้วิจัยประเมินผลการดำเนินงานจากการทดลองใช้บทเรียนมัลติมีเดียและปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยสร้าง แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานบทเรียนมัลติมีเดีย โดยศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานบทเรียนมัลติมีเดีย ประเด็นการ ประเมิน แบ่งเป็น 3 ตอน ได้แก่ 1) ส่วนของบทเรียน 2) องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย 3) องค์ประกอบด้านการมีปฏิสัมพันธ์ ใช้เกณฑ์การประเมิน 2 ลักษณะ คือ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และแบบปลายเปิด รวม 21 ข้อ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา สำนวนภาษา ตลอดจนความครอบคลุมขององค์ประกอบ ผู้วิจัยปรับปรุงแบบประเมินตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ผู้วิจัยทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดีย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต จำนวน 25 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงคุณสมบัติ (Purposive sampling) คือ ที่เป็นผู้เรียนกลุ่มอ่อน ซึ่งยังไม่เคยเรียนวิชาเขียนแบบทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ได้คะแนนไม่เกิน 15 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และมีความสมัครใจเป็นกลุ่มทดลอง จากการดำเนินการในระยะที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนและหลังการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดีย ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติการทดสอบความแตกต่าง (t-test dependent) แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้บทเรียนัลติมีเดีย

วิเคราะห์ข้อมูลโดยแจกแจงความถี่ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลความหมายเป็นความเรียง

ระยะที่ 4 นำเสนอโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ผู้วิจัยสร้างแบบรับรองโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วยประเด็นการพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับ หลักการที่ใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างโมเดลฯ วัตถุประสงค์ของโมเดลฯ แผนภาพโมเดลฯ องค์ประกอบของโมเดลฯ ขั้นตอนของโมเดลฯ การใช้งานโมเดลฯ โดยผู้ทรงคุณวุฒิจะพิจารณาจากเอกสารรายละเอียดประกอบโมเดลฯ ที่ส่งไปพร้อมกับแบบประเมินโมเดลฯ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ ใช้เกณฑ์การประเมิน 2 ลักษณะ คือ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และแบบปลายเปิด

ผู้วิจัยนำโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ตรวจความตรงของเนื้อหา (Content validity) พิจารณาความเหมาะสมของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ แล้วนำมาแจกแจงความถี่ หาค่าเฉลี่ย และนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง และแปลความหมายเป็นความเรียง ส่วนคำถามปลายเปิด นำมาวิเคราะห์เนื้อหา จัดหมวดหมู่ และนำเสนอข้อมูลโดยการตีความสรุปข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ตามวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอน สภาพที่พึงประสงค์ และสภาพปัญหาเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบ

ผู้วิจัยนำเสนอผลในระยะที่ 1 โดยแบ่งเป็น 7 ประเด็นดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบันและปัญหาด้านหลักสูตรและการสอน
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบันและปัญหาด้านผู้เรียน

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบันและปัญหาด้านกิจกรรมการเรียนการสอน
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบันและปัญหาด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้
5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบันและปัญหาด้านการวัดและประเมินผล
6. สรุปประเด็นการเลือกเนื้อหาการสอนมิติสัมพันธ์
7. สรุปประเด็นการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ (Visual scaffolding)

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบันและปัญหาด้านหลักสูตรและการสอน

จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างคณาจารย์ 10 คน พบว่า มิติสัมพันธ์เป็นทักษะทางปัญญาที่จำเป็นอย่างมากในการเรียนวิชาเฉพาะของหลักสูตรฯ รายวิชาเฉพาะของสาขาส่วนใหญ่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เนื่องจากผู้เรียนจำเป็นต้องรับรู้เนื้อหาการเรียนผ่านทางทัศนภาพ การตีความหมาย และนำเสนอออกมา วิชาเขียนแบบเบื้องต้นอยู่ในหมวดวิชาพื้นฐานตามโครงสร้างหลักสูตร มีการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการเขียนแบบ และบางหลักสูตร แผนการเรียนในชั้นปีที่ 1 ไม่มีวิชาที่ใช้คอมพิวเตอร์ แต่มีการสอนเขียนแบบ มีการเขียนแสดงแบบด้วยอุปกรณ์และมือ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด ก่อนจะไปใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer Aided Design) การนำเสนองาน(Presentation) และการผลิตผลงาน (Production) ในชั้นปีที่สูงขึ้นไป การใช้คอมพิวเตอร์ไปพร้อมกับการเรียนเขียนแบบ ข้อดีคือจะได้เห็นภาพเสมือนจริงทำให้เข้าใจมากขึ้น แต่ข้อเสียคือจะไม่ได้ฝึกคิดด้วยตนเอง

ปัญหาที่พบในด้านการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการสอนมิติสัมพันธ์ผู้สอนส่วนใหญ่ (ร้อยละ90) พบปัญหาที่ใกล้เคียงกัน ได้แก่

1.1 ผู้เรียนที่อ่อน ไม่เข้าใจมิติสัมพันธ์ภายใน ปริมาตร ที่ว่าง รูปตัด สัดส่วน ความสัมพันธ์ระหว่างด้าน ผู้เรียนมีพื้นฐานที่ไม่เท่ากัน ผู้สอนแก้ปัญหาโดยปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้ยืดหยุ่นตามลักษณะผู้เรียน

1.2 เวลาที่จำกัด การแบ่งเนื้อหาการสอนในรายวิชาเขียนแบบ จะแบ่งสัดส่วนการสอนเนื้อหาได้แก่ การฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์ในการเขียนเส้น ฝึกเขียนภาพไอโซเมตริก (Isometric) ภาพออโธกราฟิก (Orthographic) ภาพตัด (Section) ภาพคลี่ ภาพช่วย แสงเงา ส่วนใหญ่จะเรียนหัวข้อละ 1 ครั้ง ยกเว้นภาพออโธกราฟิก (Orthographic)และทัศนียภาพ (Perspective) ในเวลาเรียนที่มีจำกัด ผู้สอนแก้ปัญหาโดยกำหนดโจทย์ที่ผู้เรียนสามารถเขียนแบบให้เสร็จได้ทันเวลา ส่วนใหญ่ไม่มีงานการบ้าน

1.3 สัดส่วนผู้สอนต่อผู้เรียน ในชั้นเรียนวิชาเขียนแบบแต่ละสถาบันและแต่ละสาขามีจำนวนไม่เท่ากันคือ ผู้เรียนต่อหนึ่งกลุ่มมีตั้งแต่ 10-140 คน จำเป็นต้องมีผู้สอนให้ได้สัดส่วนตามเกณฑ์

มาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) คือ1:8 เพื่ออธิบายและตรวจดูงานในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังเขียนแบบ รวมทั้งตรวจงานทุกชิ้น ในทุกสัปดาห์ มีผู้สอน ร้อยละ 30 นำเสนอประเด็นปัญหาสัดส่วนผู้สอนต่อผู้เรียน แก้ปัญหาโดยเพิ่มจำนวนอาจารย์ให้ได้ตามเกณฑ์

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบันและปัญหาด้านผู้เรียน

ไม่ใช่ผู้เรียนทุกคนจะมีทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์พร้อมที่จะศึกษาตามหลักสูตร เหตุผลสำคัญคือ ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ที่แตกต่างกันของผู้เรียน ข้อสอบวัดความถนัดในรับนักศึกษาเข้าเรียนเป็นเพียงเครื่องมือคัดกรองผู้เรียนที่มีแนวโน้มจะศึกษาได้ ข้อสอบเข้าเรียนไม่เน้นวิชาปฏิบัติการเขียนแบบ เน้นการออกแบบและวิชาทฤษฎี ซึ่งผู้ที่จบม.ปลายและเข้ารับการติวจะทำคะแนนได้ดีแต่หากทดสอบโดยวิชาเฉพาะอาจจะได้คะแนนไม่ดี ในการวัดผลความเข้าใจเรื่องการมองภาพใช้ข้อสอบปรนัยเพื่อรองรับปริมาณผู้เข้าสอบ ทำให้ได้ผู้เรียนที่มีประสบการณ์มิติสัมพันธ์ที่ต่างกัน ปัญหาที่พบคือ

2.1 ผู้เรียนกลุ่มอ่อน จำนวน 5-10% มีความต้องการจำเป็นในการฝึกทักษะการมองภาพมากกว่าปกติ ในขณะที่ ร้อยละ 50 ของผู้เรียนมีความเข้าใจสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ปกติ ผู้สอนส่วนใหญ่แก้ปัญหาโดยนัดหมายผู้เรียนกลุ่มอ่อนมาฝึกและสอนเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน ข้อจำกัดคือเรื่องเวลาที่ใช้ ซึ่งจะสัมพันธ์กับจำนวนผู้เรียนอ่อนที่มาฝึกเพราะต้องอธิบายแบบตัวต่อตัว

2.2 ปัญหาการมองภาพ ผู้เรียนจำนวนหนึ่งยังมองภาพสามมิติ ให้ให้เป็นภาพสองมิติ อย่างซับซ้อนไม่ได้ มองรูปตัดที่ซับซ้อนไม่ได้ เมื่อไม่เข้าใจก็จะทำงานไม่ได้ ทำงานไม่เสร็จ ส่งงานไม่ทันเวลาและขาดส่งงาน ส่งผลต่อการประเมินผลการเรียนในรายวิชา ความต่อเนื่องของเนื้อหางานในครั้งต่อไปจะใช้ความเข้าใจในครั้งที่ผ่านมาเป็นพื้นฐาน ผู้เรียนจะเกิดความยากในการเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การแก้ปัญหามีหลากหลายวิธี ได้แก่ ให้คำปรึกษาเป็นกลุ่มย่อย และรายบุคคล ทั้งในระหว่างการเรียนและนอกเวลา กิจกรรมการเรียน เช่น ให้ออกมาเขียนในกระดานโดยช่วยกันทั้งชั้นเรียน ให้การบ้านเพิ่ม ใช้สมุดเขียนแบบ ให้โอกาสทำงานมาส่งใหม่ถ้าไม่ถูกต้อง วิธีการสอน เช่น บรรยายและสาธิตการเขียนทีละขั้นตอน ให้ดูตัวอย่างเฉลยแบบฝึกหัด จากผลงานที่ถูกต้องและดี ดูหุ่นจำลองและวัตถุจริงตามธรรมชาติ แล้ววัดขนาดจริง เขียนออกมาเป็นรูปด้าน รูปตัด

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบันและปัญหาด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

ผู้สอนในรายวิชาเขียนแบบเบื้องต้น มีวิธีการสอน เทคนิคการสอน และพบปัญหาอุปสรรค ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในเรื่อง 1) การมองภาพสองมิติ (แปลน รูปด้าน รูปตัด) ที่เชื่อมโยงกับภาพสามมิติ 2) การรับรู้ขนาดและสัดส่วน 3) การหมุนภาพในใจ ดังนี้

3.1 วิธีสอนการมองภาพสองมิติ (แปลน รูปด้าน รูปตัด) ที่เชื่อมโยงกับภาพสามมิติ

ผู้สอนทุกคนใช้วิธีการสอนการมองภาพสองมิติ (แปลน รูปด้าน รูปตัด) ที่เชื่อมโยงกับภาพสามมิติ เริ่มจาก 1) บรรยายหลักการและวิธีการ 2) แสดงตัวอย่างภาพสามมิติ อย่างง่าย ฉายเส้นโปรเจคชั่น (Projection line) เพื่อให้ผู้เรียนเขียนภาพด้านบน (Top view), ด้านหน้า (Front view), ด้านข้าง (Side view) 3) สาธิตขั้นตอนการเขียน 4) มอบหมายแบบฝึกหัด

เทคนิคการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ ได้แก่ 1)ใช้สื่อการสอนที่เป็น หุ่นจำลองรูปทรงเรขาคณิตอย่างง่าย ที่มีการใช้สีที่แตกต่างกันบนพื้นผิวแต่ละด้านของหุ่นจำลองเพื่อเป็นการอ้างอิงให้เข้าใจมากขึ้น 2) ใช้โจทย์แบบฝึกหัดที่หลากหลาย ตั้งแต่ระดับง่ายไปจนถึงระดับซับซ้อนเพื่อฝึกทักษะความเข้าใจในเรื่องเดียวกัน

อุปสรรคที่พบ ได้แก่ 1) ความพร้อมของผู้เรียนในเรื่องอุปกรณ์ 2) การตอบสนองให้ความร่วมมือจากผู้เรียน 3) ผู้เรียนบางส่วนมั่นใจว่าสิ่งที่ทำผิดนั้นถูกต้องจึงไม่สังเกตและฝึกฝน 4) เวลาเรียนมีจำกัด

3.2 วิธีสอนให้รับรู้ขนาดและสัดส่วน

ผู้สอนทุกคนใช้วิธีการสอนให้รับรู้ขนาดและสัดส่วน เริ่มจาก 1) บรรยายหลักการและวิธีการ 2) แสดงตัวอย่างสิ่งของขนาดเล็กและใหญ่เพื่อให้เข้าใจขนาดและสัดส่วน 3) ใช้ไม้บรรทัดมาตราส่วน (ไม้ scale) เป็นอุปกรณ์ในการวัดระยะย่อและขยายชิ้นงาน 4) ใช้ตารางกริด (Grid line) ประกอบภาพโจทย์ให้สังเกตการนับช่อง และ 5) มอบหมายแบบฝึกหัด

เทคนิคการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ ได้แก่ 1) ให้ดูวัตถุจริง โดยการวัดระยะแล้วนำมาเขียน (Measure work) 2) ใช้โจทย์แบบฝึกหัดที่หลากหลายตั้งแต่ระดับง่ายไปจนถึงระดับซับซ้อนเพื่อฝึกทักษะความเข้าใจในเรื่องเดียวกัน

อุปสรรคที่พบ ได้แก่ 1) ความพร้อมของผู้เรียนในเรื่องอุปกรณ์ 2) การตอบสนองให้ความร่วมมือจากผู้เรียน 3) Model ที่ใช้เป็นสื่อการสอน ต้องใช้เวลาในการสร้าง

3.3 วิธีสอนให้หมุนภาพในใจ

ผู้สอนทุกคนใช้วิธีการสอนหมุนภาพในใจ เริ่มจาก 1) บรรยายหลักการและวิธีการ 2) แสดงภาพตัวอย่าง 3) มอบหมายแบบฝึกหัดโดยให้ผู้เรียนลอกวิธีโปรเจคชั่น (Projection) จากแบบตัวอย่าง

เทคนิคการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ ได้แก่ 1) ใช้ภาพ 3 มิติ ที่น่าสนใจเป็นสื่อ 2) ให้ผู้เรียนออกแบบโมเดลขึ้นมาเอง 3) ใช้โจทย์แบบฝึกหัดที่หลากหลาย ตั้งแต่ระดับง่ายไปจนถึงระดับซับซ้อนเพื่อฝึกทักษะความเข้าใจในเรื่องเดียวกัน

อุปสรรคที่พบ ได้แก่ 1) ความพร้อมของผู้เรียนในเรื่องอุปกรณ์ 2) การตอบสนองให้ความร่วมมือจากผู้เรียน 3) ความกังวลในการจัดเรียงรูปบทหน้ากระดาษ ด้านซ้ายหรือด้านขวาแทนที่จะทำความเข้าใจว่าด้านใดเห็นเป็นเช่นไร

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบันและปัญหาด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้

ผู้สอนทุกคน (100%) ใช้สื่อการสอนที่เป็น ใบงาน และรองลงมาเรียงลำดับดังนี้ หุ่นจำลอง เขียนกระดาน เปิดคลิบวีดิโอ Visualizer แผ่นโปสเตอร์ บทเรียนมัลติมีเดีย Powerpoint เฟสบุ๊ค และวัตถุจริงในการฝึกวัดขนาด การใช้สื่อบทเรียนมัลติมีเดียมีจำนวนน้อยมากเพียง 10% อาจารย์ที่สนใจคุณสมบัติของสื่อบทเรียนมัลติมีเดียไม่ทราบแหล่งค้นหาบทเรียนมัลติมีเดียที่มีเนื้อหาตรงกับความต้องการสอน และมีอาจารย์ที่สนใจผลิตสื่อบทเรียนมัลติมีเดียแต่ไม่ทราบว่าจะทำได้อย่างไร

5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบันและปัญหาด้านการวัดและประเมินผล

ผู้สอนทุกสถาบัน (ร้อยละ 100) มีการประเมินผลการเรียนจากคะแนนรวมของผลงานภาคปฏิบัติตลอดภาคการศึกษา ร่วมกับการสอบภาคทฤษฎี โดยวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ในจำนวนนี้ 9 สถาบัน (ร้อยละ 90) มีการประเมินผลงานภาคปฏิบัติโดยผู้สอน ในขณะที่ 1 สถาบัน (ร้อยละ 10) บางหัวข้อการเรียนมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างจากที่อื่นคือ แบ่งกลุ่มผู้เรียนผสมผู้เรียนที่เป็นกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่งรวมกัน ผลัดกันตรวจให้คะแนน มีการแบ่งสัดส่วนคะแนนกิจกรรมหน้าชั้นเรียนที่ให้ออกมาเขียนบนกระดาน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนและเปิดโอกาสในการให้ความช่วยเหลือในการเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกันในการอธิบายและช่วยกันคิดแก้ปัญหาโจทย์

ผู้วิจัยวิเคราะห์ได้ว่า นอกเหนือจากการประเมินการสอนจากผลงานการปฏิบัติของผู้เรียนแล้ว ยังมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวคิด Zone of Proximal Development ที่เน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปจนถึงระดับการพัฒนาที่ผู้เรียนมีศักยภาพจะไปถึงได้

6. สรุปประเด็นการเลือกเนื้อหาการสอนมิติสัมพันธ์

จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้สอนวิชาเขียนแบบเบื้องต้น สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ เพื่อศึกษาสภาพและความต้องการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระดับอุดมศึกษา สาขาออกแบบ การเลือกเนื้อหาการสอนมิติสัมพันธ์เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนที่มีความต้องการจำเป็น ที่สอดคล้องกับองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 5 ด้านที่ต้องการศึกษา ตามตารางที่ 6.5 มีรายละเอียดที่ค้นพบดังนี้

6.1 เนื้อหาที่สำคัญที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นในการฝึกทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ คือ การฝึกมองภาพไอโซเมตริก (Isometric) (สามมิติ), ภาพออโธกราฟิก (Orthographic) (สองมิติ) และ ภาพตัด (Section) (สองมิติ) เพื่อทำเข้าใจเรื่องการรับรู้ ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง การเปลี่ยนตำแหน่งมุมมองภาพ ความเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่างภาพสามมิติ กับภาพสองมิติ และการหมุนภาพในใจ (Mental rotation)

6.2 วิธีสอนควรเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก โดยเริ่มจากรูปทรงเขาคณิตอย่างง่ายไปจนถึงรูปที่มีลักษณะซับซ้อน (Complex) และแต่ละเนื้อหาเป็นพื้นฐานความเข้าใจของเรื่องลำดับถัดไป

6.3 ขั้นตอนการสอนเริ่มจากแสดงตัวอย่างหลักการวิธีการมองภาพก่อน ขั้นตอนการดูตัวอย่าง จึงเป็นส่วนสำคัญในตอนเริ่มต้น

6.4 การแบ่งเนื้อหาการฝึกควรจำแนกการฝึกทักษะแยกเป็นเรื่องๆ ไป เช่น ฝึกหาทิศทางการมองภาพ ฝึกเชื่อมโยงรายละเอียดของภาพ ฝึกบอกขนาด ฝึกบอกสัดส่วน และในเรื่องเดียวกันที่ฝึกใช้วิธีฝึกที่หลากหลายวิธี แต่ละวิธีมีการวัดระดับหรือประเมินผล

6.5 มีการทดสอบเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบพัฒนาการความก้าวหน้าของตนเองว่าอยู่ในระดับใดและแจ้งผลกลับผู้เรียนในทันที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.1 ความตรงเชิงเนื้อหากับองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ที่ต้องการศึกษา

โมดูลที่	เนื้อหาที่แสดง	องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์									
		Spatial	Perception	Spatial	Visualization	Mental	Rotations	Spatial	Relations	Spatial	Orientation
1	ภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded plans)	/		/		/		/		/	
2	ภาพออโธกราฟิก (Orthographic)	/		/		/		/		/	
3	ภาพตัด (Section)	/		/		/		/		/	

7. สรุปประเด็นการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ (Visual scaffolding)

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับกลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพที่ผู้สอนใช้ในการเสริมต่อการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน จากการสัมภาษณ์ผู้สอนพบว่าการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ (Visual scaffolding) เป็นส่วนสำคัญที่ผู้สอนใช้ในการอธิบาย ประกอบหลักการมองภาพเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงระหว่างตำแหน่งต่างๆ ในภาพสองมิติ กับ ภาพสามมิติ ได้แก่ เส้นกริด (Grid line) เส้นโปรเจคชั่น (Projection line) สี (Color) ตัวอักษร เส้นประ และภาพสามมิติ

ตารางที่ 6.2 การเสริมต่อการเรียนรู้จำแนกตามเนื้อหา

โมดูลที่	เนื้อหาและแบบฝึกหัด	การเสริมต่อการเรียนทางทัศนภาพ (Visual scaffolds)				
		ตาราง กริด	เส้น โปรเจคชั่น	สี	ภาพสามมิติเคลื่อนไหวโต้ตอบ	
					แบบทึบ	แบบโปร่งมองทะลุ
1	การฝึกมองภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง	มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี
2	การฝึกมองภาพออโธกราฟิก	มี	มี	มี	มี	ไม่มี
3	การฝึกมองภาพตัด	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี	มี

ระยะที่ 2 สร้างและพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

มีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. องค์ประกอบของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ใช้หลักการจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered instruction) มีกระบวนการเรียนรู้ตามเอกัตภาพ (Individualization) ให้พัฒนาตามศักยภาพของผู้เรียนที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1) ผู้เรียน (Learner) 2) กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ 3) คอร์สแวร์ (Courseware)

ผู้เรียน (Learner) เป็นผู้เรียนกลุ่มอ่อนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ คัดเลือกโดยพิจารณาจากผลการทดสอบวัดด้วยแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ได้คะแนนทดสอบไม่เกิน 50%

กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ได้แก่ เส้นกริด (Grid line) เส้นโปรเจคชั่น (Projection line) สี (Color) และภาพวัตถุสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dinamic interactive 3D object)

บทเรียนมัลติมีเดีย มีคุณลักษณะ 4 ประการคือ

1) Information ให้ข้อมูลเป้าหมายการเรียน วิธีการเรียน นำเสนอเนื้อหาการเรียน มีแบบฝึกหัด มีเฉลยคำตอบและ มีการสรุปแสดงวิธีคิดของโจทย์ทุกข้อ

2) Interaction ให้ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน

3) Individualization มีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก สร้างเงื่อนไขให้สามารถย้อนกลับไปทบทวนเนื้อหา ทำแบบฝึกหัดซ้ำ หรือดูซ้ำเฉลยแบบฝึกหัดได้ รองรับความแตกต่างระหว่างบุคคล

4) Immediate Feedback มีการแสดงผลตอบรับทันที แสดงแจ้งผลการทำแบบทดสอบ

2. ขั้นตอนของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ดู (Preview) 2) ฝึก (Practice) และ 3) สรุปพยากรณ์ (Predicate)

ดู (Preview) ขั้นตอนการดูเนื้อหาบทเรียน เรื่อง การฝึกมองภาพไอโซเมตริก ภาพออโธกราฟิก และภาพตัด โดยการจัดกลุ่มเนื้อหา เรียงลำดับความสำคัญ และเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน แบ่งเป็น 3 โมดูล คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โมดูลที่ 1 เรื่อง ภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans)

โมดูลที่ 2 เรื่อง ภาพออโธกราฟิค (Orthographic)

โมดูลที่ 3 เรื่อง ภาพตัด (Cutting Plane and Cross Section)

บทเรียนจะนำเสนอหลักการในการมองภาพ และรูปแบบการแสดงภาพ ตัวอย่างโจทย์และวิธีทำ รวมทั้งนำเสนอภาพ 3 มิติที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์โดยการขยับรูปไปในทิศทางต่างๆ เพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้มีความเข้าใจมุมมองเสมือนจริงเชื่อมโยงกับ ภาพออโธกราฟิก และภาพไอโซเมตริก

ฝึก (Practice) ขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เป็นการสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ทดลองคิดแก้ปัญหาในหลากหลายวิธีการ เริ่มจากเนื้อหาการฝึกจากรูปที่ง่ายไปยังรูปที่ยาก เชื่อมโยงความรู้เดิมในเรื่องที่เรียนผ่านมา ในแต่ละโมดูล มีแบบฝึกหัด (Drill) จำนวน 3 ชุด ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของโมดูลนั้นๆ แต่มีความแตกต่างในวิธีการฝึกคิด สำหรับ

โจทย์ในแต่ละโมดูล ผู้เรียนสามารถฝึกซ้ำได้จนกว่าจะเชี่ยวชาญ (Sequential Process Representation of the Task Environment) แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 9 ชุด รวม 90 ข้อ

สรุป (Predicate) ขั้นสรุปผลคะแนน มีการแจ้งผลตอบกลับ (Feedback) ในทันที และสร้างทางเลือกให้กับผู้เรียนได้พิจารณาว่าจะกลับไปเรียนรู้เนื้อหาเดิมอีกครั้ง หรือทำแบบฝึกซ้ำอีก และมีทางเลือกแก่ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาจากการดูเฉลยวิธีการคิดของโจทย์แต่ละข้อซึ่งมีการเสริมการเรียนรู้ด้วยทัศนภาพ

3. ผลการประเมินความเหมาะสมของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

หลังจากปรับปรุงโมเดลโดยคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็น version 2 ส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 7 คนพิจารณาความเหมาะสม ก่อนนำไปทดลองใช้ ผลการพิจารณาพบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 7 คน แสดงความเห็นต่อความเหมาะสมในการนำไปใช้งานของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ยคะแนนรวม 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.178 สามารถสรุปได้ว่าผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นว่าเหมาะสมในระดับมากที่สุด ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะเข้าปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและแก้ไขปรับปรุงโมเดลตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเป็น version 3 ก่อนนำไปทดลองใช้

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการทดลองใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้นำโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ไปออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย เรื่อง การฝึกมองภาพไอโซเมตริก การฝึกภาพออโธกราฟิก และการฝึกมองภาพตัด นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต จำนวน 25 คน ที่เป็นผู้เรียนกลุ่มอ่อน ซึ่งวัดจากระดับคะแนนผลการทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้วยแบบทดสอบวัด Santa Barbara Solid Test ได้คะแนนไม่เกิน 50% และมีสมัครใจทดลองใช้บทเรียนมัลติมีเดียฯ ต้นแบบ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลา ครั้งละ 1 ชั่วโมง จำนวน 5 ครั้ง พบว่า

1. ผู้เรียนกลุ่มอ่อนทุกคน มีความจำเป็นต้องใช้การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ทุกคน ในการฝึกทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้ด้วยตนเอง

2. เนื้อหาบทเรียนที่ ผู้เรียนมีความจำเป็นต้องใช้การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ มากที่สุด คือ โมดูล 3 เรื่องการมองภาพตัด รองลงมาคือ โมดูล 2 เรื่องการมองภาพออโธกราฟิก และใช้น้อยที่สุดคือ โมดูล 1 การมองภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง สอดคล้องกับข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้สอนในระยะที่ 1 ของงานวิจัย

3. รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ สี

ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนและหลังการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียฯ ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติการทดสอบความแตกต่าง (t-test dependent) คำนวณได้เท่ากับ 8.23 และค่า Sig. ที่โปรแกรมคำนวณคือ .00 มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนและหลังการเรียน แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังการเรียน มีค่ามากกว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนการเรียน ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าบทเรียนคอร์สแวร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ของนักศึกษาสูงขึ้น แสดงว่าบทเรียนมัลติมีเดียมีประสิทธิภาพ ด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์คะแนนการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานบทเรียนมัลติมีเดีย ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 25 คน ที่ได้ทดลองใช้บทเรียนฯ ตามโมเดลมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยในภาพรวมได้ 4.10 สามารถสรุปได้ว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อบทเรียนมัลติมีเดียในระดับมาก

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับข้อเสนอแนะในบันทึกความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ได้ระบุไว้ในแบบสอบถาม เพื่อทำความเข้าใจและวิเคราะห์แนวทางการแก้ไขสำหรับใช้ปรับปรุงบทเรียนมัลติมีเดีย ตามข้อคิดเห็นของนิสิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 4 นำเสนอโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ผลการประเมินความเหมาะสมและรับรองโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ค่าเฉลี่ยคะแนนรวม 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.076 สามารถสรุปได้ว่าผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นว่าเหมาะสมในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้ได้

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นในการอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ เมื่อนำไปใช้สร้างบทเรียนมัลติมีเดีย และทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างแล้ว พบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาสาขาวิชาออกแบบ ที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์เสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. หลักการและแนวคิดในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่แสดงไว้ว่า เชาว์ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial intelligence) ซึ่งเป็น 1 ใน 9 ประเภทของเชาวน์ปัญญา ตามทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of multiple intelligence) ของ Gardner ผู้เรียนแต่ละคนจะมีความสามารถเฉพาะด้านที่แตกต่างจากคนอื่น (Specific factor) เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคล (Intra-individual differences) ที่ติดตัวมาตั้งแต่เกิด ทำให้ศักยภาพในการเรียนรู้ด้านการคิดแบบมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนแตกต่างกัน ผู้เรียนจึงมีทั้งระดับอ่อน ปานกลาง และเก่ง แต่สามารถพัฒนาได้หากได้รับการส่งเสริมที่เหมาะสม สามารถเปลี่ยนแปลงได้ด้วยการฝึกหัดและเรียนรู้ โดยผ่านการอบรมและสร้างเสริมประสบการณ์ (Baenninger & Newcombe, 1989; Linn & Petersen, 1985; Stieff & Uttal, 2015)

กิจกรรมการเรียนในโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียฯ นี้ได้ออกแบบให้สอดคล้องกับ ทฤษฎีโครงสร้างเชาว์ปัญญา (The structure of intellect) ให้ผู้เรียนมีกิจกรรมทางสมอง เพื่อให้เกิด มิติการคิด (Operations) เพื่อการรับรู้ข้อมูลและเข้าใจความหมาย (Cognition) เกิดเป็นความจำ

(Memory) ที่บันทึกไว้ (Recording) และความจำระยะยาว (Retention) ฝึกการคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) การคิดเอกนัย (Convergent thinking) และการประเมินค่า (Evaluation) โดยใช้เนื้อหา (Content) เป็น ภาพ (Figural) และสัญลักษณ์ (Symbolic) มีผลการคิด (Product) เป็นแบบ แบบหน่วย (Units) แบบกลุ่ม (Classes) แบบความสัมพันธ์ (Relations) แบบระบบ (Systems) และแบบการแปลงรูป (Transformation) กระบวนการแก้ปัญหาโจทย์จะหมุนเวียนซ้ำ (Sequential process) มีตัวอย่างที่หลากหลายและให้ฝึกในหลายวิธี เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกจนเกิดทักษะแสดงผลตามภารกิจที่ได้สร้างเงื่อนไขไว้ในสภาพแวดล้อมของการเรียน โดยมีกลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

การทดลองใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ในครั้งนี้ได้รับความพร้อมใจ สมัครใจ ของผู้เรียน ได้บอกให้ผู้เรียนทราบเป้าหมายและความสำคัญของเนื้อหาที่กำลังจะฝึก เพื่อให้เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยคำนึงถึงพื้นฐานความรู้เดิม และการเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ ตามทฤษฎีพุทธิปัญญา มีการออกแบบโจทย์ที่ให้ฝึกการแก้ปัญหาในหลากหลายวิธีคิด และสามารถทบทวนซ้ำจนผู้เรียนเกิดความชำนาญในการคิด จนพอใจกับผลคะแนนเต็ม เกิดความภูมิใจ และเกิดแรงจูงใจ ทำให้ผู้เรียนมีความต้องการฝึกต่อๆ ไป การบรรลุผลกิจกรรมระหว่างการเรียนจะนำไปสู่เป้าหมายการเรียน (Ames, 1990; Lee & Koldner, 2011) แรงจูงใจจะส่งเสริมให้เกิดการลงทุนส่วนตัวของแต่ละคนเพื่อบรรลุผลลัพธ์ที่ปรารถนา (Maehr & Meyer, 1997) สอดคล้องกับ กฎการเรียนรู้ ตามทฤษฎีการเชื่อมโยง (Connectionism Theory) ของ ธอร์นไดค์ ที่ได้สรุปกฎการเรียนรู้ 3 กฎ ได้แก่ 1) กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) 2) กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) และ 3) กฎแห่งการตอบสนอง (Law of Effect) (Karadut, 2012) การออกแบบมัลติมีเดียให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์แบบฝึกหัดที่หลากหลายในวิธีการคิด เพื่อเพิ่มประสบการณ์แก่ผู้เรียน ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ขึ้น 2 ลักษณะคือ 1) การรับรู้ (perception) และ 2) การหยั่งเห็น (insight) ตามทฤษฎีเกสตัลท์ (Gestalt Theory)

การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพในโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ได้ใช้ภาพวัตถุสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dynamic interactive 3-D objectect) เป็น soft scaffolding ที่ออกแบบไว้ในบทเรียน โดยมีที่มาจาก หุ่นจำลอง (Model) ที่เป็นสื่อการสอน นำมาออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการสร้างภาพให้ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้ สอดคล้องกับแนวคิดการใช้ interactive animation กับวัตถุเสมือนจริง (Virtual solids) เป็นเครื่องมือฝึกอบรมการคิดแบบมิติสัมพันธ์ให้กับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา ที่มีการศึกษามาแล้วว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้มากในระยะเวลาสั้นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(Chariker et al., 2011; Cohen & Hegarty, 2012) สอดคล้องกับ Hegartya (2014) ที่ใช้ dynamic และ interactive computer visualizations, virtual models, 3-D objects รวมทั้ง animations ในการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน หรือที่เรียกว่า interactive 3-D visualizations ช่วยในการมองภาพตัดของวัตถุ 3 มิติ เชื่อมไปยังภาพ (Linked Visualization) เป็นเครื่องมือช่วยในการคิด (Thinker tool)

2. โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

2.1 ผู้เรียน (Learner) ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายของการใช้โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์นี้คือ ผู้เรียนกลุ่มอ่อน ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ คัดเลือกโดยพิจารณาจากผลการทดสอบวัดด้วยแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ได้คะแนนทดสอบไม่เกิน 50% % การให้ความช่วยเหลือในการเรียน จะสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ในการออกแบบสื่อการเรียนการสอน ตามของทฤษฎีของเมเยอร์ (Mayer, 2005) ที่ต้องระบุจุดประสงค์ในการเรียนได้แก่ 1) พฤติกรรม ควรชี้ชัดและสังเกตได้ 2) เงื่อนไข พฤติกรรมสำเร็จได้ควรมีเงื่อนไขในการช่วยเหลือ และ 3) มาตรฐาน พฤติกรรมที่ได้นั้นสามารถอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

2.2 เนื้อหา (Content) ที่นำมาใช้ในการสร้างบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ สามารถพัฒนาขึ้นจากเนื้อหาในรายวิชาเขียนแบบเบื้องต้น ของหลักสูตร ได้แก่ การมองภาพไอโซเมตริก (Isometric) การมองภาพออโธกราฟิก (Orthographic) และการมองภาพตัด (Section) ซึ่งประกอบไปด้วย มุมมองภาพสามมิติ แบบไอโซเมตริก (Isometric) ที่สัมพันธ์กับ มุมมองภาพสองมิติ แบบออโธกราฟิก (Orthographic) ได้แก่ รูปด้านบน รูปด้านหน้า และรูปด้านข้าง รวมทั้งแนวตัดผ่านของวัตถุที่เชื่อมโยงกับภาพในจินตนาการของแผ่นตัด ใช้รูปทรงเรขาคณิตอย่างง่ายไปจนถึงรูปทรงที่ซับซ้อน มุมมองที่ถูกบัง หรือมีลักษณะลวงสายตากับการมองเห็น มีตัวอย่างที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนได้ใช้เวลากับหัวข้อนั้นๆ ให้มาก ไม่จำกัดเวลา สามารถทวนซ้ำ ทำใหม่ได้ตามความต้องการ หรือ เนื้อหาที่มีตัวชี้วัดที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ ซึ่งตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่ สามารถบอก ขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง ได้อย่างแม่นยำ แม้ว่าจะเปลี่ยนตำแหน่งการมอง

2.3 ขั้นตอน 3P ในโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์นี้ประกอบด้วย ระบบการเรียยนรู้ 3P คือ 1) ดู (Preview) 2) ฝึก (Practice) และ 3) สรุปพยากรณ์ (Predicate) มีการประเมินผลระหว่างการเรียน

(Formative evaluation) ซึ่งจะเป็นการแจ้งผลการเรียนเพื่อให้ทราบความก้าวหน้าของตนเอง สอดคล้องกับหลักการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย

ผู้เรียนกลุ่มอ่อนจะมีศักยภาพมากขึ้นเมื่อมีการให้ความช่วยเหลือในเชิงบูรณาการโดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือทางปัญญา (Cognitive tool) เกื้อหนุนสนับสนุนในระหว่างการเรียน เพื่อพัฒนากระบวนการทางพุทธิปัญญาหรือกระบวนการรู้คิด (Cognitive process) ของผู้เรียนให้เต็มศักยภาพตามความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยการออกแบบเงื่อนไขเส้นทางการเรียน แบบฝึกหัดครั้งแรกของผู้เรียนที่แตกต่างกัน ผู้เรียนจะได้รับความช่วยเหลือที่แตกต่างกันตามศักยภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hespanha et al. (2009) Khan and Masood (2013) และScholz et al. (2014) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในระดับปริญญาตรี โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และออกแบบกลยุทธ์ในการเรียนรู้ที่สามารถนำเสนอกระบวนการรับรู้และเข้าใจเกี่ยวกับการคิดแบบมิติสัมพันธ์ ทั้งช่วง input, processing และ output

2.4 กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ผู้วิจัยออกแบบโมเดลบทเรียนมัติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ให้สอดคล้องกับหลักการ ‘Zone of Proximal Development’ ที่เน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปจนถึงระดับการพัฒนาที่ผู้เรียนมีศักยภาพจะไปถึงได้ โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ นี้ ประกอบด้วยการให้ความช่วยเหลือในการเรียน 2 รูปแบบ คือ 1) การให้ความช่วยเหลือแบบยืดหยุ่น Soft scaffolding ให้ตามความต้องการของผู้เรียนเฉพาะเรื่อง เป็นรายบุคคล และเมื่อเห็นว่าผู้เรียนทำได้ด้วยตนเอง การช่วยเหลือจะยุติลง และ 2) การให้ความช่วยเหลือแบบคงที่ Hard scaffolding ให้ความช่วยเหลือตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว อยู่บนพื้นฐานของปัญหากลุ่ม

ตัวช่วยในการเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ ได้แก่ เส้นกริด (Grid line) เส้นโปรเจคชั่น (Projection line) สี (Color) และภาพวัตถุสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ (Dinamic interactive 3D object) ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้สอน แล้วใช้เทคโนโลยีทางการศึกษา สร้างภาพและสื่อการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบได้เพื่อเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Scholz et al. (2014) และ Hespanha et al. (2009)

การออกแบบกลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพแก่ผู้เรียน สอดคล้องกับทฤษฎีที่สนับสนุนการให้ความช่วยเหลือของ วีก็อทสกี้ (Vygotsky) และ เพียเจย์ (Piaget) (ทิศนา แขมมณี, 2556) นักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ

พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) บุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึบซาบและดูดซึม กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาจะพัฒนาเมื่อบุคคลรับและซึมซาบประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม โดยมี หลักการพื้นฐานของวิธีสอน คือ 1) ผู้เรียนเป็นผู้ที่ลงมือกระทำ (active) 2) การเรียนรู้ทุกชนิด เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ และพัฒนาการเชาว์ปัญญา 3) ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ดีและมากขึ้นหากได้รับความช่วยเหลือ 4) ผู้เรียนทุกคนจะมี “Zone of Proximal Development” บางคนอยู่เหนือ บางคนอยู่ระหว่าง และบางคนอยู่ต่ำ การช่วยเหลือจะช่วยทุกคนให้เกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพของตน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนและผู้เรียนจึงสำคัญมากโดยเฉพาะผู้เรียนที่อยู่ต่ำกว่า Zone of Proximal Development ซึ่งผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายในโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์นี้คือ

2.5 คอร์สแวร์ (Courseware) มีคุณลักษณะ 4 ประการคือ 1) Information 2) Interaction 3) Individualization และ 4) Immediate Feedback

Information เป็นการให้ข้อมูลเป้าหมายการเรียน วิธีการเรียน นำเสนอเนื้อหาการเรียน มีแบบฝึกหัด มีเฉลยคำตอบและ มีการสรุปแสดงวิธีคิดของโจทย์ทุกข้อ สอดคล้องกับ ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา (Presenting information) และ ขั้นตอนแนะนำผู้เรียน (Guiding the learner) ในหลักการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียของ Alessi & Trollip (2001) และสอดคล้องกับหลักการออกแบบการเรียนการสอน ของ กาเย่ (Gagne, 1992) ในขั้นตอนการแจ้งวัตถุประสงค์บทเรียนให้ผู้เรียนทราบ (Informing Learner of Lesson objective) การกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม (Stimulating Recall of Prerequisite Learning) การนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาใหม่ (Presenting the Stimulus Materials) และการแนะแนวทางการเรียนรู้ (Providing Learning Guide)

Interaction เป็นการให้ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ตามคุณลักษณะของมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) ที่เน้นให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบสื่อสารกับสื่อได้โดยตรงผ่านโปรแกรมมัลติมีเดียที่มีลักษณะของสื่อหลายมิติ หรือ สื่อไฮเปอร์มีเดีย (AEH: Adaptive educational hypermedia) ที่เนื้อหาภายในสามารถเชื่อมโยง (link) ถึงกัน สามารถทำการทดสอบผ่านแบบฝึกหัด ข้อสอบ และให้โปรแกรมคำนวณผลการทดสอบ หรือให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียนได้ เป็นการสื่อสารแบบสองทาง (Two way Communication) (ณัฐกร สงคราม, 2554) เป็นทางเลือกที่ได้รับการระบุว่าใช้ได้ประสบผลสำเร็จ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Individualization รองรับความแตกต่างระหว่างบุคคล ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered instruction) มีกระบวนการเรียนรู้ตามเอกัตภาพ (Individualization) ให้พัฒนาตามศักยภาพของผู้เรียนที่แตกต่างกัน มีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก สร้างเงื่อนไขให้สามารถย้อนกลับไปทบทวนเนื้อหา ทำแบบฝึกหัดซ้ำ หรือดูซ้ำเฉลยแบบฝึกหัดได้ ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอน ของ กาเย่ ในขั้นตอนการประเมินผลการแสดงออก (Assessing the Performance) ใช้โครงสร้างการเรียนแบบเส้นตรง (Linear Structure) เนื่องจากเนื้อหาแต่ละบทเป็นพื้นฐานของเนื้อหาลำดับต่อไป กำหนดเงื่อนไข (Flow) ตามผลคะแนนการทำแบบฝึกหัดครั้งแรกสามารถวัดผลได้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคำตอบที่ตายตัว ในการฝึก ตามหลักทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มพฤติกรรมนิยมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้มากที่สุด เน้นการประเมินผลลัพธ์สุดท้าย (Summative Evaluation) มากกว่าการประเมินระหว่างฝึก (Formative Evaluation) หรือกล่าวได้ว่าเป็นมัลติมีเดียแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered mode) เป็นการเรียนรู้ระดับสูง ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถประเมินตนเอง (Self-Accessed) และควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed Learning) (Neo & Neo, 2001)

Immediate Feedback มีการแสดงผลตอบรับทันที แสดงแจ้งผลการทำแบบทดสอบ ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอน ของ กาเย่ ในขั้นตอนการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Providing Feedback about Performance Correctness)

ข้อเสนอแนะ

จากผลสรุปและอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 ความต้องการใช้งาน ในสภาพแวดล้อมด้านเทคโนโลยีและบริบททางการเรียนสาขาวิชาออกแบบในปัจจุบัน ผู้เรียนและผู้สอนต่างมีความต้องการใช้งาน (demand) การผลิตสื่อการเรียนรู้ตามโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์จึงเป็นทางเลือกที่ยังมีความต้องการผลิตให้ได้เนื้อหาตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานได้อีกเป็นจำนวนมาก

1.2 เนื้อหาที่ใช้ผลิตสื่อบทเรียนมัลติมีเดีย ตามโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสาขาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ นอกเหนือจากเนื้อหา การมองภาพไอโซเมตริก การมอง

ภาพออโธกราฟิก และการมองภาพตัด ในวิชาเขียนแบบเบื้องต้นที่อยู่ในหลักสูตรทุกสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาออกแบบแล้ว ผู้สอนสามารถพัฒนาเนื้อหาบทเรียนเรื่องอื่น ๆ ได้อีก เช่น เรื่องหลักการเขียนแสงและเงา (Shade & shadow) ภาพช่วย (Auxiliary view) ทัศนียภาพ (Perspective) ความรู้ขั้นต้นของการอ่านแบบที่เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาออกแบบเช่น การฝึกมองภาพแปลน ภาพด้านหน้า ด้านข้าง ด้านบน ภาพตัด โดยการใช้ภาพโจทย์แบบฝึกหัดที่ซับซ้อนมากขึ้น หรือกลุ่มเป้าหมายอื่นๆ เช่น การฝึกอ่านแผนผังที่นั่งห้องสอบ การฝึกอ่านแผนผังที่นั่งในโรงละคร โรงภาพยนตร์ สนามกีฬา การฝึกอ่านแผนผังอาคารเพื่อดูตำแหน่งห้องพัก ตำแหน่งทางหนีไฟ การฝึกอ่านแผนที่ในการเดินทางจากที่พักไปยังแหล่งต่างๆ เป็นต้น ซึ่งสามารถใช้เทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือเสริมต่อการเรียนรู้ทาง
ทัศนภาพได้เช่นกัน

1.3 โปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียน จากข้อจำกัดในโปรแกรม captivate ที่ใช้ในการสร้างคอร์สแวร์ เกี่ยวกับเรื่องการแสดงผลภาพสามมิติแบบเคลื่อนไหวโต้ตอบที่ใช้วิธีฝัง Embedded code ซึ่งในการประมวลผลต้องใช้ศักยภาพของเว็บไซท์ผู้ให้บริการที่ผู้ผลิตสื่อนำภาพวัตถุสามมิติขึ้นไปวางไว้ เช่น p3d.in แม้นว่าจะทำให้ตัวบทเรียนมีหน่วยความจำไม่มาก แต่การใช้งานแบบ offline จะทำให้บทเรียนไม่สามารถแสดงผลภาพสามมิติแบบเคลื่อนไหวโต้ตอบได้ แนวทางแก้ปัญหาคือใช้โปรแกรมสร้างเกมชื่อ unity ซึ่งสามารถฝังภาพสามมิติแบบเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบได้ แต่ต้องอาศัยบุคลากรที่สามารถเขียนสคริปท์ และมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น รวมทั้งมีขนาดไฟล์ที่ใหญ่ขึ้น ในขณะที่การใช้โปรแกรม captivate สร้างเงื่อนไขคะแนนที่ซับซ้อนไม่ได้มาก เนื่องจากเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป แต่ก็สามารถเขียนสคริปท์แทรกเพิ่มได้ ใช้งบประมาณน้อยกว่า ผู้สอนในยุคใหม่สามารถสร้างได้ด้วยตนเองโดยผ่านการอบรมขั้นต้น หรือเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ความสนใจของผู้สอน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการไปสัมภาษณ์สภาพปัจจุบันของการเรียน และสภาพที่พึงประสงค์เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา สาขาวิชาออกแบบ พบว่า อาจารย์บางท่านยังไม่ทราบว่าเทคโนโลยีจะเข้ามาช่วยได้อย่างไรในรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ห้องเรียนเขียนแบบด้วยเครื่องมือมือ โดยที่ไม่มีวิชาคอมพิวเตอร์ในแผนการเรียนของชั้นปีนั้นๆ ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดด้วยตนเองก่อนไปใช้คอมพิวเตอร์ในการเป็นเครื่องมือช่วยออกแบบในการเรียนชั้นปีต่อไป ในขณะที่บางท่านเมื่อได้ฟังการอธิบายยกตัวอย่างการนำเสนอภาพสามมิติแบบเคลื่อนไหวโต้ตอบผ่านอุปกรณ์สื่อสารพกพาเพื่อช่วยในการเสริมต่อการเรียนรู้ก็แสดงความสนใจไม่เคยคิดมาก่อนว่าผู้สอนจะสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการนำเนื้อหาการสอนบรรจุลงในบทเรียนมัลติเมีเดียได้ โดยคิดว่าเป็นเรื่องที่ยาก ในขณะที่อาจารย์บางท่านให้ ความสนใจขอร่วมเป็นผู้ผลิตสื่อบทเรียนมัลติมีเดีย

ด้วย เพื่อจะได้มีความเข้าใจหลักการและจะได้นำไปออกแบบและพัฒนาใช้ในการเรียนต่อไป ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์จากความสนใจของผู้กสอน ดังนี้

1.4.1 เผยแพร่ความรู้และประชาสัมพันธ์ (Presenting information) เรื่อง การนำเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษามาใช้เป็นเครื่องมือทางปัญญา (Cognitive tool) กรณีศึกษา “โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์” ให้กับคณาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาออกแบบและบุคลากรทางการศึกษา ทั้งในระดับภูมิภาค ระดับประเทศ และระดับนานาชาติ

1.4.2 จัดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) เพื่อผลิตคอร์สแวร์ตามโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ให้กับคณาจารย์ผู้สอนวิชาเขียนแบบ และบุคลากรสายสนับสนุนด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ที่สนใจสมัครเข้าร่วมโครงการ ทั้งในระดับภูมิภาค ระดับประเทศ และระดับนานาชาติ

1.4.3 ติดตามผลงานการสร้างสรรค์และพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์แก่ผู้เรียนในสาขาวิชาออกแบบของผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ ทำการประเมินผล สรุปและเผยแพร่ผลงานของผู้เข้าร่วมโครงการ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างอาจารย์ผู้สอนวิชาเขียนแบบ มีความสนใจในเรื่องการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือทางปัญญา (Cognitive tool) มีความต้องการใช้เทคโนโลยี การรวบรวมข้อมูลงานวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์มีไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงเสนอว่าในการวิจัยครั้งต่อไปควรสังเคราะห์งานวิจัยที่พัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงอภิมาน (meta-analysis) เพื่อจะได้ผลการศึกษาเป็นข้อมูลตามกลุ่มประเภทที่มีความสนใจเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เป็นหลักฐาน เชิงประจักษ์ที่มีความถูกต้อง ลุ่มลึก และน่าเชื่อถือ

2.2 จากการวิจัยพบว่า เทคโนโลยีที่ช่วยในการผลิตสื่อในปัจจุบันมีมากขึ้น ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรเพิ่มคุณลักษณะพิเศษในการสร้างภาพหรือนำเสนอภาพด้วยเทคโนโลยีที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบได้มากกว่าคอร์สแวร์ต้นแบบ เพื่อเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ และตัวอย่างเช่น การใช้ Augmented reality (AR) การมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนกับสื่อและสิ่งแวดล้อมแบบเสมือนจริง เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Akbulut, Y., & Cardak, C. S. (2012). Adaptive educational hypermedia accommodating learning styles: A content analysis of publications from 2000 to 2011. *Computers & Education, 58*, 835–842.

Akinlofa, O. R., Holt, P. O. B., & Elyan, E. (2014). The cognitive benefits of dynamic representations in the acquisition of spatial navigation skills. *Computers in Human Behavior,* (30), 238-248.

Alessi S. M., & Trollip S. R. (2001). *Multimedia for Learning: Methods and Development* (3 rd ed.). New Jersey: Allyn and Bacon.

Alibali, M. (2006). Does visual scaffolding facilitate student's mathermatics learning? *Evidence from early algebra*.

Ames, C. (1990). Motivation: What teacher need to know. *Teacher College Record,* (91), 409-472.

Awaatif A., & Wan A. J. W. Y. (2015). *MULTIMEDIA DESIGN PRINCIPLES IN DEVELOPING VIRTUAL REALITY LEARNING APPLICATION TO INCREASE STUDENTS'.* Paper presented at the 2nd International Conference on Education and Social Sciences, Istanbul, Turkey.

Baenninger, M., & Newcombe, N. (1989). The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex Roles, 20*(5–6), 327–344.

Bigge, M. L. (1982). *Learning theories for teacher* (4th ed.). New York: Harper & Row.

Branoff, T. J. (2000). Spatial Visualization Measurement: A Modification of the Purdue Spatial Visualization Test -Visualization of Rotations. *The Engineering Design Graphics Joural, 64*(2), 14-22.

Brush, T. A., & Saye, J. W. (2002). A summary of research exploring hard and soft scaffolding for teacher and students using a multimedia supported learning environment. *Thes Journal of Interactive Online Learning, 1*(2), 1-12.

Chariker, J. H., Naaz, F., & Pani, J. R. (2011). Computer-based learning of neuroanatomy: A longitudinal study of learning, transfer and retention. *Journal of Educational Psychology, 103*(1), 19–31.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cohen, C. A., & Hegarty, M. (2012). Inferring cross sections of 3D objects: A new spatial thinking test. *Learning and Individual Differences, 22*(6), 868-874.

Cohen, C. A., & Hegarty, M. (2014). Visualizing cross sections: Training spatial thinking using interactive animations and virtual objects. *Learning and Individual Differences, 33*, 63-71.

Cooper, E. E. (2000). Spatial-Temporal Intelligence: Original Thinking Processes of Gifted Inventors. *Journal for the Education of the Gifted, 34*(2), 170-193.

David, L. T. (2011). Training effects on mental rotation, spatial orientation and spatial visualisation depending on the initial level of spatial abilities. *Procedia Social and Behavioral Sciences,* (33), 328-332.

Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976). *Kit of factor referenced cognitive tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Services.

Erhel, S., & Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Computers & Education, 67*, 156-167.

Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an Action Video Game Reduces Gender Differences in Spatial Cognition. *Psychological Science, 18*(10), 850-855.

Gagne, R. M., Griggs, L. J., & Wager, W. W. (1992). *Principles of Instructional Design* (4 ed.). New York: Holt, Rinehart and Wilson.

Golledge, R. G., Marsh., M., & Battersby, S. (2008). Matching geospatial concepts with geographic educational needs. *Geographical Research, 46*(1), 85–98.

Hannafin, M. J., Land, S., & Oliver, K. (1999). *Open learning environment: Foundations, methods, and models Instructionsl-design Theories and Models: A new paradigm of instructional theory* (C. M. Reigeluth Ed. Vol. II). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Hauptmana, H., & Cohen, A. (2011). The synergetic effect of learning styles on the interaction between virtual environments and the enhancement of spatial thinking. *Computers & Education,* (57), 2016-2017.

Hegartya, M. (2014). Spatial Thinking in Undergraduate Science Education. *Spatial Cognition & Computation, 14*(2), 142-167.

Hespanha, S. R., Goodchild, F. G., & Janelle, D. G. (2009). Spatial Thinking and

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Technologies in the Undergraduate Social Science Classroom. *Journal of Geography in Higher Education, 33*(1), s17-s27.

Hung, P.-H., Hwang, G.-J., Lee, Y.-H., & Su, I.-H. (2012). A cognitive component analysis approach for developing game-based spatial learning tools. *Computers & Education, 59*, 762-773.

Karadut, A. P. (2012). Effects of E. L. Thorndike's theory of connectionism rudiments on developing cello playing skills for beginners. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 69*(2012), 298-305.

Khan, F. M. A., & Masood, M. (2013). *THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MULTIMEDIAASSISTED MASTERY LEARNING COURSEWARE IN LEARNING OF CELLULAR RESPIRATION.* Paper presented at the the 4th International Conference on Computing and Informatics, ICOCI 2013, Sarawak, Malaysia

Larkin. (2001). Providing Support for Student Independence through Scaffold Instruction. *Council for Exceptinal Children, 34*(1), 30-34.

Lee, C. S., & Kolodner, J. L. (2011). Scaffolding Students' Development of Creative Design Skills: A Curriculum Reference Model. *Educational Technology & Society, 14*(1), 3-15.

Lee, J., & Bednarz, R. (2015). Components of Spatial Thinking: Evidence from a Spatial Thinking Ability Test. *Journal of Geography*(111), 15-26.

LEOW, F.-T., & NEO, M. (2014). INTERACTIVE MULTIMEDIA LEARNING: INNOVATING CLASSROOM EDUCATION IN A MALAYSIAN UNIVERSITY. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 13*(2), 99-110.

Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development, 56*, 1479-1498.

Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In R. J. Stenverg (Ed.), *Advences in the psychology of human intelligence*. Hillside, NJ: Erlbaum.

Maehr, M., & Meyer, H. (1997). Understanding motivatiion and schooling: Where we've been, where we are, and where we need to go. *Educational Psychology Review,* (9), 371-409.

Martin-Dorta, N., Sanchez-Berriel, I., Bravo, M., Hernandez, J., Saorin, J. L., & Contero, M.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(2014). Virtual Blocks: a serious game for spatial ability improvement on mobile devices. *Multimed Tools, App1*(73).

Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York, USA: Cambridge UniversityPress.

McKenzie, J. (2000). *Scaffolding for Success*. Bellingham, WA 98225: FNO Press.

McLoughlin, C. (2002). Learner support in distance and networked learning environment: Ten demensions for successful design. *Distance Education, 23*(2), 149-162.

Meneghetti, C., Beni, R. D., Gyselinck, V., & Pazzaglia, F. (2013). The joint role of spatial ability and imagery strategy in sustaining the learning of spatail descriptions under spatial interference. *Learning and Individual Differences, 24*(2013), 32-41.

Mitrache, A. (2013). Spatial sensibility in architectural education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 93*, 544-548.

Neo, M., & Neo, K. (2001). Innovative Teaching: Using Multimedia in a Problem-based Learning Environment. *Educational Technology & Society Education, 4*(4).

Northern Illinois University. (2008). Scaffolding to Improve Learning. *Spectrum Newsletter,* (Fall), 1-6. Retrieved from https://www.niu.edu/facdev/_pdf/guide/strategies/instructional_scaffolding_to_improve_learning.pdf

Scholz, M. A., Huynh, N. T., Brysch, C. P., & Scholz, R. W. (2014). An Evaluation of University World Geography Textbook Questions for Components of Spatial Thinking. *Journal of Geography, 113*(5), 208-209.

Sharma, P., & Hannafin, M. J. (2007). Scaffolding in technology-enhanced learning environments. *Interactive Learning Environments, 15*(1), 27-46.

Sherman, G. (2005). Desparately seeking scaffolds. *Viginia Society for Technology in Education, 19*(1), 2-5.

Sorby S. A. (2009). Educational research in developing 3D spatial skills for engineering students. *International Journal of Science Education, 31*, 459–480.

Sorby, S. A. (1999). Developing 3-D Spatial Visualization Skills. *Engineering Design Graphics Journal, 63*(2), 21-32.

Stieff, M., & Uttal, D. (2015). How much can spatial training improve STEM achievement?

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Educational Psychology Review, 27(4), 607-615.

Ueno, M., Ashida, N., Tsushima, K., & Wada, S., & Kida, Y. (2012). *Spatial Training Game for 3D Forming*. Paper presented at the The 1st IEEE Global Conference on Consumer Eletronics 2012, Tokyo, Japan.

Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A., Warren, C., & Newcombe, N. (2013). The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin, 139*(2), 352–402.

Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial Ability for STEM Domains: Aligning Over 50 Years of Cumulative Psychological Knowledge Solidifies Its Importance. *Journal of Educational Psychology, 101*(4), 817-815.

Wang, H. C., Chang, C. Y., & Li, T. Y. (2007). The comparative efficacy of 2D- versus 3D-based media design for influencing spatial visualization skills. *Computers in Human Behavior, 23*, 1943-1957.

Yildirim, T., Yavuz, A. O., & Kirci, N. (2012). Experience of tradiational teaching methods in architectural education: "minesis technique". *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 51*, 234-238.

จินตวีร์ คล้ายสังข์. (2556). อีเลิร์นนิงคอร์สแวร์: แนวคิดสู่การปฏิบัติสำหรับการเรียนการสอนอีเลิร์นนิงในทุกระดับ (2 ed.). กรุงเทพ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2550). *E-Instructional Design* วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐกร สงคราม. (2553). การพัฒนารูปแบบการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักด้วยเครื่องมือทางปัญญาแบบไฮเพอร์มีเดียเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนิสิตนักศึกษาสาขาเกษตรศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต. (ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ.

ณัฐกร สงคราม. (2554). การออกแบบและพัฒนามัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ (2 ed.). กรุงเทพ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2561). นวัตกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาในยุคการเรียนรู้ *4.0* (3 Ed.). กรุงเทพมหานคร: วงกมล โพรดักชัน จำกัด.

ทิศนา แขมมณี. (2556). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพ: สุวีริยาสาส์น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประภารัช ทิพย์สงเคราะห์. (2555). ผลของการจัดการเรียนรู้ภาษาไทยโดยใช้เว็บเควสท์ *2.0* และการเสริมศักยภาพทางการเรียนที่เน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการเขียนเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ *4*. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ.

พรรณปพร จตุวีรพงษ์. (2555). ผลของตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ *1* ที่ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2557). หลักและเทคนิคการสอนระดับอุดมศึกษา. กรุงเทพ: วี. พริ้นท์.

วรงค์ ถาวะ. (2551). การหมุนภาพในใจของนักศึกษามหาวิทยาลัย. (ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

วันวิสาข์ เคน. (2556). การเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ *21*. กรุงเทพ: openworlds.

สิริมา ภิญโญอนันตพงษ์. (2547). การวัดและประเมินแนวใหม่: เด็กปฐมวัย. กรุงเทพ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สาขาการศึกษาปฐมวัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุจิรา มุสิกะเจริญ. (2542). การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนานและความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *2* ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้และไม่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). การออกแบบการสอน หลักการ ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ. ขอนแก่น: โรงพิมพ์แอนนาออฟเซต.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2556). จิตวิทยาการศึกษา (11 ed.). กรุงเทพ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 1

รายนามคณาจารย์ด้านการออกแบบในสถาบันอุดมศึกษาไทยเพื่อศึกษาความคิดเห็นและสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะมิติสัมพันธ์

ภาคเหนือ

1. อาจารย์ โสภิตสุดา ใหม่วัน
   อาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรม คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จารุณีย์ นิมิตศิริวัฒน์
   อาจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมืองและนฤมิตรศิลป์
   มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาคตะวันออก

3. อาจารย์ ดร.Seo Miyoung
   อาจารย์ประจำสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาคกลาง

4. รองศาสตราจารย์ สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ
   คณบดี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
5. รองศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ สุไลมาน
   อาจารย์ประจำสาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
6. รองศาสตราจารย์ ดร.จิรพงศ์ กสิวิทย์อำนวย
   อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
   จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา เมฆทิพย์พาชัย
   อาจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยนเรศวร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. อาจารย์ ดร.จิรศักดิ์ เกื้อสมบัติ
   อาจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยศิลปากร
9. อาจารย์ กิตติวัฒน์ โลหะการ
   อาจารย์ประจำสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ วิทยาลัยการออกแบบ
   มหาวิทยาลัยรังสิต

ภาคใต้

10. อาจารย์ นิพนธ์ กปิลกาญจน์
    อาจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
    มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 2

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน (ร่าง) โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

1. รองศาสตราจารย์ ดร.อรจรีย์ ณ ตะกั่วทุ่ง
   อาจารย์ประจำบัณฑิตศึกษา
   มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
2. รองศาสตราจารย์ ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์
   อาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
3. รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกร สงคราม
   อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยศ อิษฏร์วรพันธุ์
   คณะจิตรกรรมประติมากรรมและภาพพิมพ์
   มหาวิทยาลัยศิลปากร
5. รองศาสตราจารย์ สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ
   คณบดี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
6. รองศาสตราจารย์ พิศประไพ สาระศาลิน
   คณบดี วิทยาลัยการออกแบบ
   มหาวิทยาลัยรังสิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัญชลี ชยานุวัชร
   คณบดี คณะศึกษาศาสตร์ วิทยาลัยครูสุริยเทพ
   มหาวิทยาลัยรังสิต

ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 3

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม(IOC) ของแผนการเรียนรู้

1. อาจารย์ รพีพงศ์ กุลธรรมโยธิน
   หัวหน้าหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
   สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยรังสิต
2. ดร.ไพกานท์ รักษาสุทธิพันธุ์
   รองคณบดีฝ่ายบริหาร บัณฑิตวิทยาลัย และ
   อาจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยรังสิต
3. รองศาสตราจารย์ ดร.สมพล ดำรงเสถียร
   หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ
   คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

1. อาจารย์ ดร.ปวีณา สุจริตธนารักษ์
   อาจารย์ประจำสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ และ
   อาจารย์ประจำศูนย์ RSU Cyber University
   มหาวิทยาลัยรังสิต
2. อาจารย์ ดร.รัตตมา รัตนวงศา
   อาจารย์ประจำสาขาวิชานิเทศศาสตร์เกษตร
   ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

3. อาจารย์ มนตรี อินทโชติ
   หัวหน้าสาขาวิชาคอมพิวเตอร์เกมมัลติมีเดีย
   วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยรังสิต

ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 4

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินรับรองโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

1. ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์
   รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
   มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ
   อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
   คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม
   อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
   คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. รองศาสตราจารย์ ดร.เอกนฤน บางท่าไม้
   อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา
   คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ ไชยยศ
   คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยรังสิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข
ตารางกำหนดขนาดประชากร และแสดงผลคะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขนาดของตัวอย่างประชากรของ Yamane ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 คิดขนาดของความคลาดเคลื่อน (e) เป็นร้อยละ

ขนาดของประชากร(N)	ขนาดของตัวอย่าง (n) สำหรับความคลาดเคลื่อนที่กำหนด (e) คิดเป็นร้อยละ					
	1%	2%	3%	4%	5%	10%
500	-	-	-	-	222	83
1,000	-	-	-	385	286	91
1,500	-	-	638	441	316	94
2,000	-	-	714	476	333	95
2,500	-	1,250	769	500	345	96
3,000	-	1,364	811	517	353	97
3,500	-	1,458	843	530	359	97
4,000	-	1,538	870	541	364	98
4,500	-	1,607	891	549	367	98
5,000	-	1,667	909	556	370	98
6,000	-	1,765	938	566	375	98
7,000	-	1,842	959	574	378	99
8,000	-	1,905	976	580	381	99
9,000	-	1,957	989	584	383	99
10,000	5,000	2,000	1,000	588	385	99
15,000	6,000	2,143	1,034	600	390	99
20,000	6,667	2,222	1,053	606	392	100
25,000	7,143	2,273	1,064	610	394	100
50,000	8,333	2,318	1,087	617	397	100
100,000	9,091	2,439	1,099	621	398	100
⟶	1,000	2,500	1,111	625	400	100

จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2561 ภาคการเรียนที่ 1
สาขาสถาปัตยกรรม (ARCH) สถาปัตยกรรมภายใน(INT) และออกแบบผลิตภัณฑ์(PD)
จำแนกตามประเภทสถาบัน / ชื่อสถาบัน / หลักสูตร
ที่มาข้อมูล: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา http://www.info.mua.go.th/info/

สถาบันอุดมศึกษารัฐ

มหาวิทยาลัยรัฐจำกัดรับ		ARCH	IN	PD	**รวม**
1	มหาวิทยาลัยนเรศวร	289		148	
2	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	303	242		
3	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	104			
	รวม	**696**	**242**	**148**	**1086**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล		ARCH	IN	PD	**รวม**
4	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ			167	
5	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก		59		
6	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	478	343	88	
7	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	125		256	
8	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์		185	115	
9	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	325	199		
10	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัย	331			
11	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	221			
12	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	136	123	157	
	รวม	**1616**	**909**	**783**	**3308**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สถาบันอุดมศึกษารัฐ (ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏ		ARCH	IN	PD	รวม
13	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร			17	
14	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	6			
15	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่			1	
16	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี			51	
17	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา	55		53	
18	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา			91	
19	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์			46	
20	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	222		97	
21	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม			221	
22	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี		52		
23	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์			19	
24	มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต			23	
25	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม			84	
26	มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์			21	
27	มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			6	
28	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์			61	
29	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ			30	
30	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	258	200	404	
31	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์			4	
32	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี			120	
33	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์			25	
34	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี			51	
	รวม	**541**	**252**	**1425**	**2218**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สถาบันอุดมศึกษารัฐ (ต่อ)

มหาวิทยาลัยรัฐในกำกับ		**ARCH**	**IN**	**PD**	**รวม**
35	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	646	163		
36	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	372			
37	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	344			
38	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	457			
39	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	259	176	88	
40	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	319	406	240	
41	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	649	185		
42	มหาวิทยาลัยบูรพา			95	
43	มหาวิทยาลัยพะเยา	176	60		
44	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	152			
45	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	158			
46	มหาวิทยาลัยศิลปากร	325	291	139	
47	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	230			
48	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร	536	620	316	
	รวม	4623	1901	878	7402

สถาบันอุดมศึกษาเอกชน

มหาวิทยาลัยเอกชน		**ARCH**	**IN**	**PD**	**รวม**
49	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	254	259	62	
50	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	111	131	40	
51	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์		384		
52	มหาวิทยาลัยรังสิต	982	330	85	
53	มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต		99		
54	มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล	44			
55	มหาวิทยาลัยศรีปทุม	312	217		
56	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ	71	53	34	
	รวม	1774	1473	221	3468
สถาบันเอกชน		**ARCH**	**IN**	**PD**	**รวม**
57	สถาบันอาศรมศิลป์	32			
	รวม	**32**			**32**
	รวมทั้งหมด	**9282**	**4777**	**3455**	**17514**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงคะแนนประเมิน (ร่าง) โมเดล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คะแนนประเมิน (ร่าง) โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

หัวข้อประเมิน	ความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน							เฉลี่ย	ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7		
ตอนที่ 1 บทนำ									
1.หลักการและแนวคิดพื้นฐาน	4	5	4	5	4	5	2	4.14	มาก
2.วัตถุประสงค์ของโมเดล	5	5	5	5	4	4	2	4.29	มาก
3.แผนภาพโมเดลแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ	5	5	5	5	5	5	2	4.57	มากที่สุด
4.แผนภาพโมเดลการสื่อความหมายถูกต้องและเข้าใจ	5	5	5	5	4	4	3	4.43	มาก
							เฉลี่ย	**4.36**	**มาก**
ตอนที่ 2 องค์ประกอบ									
1. บทเรียน Courseware	5	5	5	5	5	5	4	4.86	มากที่สุด
2.กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ	5	5	5	5	5	4	3	4.57	มากที่สุด
3.ผู้เรียน (Learner) ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ	5	5	5	5	4	5	2	4.43	มาก
							เฉลี่ย	**4.62**	**มากที่สุด**
ตอนที่ 3 ขั้นตอน									
1.ดู (Preview)	5	5	5	5	5	4	4	4.71	มากที่สุด
2.ฝึก (Practice)	5	5	5	5	5	5	4	4.86	มากที่สุด
3.สรุป (Predicate)	5	5	5	5	5	4	4	4.71	มากที่สุด
							เฉลี่ย	**4.76**	**มากที่สุด**
ตอนที่ 4 การนำไปใช้									
1.โมเดลเหมาะสมต่อการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์	5	5	5	5	5	5	3	4.71	มากที่สุด
2.ขั้นตอนและกิจกรรมเหมาะสมต่อการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์	5	5	5	5	5	5	3	4.71	มากที่สุด
3.โมเดลมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งาน	5	5	5	5	5	5	3	4.71	มากที่สุด
							เฉลี่ย	**4.71**	**มากที่สุด**
							คะแนนเฉลี่ยรวม	**4.61**	**มากที่สุด**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงคะแนนประเมินคุณภาพด้านสื่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คะแนนประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านสื่อ

รายการประเมิน	ความเหมาะสม				ความเหมาะสม
	1	2	3	เฉลี่ย	
ส่วนนำของบทเรียน					
1. ไตเติ้ล มีความสวยงาม น่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดความอยาก	4	4	3	3.67	มาก
2. ความชัดเจนของคำแนะนำการใช้งาน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3. เมนูหลักมีโครงสร้าง และองค์ประกอบ ครบถ้วนเหมาะสม	5	4	5	4.67	มากที่สุด
			เฉลี่ย	**4.33**	**มาก**
การออกแบบระบบการเรียนการสอน					
4. ส่งเสริมการพัฒนากระบวนการคิด	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5. การออกแบบการนำเสนอเหมาะสม	4	5	4	4.33	มาก
6. ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเหมาะสม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
7. รูปแบบของแบบฝึกหัด กิจกรรมและแบบทดสอบมีความ	4	4	5	4.33	มาก
8. วิธีการสรุปผลคะแนนมีความเหมาะสม	3	3	5	3.67	มาก
9. สามารถใช้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4	4	5	4.33	มาก
			เฉลี่ย	**4.33**	**มาก**
องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย					
10.การออกแบบหน้าจอเหมาะสม ตามทฤษฎีและจิตวิทยาการ	4	5	5	4.67	มากที่สุด
11.การออกแบบกราฟิกหน้าจอมีความสวยงาม	5	5	4	4.67	มากที่สุด
12.เสียงประกอบช่วยส่งเสริมการเรียนรู้	4	5	3	4.00	มาก
13.ลักษณะ ขนาด สีของตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย และเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	5	3	4.33	มาก
14.ความเหมาะสมของการใช้สีพื้นหลังกับเนื้อหาที่นำเสนอ	5	5	5	5.00	มากที่สุด
15.ภาพที่ใช้เหมาะสมกับเนื้อหา และสื่อการเรียนรู้ได้ดี	4	4	4	4.00	มาก
16.ภาพสามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์ มีความคมชัด ใช้งานง่าย	4	5	4	4.33	มาก
17.ตารางกริด เส้นโปรเจคชั่น และระนาบสี ที่ปรากฏในภาพแบบฝึกหัดช่วยส่งเสริมการคิด มีความชัดเจน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
18.การปรากฏตัวของ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว มีความ	4	4	5	4.33	มาก
19.ข้อความที่นำเสนอ ใช้ภาษาถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย และ	4	5	5	4.67	มากที่สุด
			เฉลี่ย	**4.47**	**มาก**
องค์ประกอบด้านการมีปฏิสัมพันธ์					
20.สื่อมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนอย่างเหมาะสม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
21.การให้ผลตอบกลับ และให้ความช่วยเหลือเหมาะสม	3	4	5	4.00	มาก
22.บทเรียนมีเมนู/ปุ่ม ในการใช้งานได้ง่าย ผู้เรียนควบคุม	4	4	5	4.33	มาก
23.การใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน สะดวกต่อการใช้งาน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
			เฉลี่ย	**4.42**	**มาก**
			เฉลี่ยรวม	**4.39**	**มาก**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คะแนนก่อนและหลังเรียน

คนที่	คะแนนทดสอบเต็ม 30 คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	11	18
2	11	15
3	13	16
4	13	27
5	13	14
6	5	21
7	13	22
8	13	13
9	4	19
10	6	27
11	4	24
12	7	23
13	9	25
14	5	24
15	12	27
16	13	22
17	9	17
18	14	26
19	10	27
20	13	23
21	14	15
22	7	25
23	9	14
24	15	20
25	14	20
เฉลี่ย	**10.28**	**20.96**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความถี่ของการใช้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพประเภทต่างๆ ตามเงื่อนไขคะแนน

บทเรียน	โมดูล 1 (3 แบบฝึกหัด)			โมดูล 2 (3 แบบฝึกหัด)			โมดูล 3 (3 แบบฝึกหัด)		
	แบบฝึกหัด		ทบทวน	แบบฝึกหัด		ทบทวน	แบบฝึกหัด		ทบทวน
คะแนน	1-5	6-9	10	1-5	6-9	10	1-5	6-9	10
คนที่	กริด	สี	3D+สี	กริด	สี	โปรเจคชั่น +3D+สี	สี	3D	3D (X-ray)+สี
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		✓✓✓	✓✓✓		✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓	✓✓✓
รวม	**17**	**44**	**75**	**16**	**49**	**75**	**43**	**32**	**75**

✓ หมายถึง มีการใช้งาน ตามเกณฑ์เงื่อนไขคะแนนที่ได้ของการทำแบบฝึกหัดครั้งแรก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Posttest	20.9600	25	4.65009	.93002
	Pretest	10.2800	25	3.52987	.70597

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Posttest - Pretest	10.68000	6.48537	1.29707	8.00297	13.35703	8.234	24	.000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางแสดงคะแนนความพึงพอใจในการใช้งานบทเรียนมัลติมีเดีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คะแนนความพึงพอใจในการใช้งานบทเรียนมัลติมีเดีย

รายการประเมิน	ความพึงพอใจเฉลี่ย
ส่วนของบทเรียน	
1. ไตเติ้ล มีความสวยงาม น่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดความอยากเรียนรู้	4.16
2. ความชัดเจนของคำแนะนำการใช้งาน	4.04
3. บทเรียนมีความน่าสนใจ และดึงดูดใจ	4.04
4. การแบ่งหัวข้อของเนื้อหาชัดเจนไม่สับสน	4.16
5. การนำเสนอเนื้อหาง่ายต่อความเข้าใจ	4.00
6. ปริมาณของเนื้อหากำลังดี ไม่มาก ไม่น้อยเกินไป	4.32
7. หน้าทบทวน มีภาพเฉลย และภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ ช่วยสรุปความคิดรวบยอด และสร้างความเข้าใจ	4.44
8. หน้าสรุปพยากรณ์ มีประโยชน์ในการตัดสินใจที่จะทบทวนหรือฝึกซ้ำ	4.16
เฉลี่ย	**4.17**
องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย	
9. สีสันของบทเรียน และความสวยงามของกราฟิกบนหน้าจอ	3.8
10. สามารถใช้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4.48
11. เสียงประกอบช่วยส่งเสริมการเรียนรู้	3.36
12. ลักษณะ ขนาด สีของตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย และเหมาะสมกับ	4.16
13. ความเหมาะสมของการใช้สีพื้นหลังกับเนื้อหาที่นำเสนอ	4.12
14. ภาพที่ใช้เหมาะสมกับเนื้อหา และสื่อการเรียนรู้ได้ดี	4.24
15. ภาพสามมิติเคลื่อนไหวแบบโต้ตอบ มีความคมชัด ใช้งานง่าย	4.2
16. ตารางกริด เส้นโปรเจคชั่น และระนาบสี ที่ปรากฏในภาพแบบฝึกหัด ที่ช่วยส่งเสริมการคิด มีความชัดเจน	4.04
17. ข้อความที่นำเสนอ ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	4
เฉลี่ย	**4.04**
องค์ประกอบด้านการมีปฏิสัมพันธ์	
18. สื่อมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนอย่างเหมาะสม	4.2
19. การให้ผลตอบกลับ และให้ความช่วยเหลือเหมาะสม	4.28
20. บทเรียนมีเมนู/ปุ่ม ในการใช้งานได้ง่าย	3.8
21. การใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน สะดวกต่อการใช้งาน	4.12
เฉลี่ย	**4.1**
เฉลี่ยรวม	**4.10**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสัมภาษณ์อาจารย์	**สภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนและความคิดเห็นของคณาจารย์ด้านการออกแบบในสถาบันอุดมศึกษาไทย**
แบบสัมภาษณ์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนและความคิดเห็นของคณาจารย์ด้านการออกแบบ ข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์นี้จะนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์	

ชื่อวิทยานิพนธ์	โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ MULTIMEDIA MODEL USING VISUAL SCAFFOLDING STRATEGY TO PROMOTE SPATIAL THINKING SKILLS (1)
ผู้วิจัย	นางนุจรีย์ โลหะการ นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิตศึกษา สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ

คำชี้แจง	แบบสัมภาษณ์นี้ ประกอบด้วยคำถามจำนวน 5 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 สภาพและปัญหาด้านหลักสูตรและการสอน ตอนที่ 2 สภาพและปัญหาด้านผู้เรียน ตอนที่ 3 สภาพและปัญหาด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ตอนที่ 4 สภาพและปัญหาด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้ ตอนที่ 5 สภาพและปัญหาด้านการวัดและประเมินผล

ข้อมูลอาจารย์ที่สัมภาษณ์

ชื่อ-สกุล.....	ตำแหน่ง.....
สถานที่ทำงาน (คณะฯ สาขา สถาบัน)	
ชื่อวิชาที่สอน ..... (ที่เกี่ยวข้องกับการมองภาพ 2มิติและ 3มิติ เช่น วิชาเขียนแบบ... วิชาออกแบบทัศนศิลป์ วิชาออกแบบเบื้องต้น เป็นต้น)	จำนวนปีที่สอน(วิชานี้) .....ปี

<u>ตอนที่ 1</u> สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านหลักสูตรและการสอน

1. หลักสูตรที่ท่านสอนเกี่ยวข้องกับสาขาวิชาการออกแบบ
   - ○ ใช่
   - ○ ไม่ใช่ เพราะ_____
2. มิติสัมพันธ์เป็นทักษะทางปัญญาที่จำเป็นในการเรียนวิชาเฉพาะสาขาของหลักสูตร
   - ○ เห็นด้วย
   - ○ ไม่เห็นด้วย เพราะ_____
3. รายวิชาเฉพาะสาขาส่วนใหญ่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์
   - ○ เห็นด้วย
   - ○ ไม่เห็นด้วย เพราะ_____
4. รายวิชาเฉพาะสาขาส่วนใหญ่ใช้การเรียนรู้ผ่านทางทัศนภาพ
   - ○ ใช่
   - ○ ไม่ใช่ เพราะ_____
5. ท่านพบปัญหาของการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรซึ่งเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหรือไม่
   - ○ พบปัญหา ยกตัวอย่างเช่น_____

     _____
   - ○ ไม่พบว่ามีปัญหา

<u>ตอนที่ 2</u> สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านผู้เรียน

1. ผู้เรียนทุกคนมีทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์พร้อมที่จะศึกษาตามหลักสูตร
   - ○ เห็นด้วย
   - ○ ไม่เห็นด้วย เพราะ_____
2. ผู้สอนรับรู้ถึงปัญหาด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนได้จากเหตุการณ์ใด (ยกตัวอย่าง)

   _____
3. ผู้สอนมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร_____

   _____

<u>ตอนที่ 3</u> สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

1. การมองภาพ 2 มิติ (แปลน รูปด้าน รูปตัด) ที่เชื่อมโยงกับภาพ 3 มิติ สอนโดยวิธีใด_____

   _____

   มีเทคนิคการสอนอย่างไรเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ _____

   _____

   อุปสรรคที่พบ_____
2. การสอนให้รับรู้ขนาดและสัดส่วน สอนโดยวิธีใด_____

   _____

   มีเทคนิคการสอนอย่างไรเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ _____

_____

อุปสรรคที่พบ_____

3. การสอนให้ หมุนภาพในใจ สอนโดยวิธีใด_____

_____

มีเทคนิคการสอนอย่างไรเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ_____

_____

อุปสรรคที่พบ_____

<u>ตอนที่ 4</u> สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้

1. ท่านเคยใช้สื่อการสอนในลักษณะใดบ้าง
    - ○ ใบงาน
    - ○ แผ่นโปสเตอร์
    - ○ เขียนบนกระดาน
    - ○ ฉายภาพด้วยเครื่อง Visualizer (แสดงได้ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวตามที่สิ่งที่ปรากฏบนจอรับภาพ)
    - ○ เปิดวิดีโอ/คลิป จากคอมพิวเตอร์
    - ○ บทเรียนมัลติมีเดีย
    - ○ หุ่นจำลอง
2. ท่านเคยใช้ บทเรียนมัลติมีเดีย หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มี ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษร เสียง และโจทย์แบบฝึกหัด หรือไม่
    - ○ ไม่เคยใช้ (ถ้าตอบข้อนี้ไม่ต้องตอบข้อ 3)
    - ○ เคยใช้ ในบริบทใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
        - ○ ใช้ทำความเข้าใจเนื้อหาเพื่อเตรียมการสอน
        - ○ ใช้เปิดในห้องเรียนเวลาสอนปกติ
        - ○ แนะนำให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกเวลา
        - ○ ใช้เปิดในห้องเรียนเวลาสอนปกติและแนะนำให้ผู้เรียนทบทวนเพิ่มเติมนอกเวลา
3. ท่านพบปัญหาและอุปสรรคในการใช้สื่อการสอนในลักษณะ บทเรียนมัลติมีเดีย บ้างหรือไม่ _____
ยกตัวอย่าง (ถ้ามี) _____

<u>ตอนที่ 5</u> สภาพปัจจุบันและปัญหาด้านการวัดและประเมินผล

- ○ มีการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนที่หลากหลายหรือไม่_____
อย่างไร (ถ้ามี)_____

ตัวอย่างข้อคำถามแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

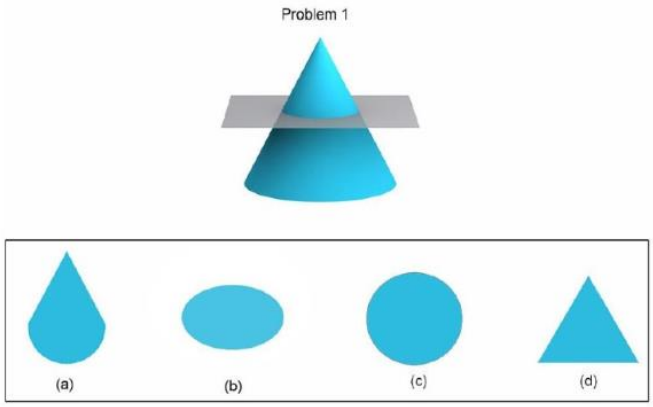
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างข้อคำถามแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

แบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่องภาพตัด (cross section)

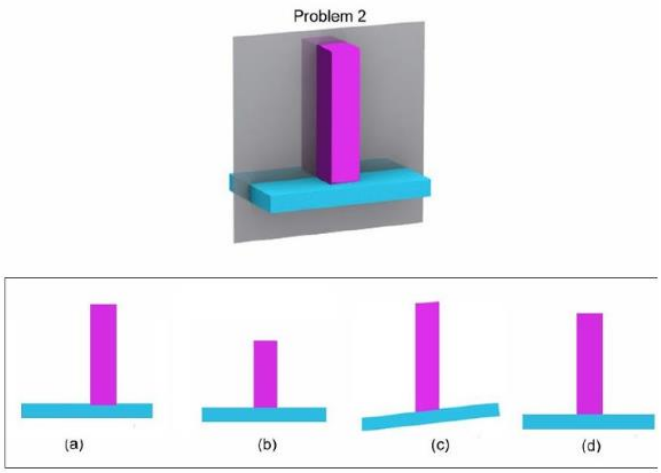
ผลการทดสอบไม่มีผลต่อคะแนนในรายวิชา มีทั้งหมด 30 ข้อ

ข้อใดเป็นภาพตัดที่ปรากฏในระนาบของแผ่นตัด *



- ○ a
- ○ b
- ○ c
- ○ d

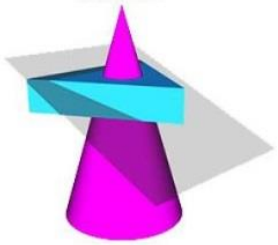
ข้อใดเป็นภาพตัดที่ปรากฏในระนาบของแผ่นตัด *

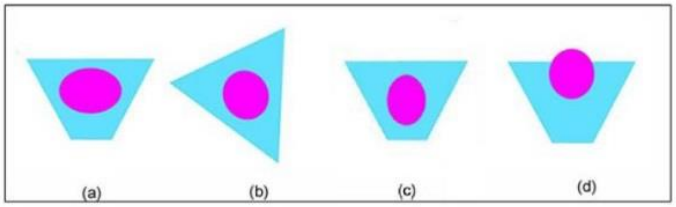


- ○ a
- ○ b
- ○ c
- ○ d

ข้อใดเป็นภาพตัดที่ปรากฏในระนาบของแผ่นตัด *

Problem 3

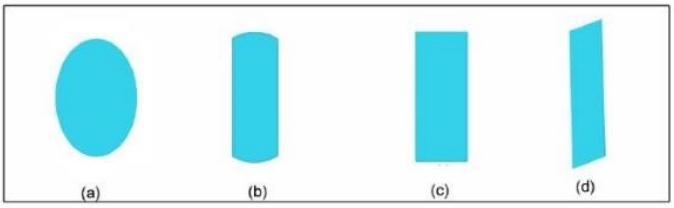




- ○ a
- ○ b
- ○ c
- ○ d

ข้อใดเป็นภาพตัดที่ปรากฏในระนาบของแผ่นตัด *

Problem 4



- ○ a
- ○ b
- ○ c
- ○ d

แผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง

การฝึกมองภาพไอโซเมตริก ภาพออโธกราฟิก และภาพตัด

(ฉบับนำไปใช้ทดลอง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กำหนดการสอน

นักศึกษาชั้นปีที่ 1 **เวลาเรียน 5 ชั่วโมง**

ครั้งที่	หัวข้อเรื่อง	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	แนะนำกิจกรรม ทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์	1
2	ภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans)	การรับรู้มิติของ ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง การเชื่อมโยงตำแหน่งในผังรหัสความสูงกับภาพไอโซเมตริก การหมุนภาพในใจและจินตนาการภาพในมุมมองที่แตกต่างกัน	1
3	ภาพออโธกราฟิก (Orthographic)	การรับรู้มิติของ ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง การเชื่อมโยงตำแหน่งและมุมมองภาพด้านบน ภาพด้านหน้า และภาพด้านข้างของภาพไอโซเมตริก การหมุนภาพในใจ และจินตนาการภาพในมุมมองที่แตกต่างกัน	1
4	ภาพตัด (Section)	การรับรู้มิติของ ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง การเชื่อมโยงตำแหน่งที่ถูกตัดของภาพไอโซเมตริก การหมุนภาพในใจ และจินตนาการภาพที่ปรากฏในระนาบของแผ่นตัด (Cutting Planes)	1
5	ทดสอบหลังเรียน (Post-test)	ทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ แบบวัดความพึงพอใจ และสัมภาษณ์ สรุปกิจกรรม	1

CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้

ชั้นปีที่ 1

ครั้งที่ 1 เรื่อง ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 1 วันที่ ..... เดือน..... พ.ศ..... ภาคเรียนที่ 1/256...

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน 3 ทักษะทางปัญญา การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา ตาม มคอ.2 ของหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

คุณลักษณะ

มีทักษะในเรื่องมิติสัมพันธ์ที่สามารถเข้าใจ ที่ว่างและรูปทรง (มคอ.2 ข้อ 3.2.3.3)

สาระสำคัญ

แนะนำกิจกรรมพัฒนาทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ และทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ก่อนเรียน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง จากภาพไอโซเมตริก ที่มีแนวตัด ตามความสามารถเดิมที่มี

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอน	กิจกรรม	แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	เวลา (นาที)
ทดสอบก่อนเรียน	แนะนำความจำเป็นของการมองภาพ 2 มิติที่สัมพันธ์กับภาพ 3 มิติ ในการเรียน และยกตัวอย่าง	ดิจิทัลไฟล์ฉายขึ้นโปรเจคเตอร์หน้าห้อง	บรรยาย	ฟังถามตอบ	10
	ลงทะเบียนออนไลน์ก่อนการสอบ		ดูแลความเรียบร้อยในการสอบ	ลงทะเบียนออนไลน์	10
	ทดสอบ 30 ข้อ แบบจับเวลา 20 นาที			ทำข้อสอบออนไลน์	20
	สัมภาษณ์นักศึกษาที่ทำแบบทดสอบ	-	สัมภาษณ์	ตอบคำถาม	20

แผนการจัดการเรียนรู้

ชั้นปีที่ 1

โมดูล 1 เรื่อง ภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans) เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 2 สอนวันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.256... ภาคเรียนที่ 1/256..

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน 3 ทักษะทางปัญญา การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา ตาม มคอ.2 ของหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

คุณลักษณะ

มีทักษะในเรื่องมิติสัมพันธ์ที่สามารถเข้าใจ ที่ว่างและรูปทรง (มคอ.2 ข้อ 3.2.3.3)

สาระสำคัญ

การรับรู้มิติของ ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง การเชื่อมโยงตำแหน่ง ในผังรหัสความสูง กับภาพ ไอโซเมตริก การหมุนภาพในใจ และจินตนาการภาพในมุมมองที่แตกต่างกัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1) ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง จากภาพไอโซเมตริก ที่สัมพันธ์กับผังรหัสความสูง ได้
2) ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง จากการจินตนาการหมุนภาพในใจ ของภาพไอโซเมตริก ที่สัมพันธ์กับผังรหัสความสูง ได้

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอน	กิจกรรม	แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	เวลา (นาที)
ช่วงเตรียมการก่อนถึงวันเรียน	นัดหมายกำหนดการเรียน		สรุปข้อตกลงกำหนดการเรียน	แจ้งเวลาที่ผู้เรียนสะดวกนอกตารางเรียน	
	เตรียมความพร้อมสถานที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์เครื่องคอมพิวเตอร์ ลงโปรแกรมบทเรียน และโปรแกรมบันทึกหน้าจอ ตรวจสอบความพร้อมของสัญญานเครือข่ายอินเตอร์เนท		จองห้องฯ นัดหมายเจ้าหน้าที่ฯ	-	

ขั้นตอน	กิจกรรม	แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	เวลา (นาที)
ช่วงปฐมนิเทศก่อนเรียน	ชี้แจงวัตถุประสงค์ ข้อตกลงในการเรียน กำหนดการเรียน	1)ดิจิทัลไฟล์ฉายขึ้นโปรเจคเตอร์หน้าห้อง 2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ 3)สัญญานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	บรรยายหน้าชั้นเรียน	ฟังการบรรยาย	10
	แนะนำเว็ปไซต์www.mitisumpun.com		บรรยายและสาธิต	เปิดเข้าเว็ปไซต์	
	แนะนำวิธีการลงทะเบียนเข้าเรียนผ่านกูเกิ้ลฟอร์ม			ลงทะเบียน	
	แนะนำและสาธิตวิธีการใช้โปรแกรมบันทึกภาพหน้าจอ ที่จัดเก็บไฟล์นามสกุลไฟล์ และที่ส่งไฟล์หลังสิ้นสุดการเรียน			ใช้โปรแกรมบันทึกหน้าจอและดูหน้าจอส่งงาน	
	แนะนำการใช้งานบทเรียน			ฟังถามตอบ	
ช่วงพัก	พักเบรก มีสียงดนตรี		ตรวจความเรียบร้อย	พัก	
โมดูล 1					
ขั้นตอน	กิจกรรม	แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	เวลา (นาที)
การดู (Preview)	1) ศึกษาวิธีการมองภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans) 2) ดูตัวอย่าง	1)บทเรียนฯในเครื่องคอมฯรายบุคคล 2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ 3)สัญญานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน	1)เปิดโปรแกรมบันทึกหน้าจอ 2)เปิดบทเรียนและศึกษาด้วยตนเอง	5
โมดูล 1 แบบฝึกหัดที่ 1.1					
การฝึก (Practice)	ฝึกทำแบบฝึกหัดจากการมองภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans) จากผังรหัสความสูงที่กำหนดให้ และไม่ได้กำหนดทิศทางการมอง ตามเงื่อนไข ที่ได้ออกแบบไว้	1)บทเรียนฯในเครื่องคอมฯรายบุคคล 2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ 3)สัญญานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน	ทำแบบฝึกหัด	10
	สรุปผลการเรียนให้ข้อความตอบกลับ			รับทราบผลและตัดสินใจ	

โมดูล 1 แบบฝึกหัดที่ 1.2					
ขั้นตอน	**กิจกรรม**	**แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้**	**บทบาทผู้สอน**	**บทบาทผู้เรียน**	**เวลา (นาที)**
การฝึก (Practice)	ฝึกทำแบบฝึกหัดจากการมองภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans) ที่กำหนดทิศทางการมองมาให้ ตามเงื่อนไข ที่ได้ออกแบบไว้	1)บทเรียนฯในเครื่องคอมฯ รายบุคคล 2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ	อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน	ทำแบบฝึกหัด	15
	สรุปผลการเรียน ให้ข้อความตอบกลับ	3)สัญญานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต		รับทราบผลและตัดสินใจ	

โมดูล 1 แบบฝึกหัดที่ 1.3					
ขั้นตอน	**กิจกรรม**	**แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้**	**บทบาทผู้สอน**	**บทบาทผู้เรียน**	**เวลา (นาที)**
การฝึก (Practice)	ฝึกทำแบบฝึกหัดจากการมองภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans) ที่กำหนดให้ ตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้	1)บทเรียนฯในเครื่องคอมฯ รายบุคคล 2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ	อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน	ทำแบบฝึกหัด	15
	สรุปผลการเรียน ให้ข้อความตอบกลับ	3)สัญญานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต		รับทราบผลและตัดสินใจ	
	ทบทวนซ้ำจนชำนาญจากแบบฝึกหัดที่ 1.1-1.3			ทบทวน	
	สอบวัดผลจากโจทย์ที่สุ่มมาจากคลังแบบฝึกหัด			ทำข้อสอบ	
การสรุปพยากรณ์ (Predicate)	แสดงผลการทดสอบ			รับทราบผล	
ช่วงสุดท้าย	เก็บข้อมูลบันทึกผลการใช้งานบทเรียน	4)กูเกิ้ลฟอร์ม	นัดหมายครั้งต่อไป	ส่งไฟล์บันทึกหน้าจอ	5

แผนการจัดการเรียนรู้

ชั้นปีที่ 1

โมดูล 2 เรื่อง ภาพออโธกราฟิก (Orthographic) เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 3 สอนวันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.256.. ภาคเรียนที่ 1/256..

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน 3 ทักษะทางปัญญา การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา ตาม มคอ.2 ของหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

คุณลักษณะ

มีทักษะในเรื่องมิติสัมพันธ์ที่สามารถเข้าใจ ที่ว่างและรูปทรง (มคอ.2 ข้อ 3.2.3.3)

สาระสำคัญ

การรับรู้มิติของ ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง การเชื่อมโยงตำแหน่งและมุมมองภาพด้านบน ภาพด้านหน้า และภาพด้านข้างของภาพไอโซเมตริก การหมุนภาพในใจ และจินตนาการภาพในมุมมองที่แตกต่างกัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1) ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง จากภาพไอโซเมตริก ที่สัมพันธ์กับภาพออโธกราฟิก ได้
2) ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง จากการจินตนาการหมุนภาพในใจ ของภาพไอโซเมตริก ที่สัมพันธ์กับ ภาพออโธกราฟิก ได้
3) ผู้เรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ในรายละเอียดหรือตำแหน่งของระนาบต่างๆ ในภาพไอโซเมตริก ที่สัมพันธ์กับภาพออโธกราฟิก ได้

กระบวนการจัดการเรียนรู้

<table>
<tr><td colspan="6">โมดูล 2</td></tr>
<tr><th>ขั้นตอน</th><th>กิจกรรม</th><th>แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้</th><th>บทบาทผู้สอน</th><th>บทบาทผู้เรียน</th><th>เวลา (นาที)</th></tr>
<tr><td>การดู (Preview)</td><td>1)ศึกษาวิธีการมองภาพออโธกราฟิก (Orthographic) จากภาพไอโซเมตริก
2)ดูตัวอย่าง</td><td>1)บทเรียนฯ ในเครื่องคอมฯ รายบุคคล
2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ
3)สัญญานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต</td><td>อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน</td><td>1)เปิดโปรแกรมบันทึกหน้าจอ
2)ศึกษาบทเรียนด้วยตนเอง</td><td>15</td></tr>
<tr><td colspan="6">โมดูล 2 แบบฝึกหัดที่ 2.1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">การฝึก (Practice)</td><td>ทำแบบฝึกหัดจากวิธีการมองภาพออโธกราฟิก (Orthographic) ของภาพไอโซเมตริก ด้วยภาพที่กำหนดให้บางส่วน ตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้</td><td rowspan="2">1)บทเรียนฯ ในเครื่องคอมฯ รายบุคคล
2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ
3)สัญญานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต</td><td rowspan="2">อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน</td><td>ทำแบบฝึกหัด</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>สรุปผลการเรียน ให้ข้อความตอบกลับ</td><td>รับทราบผลและตัดสินใจ</td></tr>
</table>

โมดูล 2 แบบฝึกหัดที่ 2.2					
ขั้นตอน	**กิจกรรม**	**แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้**	**บทบาทผู้สอน**	**บทบาทผู้เรียน**	**เวลา (นาที)**
การฝึก (Practice)	ศึกษาวิธีการการมองภาพออโธกราฟิก (Orthographic) ที่มีรายละเอียดสัมพันธ์กับภาพไอโซเมตริก (Isometric) ตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้	1)บทเรียนฯในเครื่องคอมฯ รายบุคคล 2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ 3)สัญญาณเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน	ทำแบบฝึกหัด	15
	สรุปผลการเรียน ให้ข้อความตอบกลับ			รับทราบผล และตัดสินใจ	

โมดูล 2 แบบฝึกหัดที่ 2.3					
ขั้นตอน	**กิจกรรม**	**แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้**	**บทบาทผู้สอน**	**บทบาทผู้เรียน**	**เวลา (นาที)**
การฝึก (Practice)	ศึกษาวิธีการการมองตำแหน่งของระนาบที่สัมพันธ์กันของภาพออโธกราฟิก และภาพไอโซเมตริก ตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้	1)บทเรียนฯในเครื่องคอมฯ รายบุคคล 2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ 3)สัญญาณเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน	ทำแบบฝึกหัด	25
	สรุปผลการเรียน ให้ข้อความตอบกลับ			รับทราบผล และตัดสินใจ	
	ทบทวนซ้ำจนชำนาญจากแบบฝึกหัดที่ 2.1-2.3			ทบทวน	
	สอบวัดผลจากโจทย์ที่สุ่มมาจากคลังแบบฝึกหัด			ทำข้อสอบ	
การสรุปพยากรณ์ (Predicate)	แสดงผลการทดสอบ			รับทราบผล	
ช่วงสุดท้าย	เก็บข้อมูลบันทึกผลการใช้งานบทเรียน	4)กูเกิ้ลฟอร์ม	นัดหมายครั้งต่อไป	ส่งไฟล์บันทึกหน้าจอ	5

แผนการจัดการเรียนรู้

ชั้นปีที่ 1

โมดูล 3 เรื่อง ภาพตัด (Section) เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 4 สอนวันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.256.. ภาคเรียนที่ 1/256..

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน 3 ทักษะทางปัญญา การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา ตาม มคอ.2 ของหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

คุณลักษณะ

มีทักษะในเรื่องมิติสัมพันธ์ที่สามารถเข้าใจ ที่ว่างและรูปทรง (มคอ.2 ข้อ 3.2.3.3)

สาระสำคัญ

การรับรู้มิติของ ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง การเชื่อมโยงตำแหน่งที่ถูกตัดของภาพไอโซเมตริก (Isometric) ที่ การหมุนภาพในใจ และจินตนาการภาพที่ปรากฏในระนาบของแผ่นตัด (Cutting Planes)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1) ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง จากการจินตนาการหมุนภาพในใจ ของภาพไอโซเมตริก บริเวณที่มีระนาบตัดผ่าน และระนาบที่ถูกบัง ได้

กระบวนการจัดการเรียนรู้

โมดูล 3					
ขั้นตอน	**กิจกรรม**	**แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้**	**บทบาทผู้สอน**	**บทบาทผู้เรียน**	**เวลา (นาที)**
การดู (Preview)	1)ศึกษาวิธีการมองภาพตัด (Section) จากภาพไอโซเมตริก (Isometric) ที่ที่มีระนาบตัดผ่าน 2) ดูตัวอย่าง	1)บทเรียนฯในเครื่องคอมฯ รายบุคคล 2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ 3)สัญญานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน	1)เปิดโปรแกรมบันทึกหน้าจอ 2)ศึกษาบทเรียนด้วยตนเอง	5
โมดูล 3 แบบฝึกหัดที่ 3.1					
ขั้นตอน	**กิจกรรม**	**แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้**	**บทบาทผู้สอน**	**บทบาทผู้เรียน**	**เวลา (นาที)**
การฝึก (Practice)	ฝึกทำแบบฝึกหัดการมองภาพตัด (Section) จากภาพไอโซเมตริก(Isometric) ที่ที่มีระนาบตัดผ่าน	1)บทเรียนฯในเครื่องคอมฯ รายบุคคล 2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ 3)สัญญานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน	ทำแบบฝึกหัด	10
	สรุปผลการเรียน ให้ข้อความตอบกลับ			รับทราบผล และตัดสินใจ	

โมดูล 3 แบบฝึกหัดที่ 3.2					
ขั้นตอน	**กิจกรรม**	**แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้**	**บทบาทผู้สอน**	**บทบาทผู้เรียน**	**เวลา (นาที)**
การฝึก (Practice)	ฝึกทำแบบฝึกหัดการมองภาพตัด (Section) จากภาพไอโซเมตริก (Isometric) ที่มีช่องเจาะหรือรูกลวง ที่มีระนาบตัดผ่านหลายระนาบ ตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้	1)บทเรียนฯในเครื่องคอมฯ รายบุคคล 2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ 3)สัญญานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน	ทำแบบฝึกหัด	15
	สรุปผลการเรียน ตามเงื่อนไขที่วางไว้			รับทราบผลและตัดสินใจ	
โมดูล 3 แบบฝึกหัดที่ 3.3					
ขั้นตอน	**กิจกรรม**	**แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้**	**บทบาทผู้สอน**	**บทบาทผู้เรียน**	**เวลา (นาที)**
การฝึก (Practice)	ฝึกทำแบบฝึกหัดการมองภาพตัด (Section) จากภาพไอโซเมตริก (Isometric) ของวัตถุสองชิ้น และวัตถุที่มีช่องเจาะที่มีระนาบตัดผ่าน	1)บทเรียนฯในเครื่องคอมฯ รายบุคคล 2)โปรแกรมบันทึกหน้าจอ 3)สัญญานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน	ทำแบบฝึกหัด	15
	สรุปผลการเรียน ตามเงื่อนไขที่วางไว้				
	ทบทวนซ้ำจนชำนาญจากแบบฝึกหัดที่ 3.1-3.3			รับทราบผล และตัดสินใจ	
	สอบวัดผลจากโจทย์ที่สุ่มมาจากคลังแบบฝึกหัด			ทำข้อสอบ	
การสรุปพยากรณ์ (Predicate)	แสดงผลการทดสอบ			รับทราบผล	
ช่วงสุดท้าย	เก็บข้อมูลบันทึกผลการใช้งานบทเรียน	4)กูเกิ้ลฟอร์ม		ส่งไฟล์บันทึกหน้าจอ	5
	แบบสอบถามความพึงพอใจ			ตอบแบบสอบถาม	
	สัมภาษณ์ผู้เรียน (มีสียงดนตรี) ปิดการอบรม	ดิจิทัลไฟล์ฉายขึ้นโปรเจคเตอร์หน้าห้อง	กล่าวชื่นชม	แสดงความคิดเห็น	10

แผนการจัดการเรียนรู้

ชั้นปีที่ 1

ครั้งที่ 5 เรื่อง ทดสอบหลังเรียน (Post-test) เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 5 วันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.256.. ภาคเรียนที่ 1/256..

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน 3 ทักษะทางปัญญา การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา ตาม มคอ.2 ของหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

คุณลักษณะ

มีทักษะในเรื่องมิติสัมพันธ์ที่สามารถเข้าใจ ที่ว่างและรูปทรง (มคอ.2 ข้อ 3.2.3.3)

สาระสำคัญ

ทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผู้เรียนบอก ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง จากภาพไอโซเมตริก ที่มีแนวตัด ด้วยทักษะที่ได้รับการพัฒนา

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอน	กิจกรรม	แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน	เวลา (นาที)
ทดสอบหลังเรียน	ลงทะเบียนออนไลน์ก่อนการสอบ และให้คำแนะนำก่อนการทดสอบ	ดิจิทัลไฟล์ฉายขึ้นโปรเจคเตอร์หน้าห้อง	บรรยาย	ลงทะเบียนออนไลน์	10
	ทดสอบ 30 ข้อ แบบจับเวลา 20 นาที		ดูแลความเรียบร้อยในการสอบ	ทำข้อสอบออนไลน์	20
	สัมภาษณ์นักศึกษาที่ทำแบบทดสอบ	-	สัมภาษณ์	ตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ	30

แบบประเมินร่างโมเดลสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบประเมินร่างโมเดล สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหมาะสมของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการประเมินต้นแบบจะนำไปปรับปรุงแก้ไขรูปแบบให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

ชื่อวิทยานิพนธ์	โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ MULTIMEDIA MODEL USING VISUAL SCAFFOLDING STRATEGY TO PROMOTE SPATIAL THINKING SKILLS
ผู้วิจัย	นางนุจรีย์ โลหะการ นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิตศึกษา สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	เพื่อพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

<u>คำชี้แจง</u>

แบบประเมินความเหมาะสมของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์นี้ ประกอบด้วยคำถามจำนวน 6 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 3 ขั้นตอนการเรียนของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ในส่วนของกระบวนการเรียนการสอน

ตอนที่ 4 การใช้งานโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 5 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ตอนที่ 6 ข้อสรุปจากการประเมินความเหมาะสมของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ	
ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ.....
สถานที่ทำงาน	

<u>ตอนที่ 1</u> โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

(ดูเอกสารแนบ)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน พร้อมทั้งเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงรูปแบบต่อไป โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

5 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดของโมเดล	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1.หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์						
2.วัตถุประสงค์ของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์						
4.แผนภาพโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและขั้นตอนที่เหมาะสม						
5.แผนภาพโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์สามารถสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง ง่ายต่อการทำความเข้าใจ						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์						

<u>ตอนที่ 2</u> องค์ประกอบของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

(ดูเอกสารแนบ)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน พร้อมทั้งเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงรูปแบบต่อไป โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

5 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดของโมเดล	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. บทเรียน (Courseware) เรื่อง Introduction to 3D Spatial Visual ที่มีคุณลักษณะ 4 ประการคือ 1) Information ให้ข้อมูลเป้าหมายการเรียน วิธีการเรียน นำเสนอเนื้อหาการเรียน มีแบบฝึกหัด มีเฉลยคำตอบและ มีการสรุปแสดงวิธีการคิดของโจทย์ทุกข้อ 2) Interactive ให้ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน 3) Individualization มีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก สร้างเงื่อนไขให้สามารถย้อนกลับไปทบทวนเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดซ้ำได้ รองรับความแตกต่างระหว่างบุคคล 4) Immediate Feedback มีการแสดงผลตอบรับทันที						
2.กลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพ (Visual Scaffolding Strategies) ประกอบด้วย 1) Grid Line 2) Projection line 3) Color 4) 3D Interactive Object						
3.ผู้เรียน (Learner) ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 3 ขั้นตอนการเรียนของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ในส่วนของกระบวนการเรียนการสอน

(ดูเอกสารแนบ)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน พร้อมทั้งเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงรูปแบบต่อไป โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

5 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดของโมเดล	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1.การดู (Preview) เนื้อหาบทเรียน introduction to 3D Spatial Visualization เพื่อแสดงหลักการมองภาพและรูปแบบวิธีการแสดงภาพ โดยการจัดกลุ่มเนื้อหา เรียงลำดับความสำคัญ ประกอบด้วย 3 Module คือ 1) Isometric & Coded Plans, 2) Orthographic, และ 3) Cutting Plane and Cross Section แต่ละการดูตัวอย่างทุกรูปจะมีการเสริมการเรียนรู้ด้วยทัศนภาพดังนี้ ☐ กลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพ (Visual Scaffolding) ในขั้นตอนของการดูตัวอย่างบทเรียน ประกอบด้วย 1) Grid Line 2) Projection line 3) Color 4) 3D Interactive Object						
2.การฝึก (Practice) ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ประกอบด้วยแบบทดสอบ (Drill) ในแต่ละ module ที่ได้ออกแบบประสบการณ์สำหรับการฝึกคิดด้วย รูปแบบวิธีการคิดหรือมุมมองของภาพที่หลากหลาย โดยผู้เรียนสามารถฝึกซ้ำได้จนกว่าจะเชี่ยวชาญ (Sequential Process Representation of the Task Environment) มี 9 ชุดแบบฝึก รวม 90 ข้อ ดังนี้ **Module 1)** Isometric & Coded Plans Drill 1.1 จำนวน 10 ข้อ, Drill 1.2 จำนวน 10 ข้อ, Drill 1.3 จำนวน 10 ข้อ **Module 2)** Orthographic Drill 1.1 จำนวน 10 ข้อ, Drill 1.2 จำนวน 10 ข้อ, Drill 1.3 จำนวน 10 ข้อ **Module 3)** Cutting Plane and Cross Section Drill 1.1 จำนวน 10 ข้อ, Drill 1.2 จำนวน 10 ข้อ, Drill 1.3 จำนวน 10 ข้อ แต่ละการฝึกทุกข้อจะมีการเสริมการเรียนรู้ด้วยทัศนภาพดังนี้ ☐ กลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพในขั้นตอนของการฝึกประกอบด้วย 1) Grid Line 2) Projection line 3) Color 4) 3D Interactive Object						

รายละเอียดของโมเดล	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
3.การสรุป (Predicate) แจ้งผลตอบกลับ (Feedback) และสร้างทางเลือกให้กับผู้เรียนได้พิจารณาว่าจะกลับไปเรียนรู้เนื้อหาเดิมอีกครั้ง หรือทำแบบฝึกซ้ำอีก โดยมีทางเลือกแก่ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาจากการดูเฉลยวิธีการคิดของโจทย์แต่ละข้อซึ่งมีการเสริมการเรียนรู้ด้วยทัศนภาพดังนี้ ☐ กลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพในขั้นตอนของการสรุป ประกอบด้วย 1) Grid Line 2) Projection line 3) Color 4) 3D Interactive Object						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

<u>ตอนที่ 4</u> การนำโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ไปใช้งาน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน พร้อมทั้งเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงรูปแบบต่อไป โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

5 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง หัวข้อประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดของโมเดล	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1.โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ**มีความเหมาะสมต่อการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์**						
2.ขั้นตอนและกิจกรรมของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ**มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์**						
3.โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพที่พัฒนาขึ้น**มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จัดการเรียนการสอน**						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ไปทดลองใช้						

ตอนที่ 5 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 6 ข้อสรุปจากการประเมินความเหมาะสมของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทาง ทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

จากการประเมินความเหมาะสมของร่างโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์แล้ว ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

☐ โมเดลมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปทดลองใช้ได้

☐ โมเดลมีความเหมาะสมดีแล้ว แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอก่อนนำไปทดลองใช้

☐ โมเดลยังไม่เหมาะสม

ลงชื่อ.....

( )

วันที่ .....

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
(Index of Item-Objective Congruence) สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อวิทยานิพนธ์	โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ MULTIMEDIA MODEL USING VISUAL SCAFFOLDING STRATEGY TO PROMOTE SPATIAL THINKING SKILLS
ผู้วิจัย	นางนุจรีย์ โลหะการ นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิตศึกษา สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	เพื่อพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

คำชี้แจง แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้ ประกอบด้วยคำถามจำนวน 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 เนื้อหาบทเรียน

ตอนที่ 2 แบบฝึกหัด

ตอนที่ 3 กลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือ

ตอนที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้

คำนิยาม

ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial Thinking) หมายถึง ความชำนาญในการรับรู้ความหมาย และมิติของภาพอย่างรวดเร็ว ทั้งมิติในเรื่องขนาด ปริมาตร รูปทรง ไม่ว่าสิ่งที่ปรากฏจะมีความซับซ้อนในสัญลักษณ์ มุมมอง ระนาบ หรือมีการปรับรูปเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งสามารถ สร้างมโนภาพในใจ เชื่อมโยง และแปลความหมายของการหมุนรูป 2 มิติ (Interpretation of two-dimension figural rotation) จากภาพวัตถุ 3 มิติ

คุณลักษณะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ในการศึกษาวิจัยนี้ประกอบด้วยความสามารถในด้าน 1) Spatial Perception 2) Spatial Visualization 3) Mental Rotations 4) Spatial Relations 5) Spatial Orientation

ตัวชี้วัดที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ โดยวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่

1) ผู้เรียนสามารถบอก/ระบุ ขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง ได้อย่างแม่นยำ แม้ว่าจะเปลี่ยนตำแหน่งการมองวัตถุจากมุมที่แตกต่างกัน (การหมุนภาพในใจ)
2) ผู้เรียนสามารถบอกความเชื่อมโยงรายละเอียดของวัตถุ ที่ปรากฏในภาพ 2 มิติ กับ ภาพ 3 มิติ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ ชื่อ-สกุล	 ตำแหน่งทางวิชาการ
ตำแหน่งบริหาร สถานที่ทำงาน	

ตอนที่ 1 เนื้อหาบทเรียน

(ดูเอกสารแนบที่ https://bit.ly/2k6GfuR)

คุณลักษณะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ในการศึกษาวิจัยนี้ประกอบด้วยความสามารถในด้าน 1) Spatial Perception 2) Spatial Visualization 3) Mental Rotations 4) Spatial Relations 5) Spatial Orientation

ตัวชี้วัด ที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ โดยวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่

1) ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง ได้อย่างแม่นยำ แม้ว่าจะเปลี่ยนตำแหน่งการมองวัตถุจากมุมที่แตกต่างกัน (การหมุนภาพในใจ)
2) ผู้เรียนสามารถบอกความเชื่อมโยงรายละเอียดของวัตถุ ที่ปรากฏในภาพ 2 มิติ กับ ภาพ 3 มิติ

โปรดพิจารณาว่าเนื้อหาบทเรียนแต่ละโมดูลต่อไปนี้ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามโครงสร้างเนื้อหามิติสัมพันธ์ที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับผลการพิจารณาของท่าน โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้
-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

โมดูลที่	เนื้อหาที่แสดง	Spatial Perception	Spatial Visualization	Mental Rotations	Spatial Relations	Spatial Orientation	คะแนนการพิจารณา		
							-1	0	+1
1	ภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans)	/	/	/	/	/			
2	ภาพออโธกราฟิก (Orthographic)	/	/	/	/	/			
3	ภาพตัด (Section)	/	/	/	/	/			

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 แบบฝึกหัด

(ดูเอกสารแนบที่ https://bit.ly/2k6GfuR)

ตัวชี้วัด โมดูล 1 ที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ โดยวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่

1) ผู้เรียนสามารถบอก/ระบุ ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง จากภาพไอโซเมตริก ที่สัมพันธ์กับผังรหัสความสูง ได้
2) ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง จากการจินตนาการหมุนภาพในใจ ของภาพไอโซเมตริก ที่สัมพันธ์กับผังรหัสความสูง ได้

โปรดพิจารณาว่าแบบฝึกหัดแต่ละข้อต่อไปนี้ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับผลการพิจารณาของท่าน โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

แบบฝึกหัดที่ 1.1			
ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
	-1	0	+1
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

แบบฝึกหัดที่ 1.2			
ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
	-1	0	+1
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

แบบฝึกหัดที่ 1.3			
ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
	-1	0	+1
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

ตัวชี้วัด โมดูล 2 ที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ โดยวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่

1) ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง จากภาพไอโซเมตริก ที่สัมพันธ์กับภาพออโธกราฟิก ได้
2) ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง จากการจินตนาการหมุนภาพในใจ ของภาพไอโซเมตริก ที่สัมพันธ์กับ ภาพออโธกราฟิก ได้
3) ผู้เรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ในรายละเอียดหรือตำแหน่งของระนาบต่างๆ ในภาพไอโซเมตริก กับในภาพออโธกราฟิก ได้

โปรดพิจารณาว่าแบบฝึกหัดแต่ละข้อต่อไปนี้ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับผลการพิจารณาของท่าน โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

แบบฝึกหัดที่ 2.1

ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
	-1	0	+1
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

แบบฝึกหัดที่ 2.2

ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
	-1	0	+1
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

แบบฝึกหัดที่ 2.3

ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
	-1	0	+1
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

ตัวชี้วัด โมดูล 3 ที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ โดยวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่

1) ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง จากการจินตนาการหมุนภาพในใจ ของภาพไอโซเมตริก บริเวณที่มีระนาบตัดผ่าน และระนาบที่ถูกบัง ได้

โปรดพิจารณาว่าแบบฝึกหัดแต่ละข้อต่อไปนี้ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับผลการพิจารณาของท่าน โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

แบบฝึกหัดที่ 3.1

ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
	-1	0	+1
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

แบบฝึกหัดที่ 3.2

ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
	-1	0	+1
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

แบบฝึกหัดที่ 3.3

ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
	-1	0	+1
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

ตอนที่ 3 การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพ

(ดูเอกสารแนบที่ https://bit.ly/2k6GfuR)

ตัวชี้วัด ที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ โดยวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่

1) ผู้เรียนสามารถบอก/ระบุ ขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง ได้อย่างแม่นยำ แม้ว่าจะเปลี่ยนตำแหน่งการมองวัตถุจากมุมที่แตกต่างกัน (การหมุนภาพในใจ)
2) ผู้เรียนสามารถบอกความเชื่อมโยงรายละเอียดของวัตถุ ที่ปรากฏในภาพ 2 มิติ กับ ภาพ 3 มิติ

โปรดพิจารณาว่ากลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพแต่ละแบบฝึกหัด สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับผลการพิจารณาของท่าน โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้
+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

โมดูลที่	เนื้อหาและแบบฝึกหัด	การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพ					คะแนนการพิจารณา		
		ตารางกริด	เส้นโปรเจคชั่น	สี	ภาพ 3 มิติ แบบมีปฏิสัมพันธ์				
					แบบทึบ	แบบโปร่ง	-1	0	+1
1	การฝึกมองภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง	มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี			
2	การฝึกมองภาพออโธกราฟิก	มี	มี	มี	มี	ไม่มี			
3	การฝึกมองภาพตัด	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี	มี			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้

(ดูเอกสารแนบที่ https://bit.ly/2k6GfuR)

ตัวชี้วัด ที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดแบบมิติสัมพันธ์ โดยวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่

1) ผู้เรียนสามารถบอก/ระบุ ขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง ได้อย่างแม่นยำ แม้นว่าจะเปลี่ยนตำแหน่งการมองวัตถุจากมุมที่แตกต่างกัน (การหมุนภาพในใจ)
2) ผู้เรียนสามารถบอกความเชื่อมโยงรายละเอียดของวัตถุ ที่ปรากฏในภาพ 2 มิติ กับ ภาพ 3 มิติ

โปรดพิจารณาว่าแผนการจัดการการเรียนรู้มีความตรงเชิงเนื้อหา สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับผลการพิจารณาของท่าน โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้
+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

ลำดับที่	แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
1	ภาพไอโซเมตริกและผังรหัสความสูง (Isometric & Coded Plans)			
2	ภาพออโธกราฟิก (Orthographic)			
3	ภาพตัด (Section)			

ลงชื่อ.....

( )

วันที่ .....

แบบประเมินคุณภาพสื่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ
บทเรียนมัลติมีเดีย เรื่อง การฝึกมองภาพไอโซเมตริก ภาพออโธกราฟิก และ ภาพตัด

แบบประเมินนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหมาะสมของบทเรียนมัลติมีเดีย
บทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์
เรื่อง การฝึกมองภาพไอโซเมตริก ภาพออโธกราฟิก และ ภาพตัด ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
ผลที่ได้จากการประเมินต้นแบบจะนำไปปรับปรุงแก้ไขคอร์แวร์ให้มีความสมบูรณ์
ก่อนนำไปทดลองใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

ชื่อวิทยานิพนธ์	โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ MULTIMEDIA MODEL USING VISUAL SCAFFOLDING STRATEGY TO PROMOTE SPATIAL THINKING SKILLS
ผู้วิจัย	นางนุจรีย์ โลหะการ นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิตศึกษา สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	เพื่อพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

วัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่

1) ผู้เรียนสามารถบอก ขนาด รูปร่าง ปริมาตร รูปทรง ได้อย่างแม่นยำ แม้ว่าจะเปลี่ยนตำแหน่งการมองวัตถุจากมุมมองที่แตกต่างกัน (การหมุนภาพในใจ)
2) ผู้เรียนสามารถบอกความเชื่อมโยงรายละเอียดของวัตถุ ที่ปรากฏในภาพ 2 มิติ กับ ภาพ 3 มิติ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ	
ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ
สถานที่ทำงาน	

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนมัลติมีเดียด้านสื่อ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
ส่วนนำของบทเรียน					
1. ไตเติ้ล มีความสวยงาม น่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดความอยากเรียนรู้					
2. ความชัดเจนของคำแนะนำการใช้งาน					
3. เมนูหลักมีโครงสร้าง และองค์ประกอบ ครบถ้วนเหมาะสม					
การออกแบบระบบการเรียนการสอน					
4. ส่งเสริมการพัฒนากระบวนการคิด					
5. การออกแบบการนำเสนอเหมาะสม					
6. ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเหมาะสม					
7. รูปแบบของแบบฝึกหัด กิจกรรมและแบบทดสอบมีความเหมาะสม					
8. วิธีการสรุปผลคะแนนมีความเหมาะสม					
9. สามารถใช้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง					
องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย					
10. การออกแบบหน้าจอเหมาะสม ตามทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้					
11. การออกแบบกราฟิกหน้าจอมีความสวยงาม					
12. เสียงประกอบช่วยส่งเสริมการเรียนรู้					
13. ลักษณะ ขนาด สีของตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย และเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
14. ความเหมาะสมของการใช้สีพื้นหลังกับเนื้อหาที่นำเสนอ					
15. ภาพที่ใช้เหมาะสมกับเนื้อหา และสื่อการเรียนรู้ได้ดี					
16. ภาพ 3 มิติแบบมีปฏิสัมพันธ์ มีความคมชัด ใช้งานง่าย					
17. ตารางกริด เส้นโปรเจคชั่น และระนาบสี ที่ปรากฏในภาพแบบฝึกหัดช่วยส่งเสริมการคิด มีความชัดเจน					
18. การปรากฏตัวของ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว มีความคงเส้นคงวา					
19. ข้อความที่นำเสนอ ใช้ภาษาถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย และเหมาะสมกับผู้เรียน					
องค์ประกอบด้านการมีปฏิสัมพันธ์					
20. สื่อมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนอย่างเหมาะสม					
21. การให้ผลตอบกลับ และให้ความช่วยเหลือเหมาะสม					
22. บทเรียนมีเมนู/ปุ่ม ในการใช้งานได้ง่าย ผู้เรียนควบคุมบทเรียนได้สะดวก					
23. การใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน สะดวกต่อการใช้งาน					

ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ.....

( )

วันที่ .....

ใบบันทึกผลการทำแบบฝึกหัด

ผลการทดสอบ Pre-test และ Post-test

และ

แบบสอบถามความพึงพอในการใช้บทเรียนมัลติมีเดีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รหัสนักศึกษา_____SBST#1_____SBST#2_____

Module 1 การมองภาพไอโซเมตริกและผังความสูง

คะแนนการทำแบบฝึกหัดครั้งแรก

แบบฝึกหัดที่ 1.1_____

แบบฝึกหัดที่ 1.2_____

แบบฝึกหัดที่ 1.3_____

คะแนนการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน _____

Module 2 การมองภาพออโธกราฟิก

คะแนนการทำแบบฝึกหัดครั้งแรก

แบบฝึกหัดที่ 2.1_____

แบบฝึกหัดที่ 2.2_____

แบบฝึกหัดที่ 2.3_____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คะแนนการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน _____

Module 3 การมองภาพตัด

คะแนนการทำแบบฝึกหัดครั้งแรก

แบบฝึกหัดที่ 3.1_____

แบบฝึกหัดที่ 3.2_____

แบบฝึกหัดที่ 3.3_____

คะแนนการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน _____

แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้บทเรียนมัลติมีเดีย

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ-นามสกุล_____รหัสนักศึกษา_____

ตอนที่ 2 : การประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
ส่วนของบทเรียน					
1. ไตเติ้ล มีความสวยงาม น่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดความอยากเรียนรู้					
2. ความชัดเจนของคำแนะนำการใช้งาน					
3. บทเรียนมีความน่าสนใจ และดึงดูดใจ					
4. การแบ่งหัวข้อของเนื้อหาชัดเจนไม่สับสน					
5. การนำเสนอเนื้อหาง่ายต่อความเข้าใจ					
6. ปริมาณของเนื้อหากำลังดี ไม่มาก ไม่น้อยเกินไป					
7. หน้าทบทวน มีภาพเฉลย และภาพ 3 มิติ แบบมีปฏิสัมพันธ์ ช่วยสรุปความคิดรวบยอด และสร้างความเข้าใจ					
8. หน้าสรุปพยากรณ์ มีประโยชน์ในการตัดสินใจที่จะทบทวนหรือฝึกซ้ำเพิ่มเติมในโอกาสต่อไป					
องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย					
9. สีสันของบทเรียน และความสวยงามของกราฟิกบนหน้าจอ					
10. สามารถใช้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง					
11. เสียงประกอบช่วยส่งเสริมการเรียนรู้					
12. ลักษณะ ขนาด สีของตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย และเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
13. ความเหมาะสมของการใช้สีพื้นหลังกับเนื้อหาที่นำเสนอ					
14. ภาพที่ใช้เหมาะสมกับเนื้อหา และสื่อการเรียนรู้ได้ดี					
15. ภาพ 3 มิติแบบมีปฏิสัมพันธ์ มีความคมชัด ใช้งานง่าย					
16. ตารางกริด เส้นโปรเจคชั่น และระนาบสี ที่ปรากฏในภาพแบบฝึกหัด					
17. ข้อความที่นำเสนอ ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย					
องค์ประกอบด้านการมีปฏิสัมพันธ์					
18. สื่อมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนอย่างเหมาะสม					
19. การให้ผลตอบกลับ และให้ความช่วยเหลือเหมาะสม					
20. บทเรียนมีเมนู/ปุ่ม ในการใช้งานได้ง่าย					
21. การใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน สะดวกต่อการใช้งาน					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

แบบประเมินและรับรองโมเดล สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบประเมินและรับรองโมเดล สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและรับรองโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการประเมินจะนำไปปรับปรุงแก้ไขโมเดลให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้ในการเรียนการสอน

ชื่อวิทยานิพนธ์	โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ MULTIMEDIA MODEL USING VISUAL SCAFFOLDING STRATEGY TO PROMOTE SPATIAL THINKING SKILLS
ผู้วิจัย	นางนุจรีย์ โลหะการ นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิตศึกษา สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	เพื่อพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

<u>คำชี้แจง</u>

แบบประเมินและรับรองโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์นี้ ประกอบด้วยคำถามจำนวน 6 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 3 ขั้นตอนการเรียนของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ในส่วนของกระบวนการเรียนการสอน

ตอนที่ 4 การใช้งานโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 5 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ตอนที่ 6 ข้อสรุปจากการประเมินโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล .....ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์.....	ตำแหน่งทางวิชาการ.....ศาสตราจารย์.....

สถานที่ทำงาน

.....รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี.....

ตอนที่ 1 โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

(ดูเอกสารแนบ)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน พร้อมทั้งเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงรูปแบบต่อไป โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยที่สุด

รายละเอียดของโมเดล	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1.หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์						
2.วัตถุประสงค์ของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์						
4.แผนภาพโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์**แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและขั้นตอนที่เหมาะสม**						
5.แผนภาพโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์สามารถ**สื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง ง่ายต่อการทำความเข้าใจ**						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

<u>ตอนที่ 2</u> องค์ประกอบของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

(ดูเอกสารแนบ)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน พร้อมทั้งเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงรูปแบบต่อไป โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยที่สุด

รายละเอียดของโมเดล	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. บทเรียน (Courseware) เรื่อง Introduction to 3D Spatial Visual ที่มีคุณลักษณะ 4 ประการคือ 1) Information ให้ข้อมูลเป้าหมายการเรียน วิธีการเรียน นำเสนอเนื้อหาการเรียน มีแบบฝึกหัด มีเฉลยคำตอบและ มีการสรุปแสดงวิธีการคิดของโจทย์ทุกข้อ 2) Interactive ให้ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน 3) Individualization มีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก สร้างเงื่อนไขให้สามารถย้อนกลับไปทบทวนเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดซ้ำได้ รองรับความแตกต่างระหว่างบุคคล 4) Immediate Feedback มีการแสดงผลตอบรับทันที						
2.กลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพ (Visual Scaffolding Strategies) ประกอบด้วย 1) Grid Line 2) Projection line 3) Color 4) 3D Interactive Object						
3.ผู้เรียน (Learner) ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 3 ขั้นตอนการเรียนของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ในส่วนของกระบวนการเรียนการสอน

(ดูเอกสารแนบ)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน พร้อมทั้งเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงรูปแบบต่อไป โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยที่สุด

รายละเอียดของโมเดล	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1.ดูตัวอย่าง (Preview) เนื้อหาบทเรียน introduction to 3D Spatial Visualization เพื่อแสดงหลักการมองภาพและรูปแบบวิธีการแสดงภาพ โดยการจัดกลุ่มเนื้อหาเรียงลำดับความสำคัญ ประกอบด้วย 3 Module คือ 1) Isometric & Coded Plans, 2) Orthographic, และ 3) Cutting Plane and Cross Section แต่ละการดูตัวอย่างทุกรูปจะมีการเสริมการเรียนรู้ด้วยทัศนภาพดังนี้ ☐ กลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพ (Visual Scaffolding) ในขั้นตอนของการดูตัวอย่างบทเรียน ประกอบด้วย 1) Grid Line 2) Projection line 3) Color 4) 3D Interactive Object						
2.ฝึก (Practice) ทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ประกอบด้วยแบบทดสอบ (Drill) ในแต่ละ module ที่ได้ออกแบบประสบการณ์สำหรับการฝึกคิดด้วย รูปแบบวิธีการคิดหรือมุมมองของภาพที่หลากหลาย โดยผู้เรียนสามารถฝึกซ้ำได้จนกว่าจะเชี่ยวชาญ (Sequential Process Representation of the Task Environment) มี 9 ชุดแบบฝึก รวม 90 ข้อ ดังนี้ **Module 1)** Isometric & Coded Plans Drill 1.1 จำนวน 10 ข้อ, Drill 1.2 จำนวน 10 ข้อ, Drill 1.3 จำนวน 10 ข้อ **Module 2)** Orthographic Drill 1.1 จำนวน 10 ข้อ, Drill 1.2 จำนวน 10 ข้อ, Drill 1.3 จำนวน 10 ข้อ **Module 3)** Cutting Plane and Cross Section Drill 1.1 จำนวน 10 ข้อ, Drill 1.2 จำนวน 10 ข้อ, Drill 1.3 จำนวน 10 ข้อ แต่ละการฝึกทุกข้อจะมีการเสริมการเรียนรู้ด้วยทัศนภาพดังนี้ ☐ กลยุทธ์การให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพในขั้นตอนของการฝึกประกอบด้วย 1) Grid Line 2) Projection line 3) Color 4) 3D Interactive Object						

รายละเอียดของโมเดล	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
3.สรุปพยากรณ์ (Predicate) แจ้งผลตอบกลับ (Feedback) และสร้างทางเลือกให้กับผู้เรียนได้พิจารณาว่าจะกลับไปเรียนรู้เนื้อหาเดิม ทำแบบฝึกหัด หรือดูเฉลยวิธีการคิดของโจทย์แต่ละข้อซึ่งทั้งสามทางเลือกนั้นมีการให้ความช่วยเหลือทางทัศนภาพไว้อยู่แล้ว						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์						

<u>ตอนที่ 4</u> การนำโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ไปใช้งาน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน พร้อมทั้งเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงรูปแบบต่อไป โดยมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยที่สุด

รายละเอียดของโมเดล	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1.โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ**มีความเหมาะสมต่อการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์**						
2.ขั้นตอนและกิจกรรมของโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพ**มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์**						
3.โมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพที่พัฒนาขึ้น**มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จัดการเรียนการสอน**						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์ไปทดลองใช้

ตอนที่ 5 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

ตอนที่ 6 ข้อสรุปจากการประเมินโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทาง ทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์

จากการประเมินโมเดลบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้กลยุทธ์การเสริมต่อการเรียนรู้ทางทัศนภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงมิติสัมพันธ์แล้ว ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

☐ โมเดลมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ได้

☐ โมเดลมีความเหมาะสมดีแล้ว แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอก่อนนำไปใช้

☐ โมเดลยังไม่เหมาะสม

ลงชื่อ.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์)

วันที่ .....

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินโมเดลบทเรียนฯ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นุจรีย์ โลหะการ
วัน เดือน ปี เกิด	21 กรกฎาคม 2508
สถานที่เกิด	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
วุฒิการศึกษา	2530-2532 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) เกียรตินิยมอันดับสอง สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2542-2545 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2556 เข้าศึกษาต่อในระดับดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	55/68 หมู่บ้านปาริชาต ซอย 1 หมู่ 5 ถนน 345 ต.บางคูวัด อ.เมืองปทุมธานี จ.ปทุมธานี 12000
ผลงานตีพิมพ์	นุจรีย์ โลหะการ, พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์, และ ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ (ระหว่างตีพิมพ์) การศึกษาความต้องการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในสถาบันการอุดมศึกษาไทย สาขาวิชาออกแบบ Lohakarn, L., Tantrarungroj, P., & Suwannatthachote, P. (in press). Needs Assessment of Spatial Ability Improvement of Students in the Field of Design in Thai Higher Educational Institutions Journal of Rangsit University: Teaching & Learning).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University