

รายละเอียดของรายวิชา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชา วิทยาการคำนวณและเทคโนโลยีดิจิทัล

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา.....2565

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสและชื่อรายวิชา CS4773 Computer Graphics
2. จำนวนหน่วยกิต 3
3. หลักสูตร และประเภทรายวิชา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2563 วิชาเอกบังคับ
4. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน ภาคการศึกษาที่ 1 / ชั้นปีที่ 2
5. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) CS1403
6. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) ไม่มี
7. ชื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา อาจารย์ณัฐพร นันทจิระพงศ์
ชื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาาร่วม ไม่มี
8. สถานที่เรียน

Onsite	กลุ่ม 01	วันพุธ	ภาคบรรยาย เวลา 08.30-10.30 น. ห้อง 2-430
		วันศุกร์	ภาคปฏิบัติ เวลา 08.30-10.30 น. ห้อง 2-430

อาคารเรียน มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

Online ระบบการประชุมออนไลน์ MS-Teams, and etc.
9. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด 25 กรกฎาคม 2565

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1 จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 มีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีเกี่ยวกับเรขภาพคอมพิวเตอร์หรือคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ทั้ง 2 มิติและ 3 มิติเบื้องต้น ได้แก่ ความหมาย ระบบเรขภาพคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง ชนิดของภาพกราฟิกและภาพดิจิทัล การแสดงผลภาพกราฟิก การประยุกต์ใช้งานเรขภาพคอมพิวเตอร์ วัตถุประสงค์พื้นฐานของเรขภาพคอมพิวเตอร์ 2 มิติ และ 3 มิติ และพิกัดเอกพจน์ ระบบสีและแบบจำลองสี
- 1.2 มีความสามารถในการอธิบายและแสดงขั้นตอนวิธีของกระบวนการในการสร้างวัตถุสองมิติและแบบจำลองวัตถุสามมิติ การแปลงภาพกราฟิก การกำหนดมุมมองและการฉาย การลงลายผิวภาพ การให้แสงและเงา การประมวผลและทำให้ภาพกราฟิกมีความสมจริง

- 1.3 มีทักษะปฏิบัติในการใช้งานภาษาโปรแกรมและซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่ใช้ในการสร้างงานเรขภาพคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ
- 1.4 มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรขภาพคอมพิวเตอร์ 2 มิติ และ 3 มิติ และทักษะปฏิบัติเกี่ยวกับภาษาโปรแกรมและซอฟต์แวร์สำเร็จรูป ในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ทั้ง 2 มิติและ 3 มิติ

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (Course-level Learning Outcomes: CLOs)

เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาในรายวิชานี้ สามารถ

1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของระบบเรขภาพคอมพิวเตอร์ และการแสดงผลภาพกราฟิกส์
2. อธิบายความแตกต่างภาพกราฟิกและภาพดิจิทัลชนิดต่าง ๆ
3. แสดงขั้นตอนวิธีการสร้างวัตถุพื้นฐานของเรขภาพคอมพิวเตอร์ทั้งแบบ 2 มิติและ 3 มิติ
4. อธิบายและแสดงวิธีการแปลงภาพกราฟิกทั้งแบบ 2 มิติและ 3 มิติได้
5. เข้าใจและอธิบายกระบวนการกำหนดมุมมอง การฉาย การลงลายผิวภาพ การให้แสงเงา และการทำให้ภาพกราฟิกมีความสมจริง
6. ประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์หรือภาษาโปรแกรมสำหรับการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ได้

2 วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

2.1 การปรับปรุงรายวิชาโดยอาจารย์ผู้สอน

- เพื่อให้การเรียนการสอนของรายวิชานี้มีคุณภาพและมาตรฐานที่เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิแห่งชาติ พ.ศ.2552 กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ พ.ศ.2552 และเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558
- จัดรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสภาพผู้เรียน เน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง (Active learning) ทักษะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้จากการพัฒนาโครงการ (Project based learning) และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี พร้อมทั้งส่งเสริมการพัฒนาทักษะ 4 C ได้แก่ ด้านการร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การติดต่อสื่อสาร (Communication) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) ให้กับผู้เรียน รวมถึงการพัฒนาทักษะการนำเสนอและการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning)
- ปรับรูปแบบการเรียนการสอนให้เป็น การผสมผสานระหว่างการเรียนในชั้นเรียนและการเรียนออนไลน์ (Blended learning) ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนภาคทฤษฎีแบบ ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) ในบางหัวข้อ และการเรียนรู้ภาคปฏิบัติโดยใช้ทักษะเป็นฐาน (Skill based learning) เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์หลังเกิดการแพร่ระบาดของโรค Covid-19 และการพัฒนาทักษะปฏิบัติของนักศึกษาในยุคของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Transformation)

- จัดหาสื่อที่มีความหลากหลายและทันสมัย ได้แก่ E-books, Video clip, Cartoon, Games, Software ที่ไม่ละเมิดลิขสิทธิ์ Course online และที่น่าสนใจทั้งที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษจากเว็บไซต์และสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ มาประกอบการเรียนการสอนในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหารายวิชา เพื่อให้นักศึกษาได้ความรู้ที่ทันสมัยและได้ฝึกทักษะการอ่านและการฟังภาษาอังกฤษ รวมถึงการนำไปทบทวนด้วยตนเองนอกเวลาเรียน
- จัดหา Simulation software หรือ Virtual lab ที่แสดงการทำงานของขั้นตอนวิธีต่าง ๆ ของกระบวนการสร้างภาพกราฟิก มาประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักศึกษาได้ทดลองและฝึกทักษะกระบวนการคิดคำนวณและขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา (Algorithm) ที่สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญของผู้เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ และนักศึกษาสามารถนำไปทบทวนนอกเวลาเรียน
- จัดทำเอกสารประกอบการสอนเป็นภาษาไทยให้นักศึกษาใช้ทบทวนบทเรียนด้วยตัวเอง
- ปรับแผนการสอน โดยมีการจัดลำดับเนื้อหาและออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ภาควิชาปฏิบัติการให้เหมาะสมกับงานที่มอบหมายและโครงการที่เกี่ยวข้อง
- ปรับเกณฑ์และรูปแบบการวัดและประเมินโครงการประจำรายวิชา โดยมีการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ในการนำเสนอผลงานรอบหัวข้อโครงการและรอบความก้าวหน้า เพื่อให้นักศึกษาใช้ประกอบการพัฒนาผลงานและนำเสนอโครงการรอบสุดท้าย รวมถึงให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นและประเมินผลงานของเพื่อนร่วมชั้นเรียน

2.2 การปรับปรุงตามข้อวิพากษ์ของนักศึกษา

ไม่มี เนื่องจากในการประเมินรายวิชาของนักศึกษาทั้งจากแบบประเมินออนไลน์ของมหาวิทยาลัย และจากแบบทวนสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษา นักศึกษาไม่ได้เสนอข้อคิดเห็นใด ๆ

หมวดที่ 3 ส่วนประกอบของรายวิชา

1. คำอธิบายรายวิชา

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหลักการของเรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติและสามมิติ ระบบเรขภาพคอมพิวเตอร์ ชนิดของภาพกราฟิกและภาพดิจิทัล คุณลักษณะการแสดงผลภาพกราฟิกส์ วัตถุประสงค์พื้นฐานของเรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติและสามมิติ พิกัดเอกพจน์ การสร้างวัตถุสองมิติและแบบจำลองวัตถุสามมิติ การแปลงภาพกราฟิก 2 มิติและ 3 มิติ การทำงานแบบสายท่อของภาพกราฟิก ระบบการกำหนดมุมมองและการฉาย การลงลายผิวภาพ การให้แสงและเงา การสร้างภาพกราฟิกให้มีความสมจริง ระบบสีและแบบจำลองสี การประยุกต์ใช้งานเรขภาพคอมพิวเตอร์ และการฝึกปฏิบัติโดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปหรือภาษาโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

Introduction to the principles of 2D and 3D Computer Graphics, Computer Graphics system, Digital graphics and Images, Output characteristics of Computer Graphics, 2D and 3D

Computer Graphics primitives, Homogeneous coordinates, 2D and 3D Geometric modeling, 2D and 3D Affine transformation, Graphics pipeline, Viewing and projection system, Texture mapping, Lighting and shadowing, Rendering, Color system and models, Computer Graphics applications, and Practicing with related software packages or programming languages.

2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการเรียนการสอน/ภาคการศึกษา

บรรยาย	ปฏิบัติ
บรรยาย 30 ชั่วโมง ต่อภาคการศึกษา	ฝึกปฏิบัติ 30 ชั่วโมง ต่อภาคการศึกษา

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการเป็นรายบุคคล

- เข้าพบเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม เพื่อปรึกษาหารือกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบและอาจารย์ผู้รับผิดชอบร่วมได้ตามความต้องการครั้งละ 1-2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ (เป็นช่วงเวลาที่อาจารย์ผู้สอนไม่ติดภาระงานสอนรายวิชาอื่น)

อาจารย์	วันเวลาที่พบได้
อาจารย์ณัฐพร นันทจิระพงศ์	วันพุธ เวลา 13.30-15.30 น.

ทั้งนี้ อาจารย์ผู้รับผิดชอบได้แจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบเรียนแรก และประกาศไว้ในตารางสอนที่หน้าบุธห้องพักอาจารย์

- ส่งข้อความออนไลน์ที่ HCU E-Learning <http://online.hcu.ac.th>
- การสื่อสารออนไลน์ (Microsoft Teams/Line openchat group/discord)

หมวดที่ 4 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

การพัฒนาผลการเรียนรู้ในมาตรฐานผลการเรียนรู้แต่ละด้าน ให้ข้อมูลในแต่ละด้าน ดังนี้

- 1) เขียนผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน ซึ่งต้องสอดคล้องกับที่ระบุในแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping)
- 2) ระบุวิธีการสอนที่ใช้ในการพัฒนาความรู้/หรือทักษะใน ข้อ 1
- 3) ระบุวิธีวัดและประเมินผลรายวิชาที่สอดคล้องกับประเมินผลการเรียนรู้ในมาตรฐานการเรียนรู้แต่ละด้าน

รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	1.คุณธรรม จริยธรรม								2.ความรู้								3.ทักษะทางปัญญา				4.ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ						5.ทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ								
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4					
CS 4773	เรขภาพคอมพิวเตอร์	3(2/2-1/2-0)			o					•	o	•			o						•										•			•			o

1. คุณธรรม จริยธรรม

(1) คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

1.3 มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นทีมและสามารถแก้ไขข้อขัดแย้งและลำดับความสำคัญ

(2) วิธีการสอน

- ในคาบแรกของการสอน ผู้สอนได้ทำความตกลงกับนักศึกษาเกี่ยวกับการปฏิบัติตนตามกฎระเบียบของมหาวิทยาลัย เช่น การตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียน/การสอบ/การส่งงาน การแต่งกาย การใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ การไม่นำอาหารและน้ำเข้ามาทานและดื่มในชั้นเรียน การไม่ทิ้งขยะในห้องเรียน การไม่ทุจริตในการสอบ ไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความสำคัญของ 7 ส เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาเคารพกฎระเบียบของมหาวิทยาลัย และมีความซื่อสัตย์ต่อคำสัญญาที่ได้ตกลงไว้
- ในทุกชั่วโมงของการสอน ผู้สอนได้สอดแทรกคุณธรรม 6 ประการ จริยธรรม อัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัย รวมทั้งได้เน้นย้ำให้นักศึกษาตระหนักถึงความสำคัญของการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน และการยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในการเรียนและการใช้ชีวิตประจำวัน
- ในการมอบหมายงานทุกครั้ง ผู้สอนได้ย้าให้นักศึกษาพิจารณาวางแผนจัดลำดับความสำคัญของงาน ทั้งงานเดี่ยว งานคู่ และงานกลุ่ม ความรับผิดชอบในการทำงานของตนเองและการทำงานกลุ่ม การมีภาวะผู้นำผู้ตามในการเรียนและทำงานร่วมกับเพื่อน ๆ ทั้งในและนอกเวลาเรียน
- การมอบหมายให้นักศึกษาจับคู่กันเพื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือในการสร้างสรรค์ผลงานทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติ (2D Computer Graphics tools) โดยนักศึกษาสามารถเลือกนำเสนอในรูปแบบของการพัฒนาผลงานตัวอย่างแบบง่าย ๆ (เป็นผลงานที่แสดงผลการฝึกทักษะของนักศึกษาตามแหล่งอ้างอิง หรือพัฒนาขึ้นใหม่ด้วยแนวคิดของคู่สมาชิก) จากเครื่องมือที่เป็นภาษาโปรแกรม (เพียง 1 ภาษา ที่ไม่ซ้ำกับภาษาโปรแกรมที่ได้เรียนในคาบปฏิบัติ หรือการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องมือที่เป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปได้ (ศึกษาเปรียบเทียบอย่างน้อย 2 ชนิด) โดยหัวข้อเนื้อหาที่นำเสนออย่างน้อยต้องประกอบด้วย ชื่อซอฟต์แวร์หรือภาษาโปรแกรม คุณสมบัติที่สำคัญ ข้อกำหนดและการติดตั้ง ฟังก์ชันการทำงาน (ระบุทฤษฎีที่สอดคล้องประกอบ) การประยุกต์ใช้งาน การสาธิตการทำงานของซอฟต์แวร์หรือการอธิบาย Code ที่เกี่ยวข้อง ผลงานตัวอย่างที่นักศึกษาได้ทดลองพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น Game, Cartoon, Animation,

Graphic Image เป็นต้น โดยการค้นคว้าและอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและหลากหลาย พร้อมนำเสนอหน้าชั้นเรียนตามเวลาที่ผู้สอนกำหนด **กิจกรรมนี้ถือเป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบลงมือกระทำ (Active learning) ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง การมีความสามารถในการหาความรู้เพิ่มเติม มีนิสัยใฝ่รู้ การสื่อสารและทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21 รวมถึงการพัฒนาทักษะการร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การติดต่อสื่อสาร (Communication) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) ตามหลักการ 4C**

- การมอบหมายให้นักศึกษาจับกลุ่มกัน (2-3 คน) เพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติที่มีประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเรขภาพคอมพิวเตอร์ 3 มิติ ในรูปแบบของ Game, Animation, AR/VR application, WebVR เป็นต้น ร่วมกับการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับภาษาโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ หรือฮาร์ดแวร์ที่นักศึกษาสนใจ เช่น Leap motion, Kinect, VR Glasses เป็นต้น (ในกรณีที่สามารถจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์) ในการพัฒนาผลงานที่มีประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัย ชุมชนหรือสังคมไทย โดยการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย น่าเชื่อถือ และไม่ละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาของผู้อื่น พร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียนอย่างน้อย 3 ครั้งคือ **ครั้งที่ 1** นำเสนอหัวข้อโครงงาน **ครั้งที่ 2** นำเสนอความคืบหน้าในการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาผลงาน **ครั้งที่ 3** นำเสนอโครงงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ **ที่ต้องแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของการทำงานร่วมกัน และมีการแสดงถึงการปรับปรุงพัฒนาผลงานตามข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ของผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน กิจกรรมนี้ถือเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนแบบลงมือจัดการกระทำ (Active learning) ในรูปแบบของ Project based learning ซึ่งต้องอาศัยการร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การติดต่อสื่อสาร (Communication) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) ตามหลักการ 4C และส่งเสริมทักษะการพัฒนานวัตกรรมและการสร้างสรรค์ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือกัน ความคิดริเริ่มและการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมถึงความรับผิดชอบและความสามารถในการผลิตผลงานซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21**

(3)วิธีการประเมินผล

- การเข้าชั้นเรียน และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
- การนำเสนอผลการศึกษาเครื่องมือในการพัฒนางานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สองมิติ (งานคู่)
- การนำเสนอโครงงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ (งานกลุ่ม)

2. ความรู้

(1) ความรู้ที่ต้องได้รับ

2.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีที่สำคัญในเนื้อหาสาขาวิชาที่ศึกษา

2.2 สามารถวิเคราะห์ปัญหา เข้าใจและอธิบายความต้องการทางคอมพิวเตอร์ รวมทั้งประยุกต์ความรู้ ทักษะ และการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการแก้ไขปัญหา

2.4 สามารถติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการและวิวัฒนาการคอมพิวเตอร์ รวมทั้งการนำไปประยุกต์

2.7 มีประสบการณ์ในการพัฒนาและ/หรือการประยุกต์ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานได้จริง

(2) วิธีการสอน

- ในคาบบรรยาย จัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานระหว่างการเรียนในห้องเรียนและการเรียนออนไลน์ (Blended learning) ผู้สอนเลือกใช้วิธีการบรรยายประกอบไฟล์นำเสนองาน (Microsoft PowerPoint) ร่วมกับสื่อการเรียนการสอนที่มีความหลากหลายและทันสมัย เช่น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) วิดิทัศน์ (Video clip) ภาพยนตร์ (Movie) เกม (Game) การ์ตูน (Cartoon) หลักสูตรออนไลน์ (Online course) ซอฟต์แวร์จำลองการฝึกปฏิบัติ (Simulation software or Virtual lab) และเว็บไซต์ (Web site) ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น เพื่อให้นักศึกษาเห็นภาพและเข้าใจเนื้อหา รวมถึงเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันในห้องเรียน เนื้อหาที่น่าสนใจและมีความสำคัญ และในบางหัวข้อจะมีการมอบหมายให้นักศึกษาสื่อวิดิทัศน์ และเอกสารประกอบการสอนมาล่วงหน้าก่อนเข้าชั้นเรียน รวมถึงการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองในเรื่องที่สอดคล้องกับหัวข้อเนื้อหา แล้วมาทำกิจกรรมถามตอบ อภิปราย รวมถึงนำเสนอในห้องเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นร่วมกันในรูปแบบของห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom)
- ในคาบปฏิบัติการ ให้นักศึกษาได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติด้วยซอฟต์แวร์สำเร็จรูปและภาษาโปรแกรมที่สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา ในรูปแบบของการเรียนรู้ที่เน้นทักษะเป็นฐาน (Skill based learning) แล้วมอบหมายให้นักศึกษาทำแบบฝึกปฏิบัติการด้วยตนเอง (Learning by doing) ซึ่งเป็นการส่งเสริมทักษะพื้นฐานด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ ได้แก่ ทักษะการเขียนโปรแกรมและการใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่เกี่ยวข้องภายใต้การดูแลและให้คำแนะนำจากอาจารย์ผู้สอน รวมถึงทักษะการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคุณสมบัติของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21 และเพื่อนำไปต่อยอดกับการเรียนในรายวิชาอื่น ๆ หรือการพัฒนาผลงานทางวิชาการต่อไป
- การแนะนำให้นักศึกษาทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากแหล่งอ้างอิงอื่น ๆ ที่อาจารย์ผู้สอนรวบรวมและแนะนำไว้ในระบบ E-Learning
- การมอบหมายให้นักศึกษาทำการบ้านในหัวข้อเนื้อหาที่สำคัญเพื่อเป็นการทบทวนความรู้ที่ได้เรียนในชั้นเรียน พร้อมส่งในระบบ E-learning ในวันและเวลาที่ผู้สอนกำหนด
- การมอบหมายให้นักศึกษาแต่ละคนทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ที่มีความทันสมัย ซึ่งหัวข้อเนื้อหาที่นำเสนออย่างน้อยต้องประกอบด้วย ชื่อเทคโนโลยี วิวัฒนาการของเทคโนโลยี องค์ประกอบหรือสถาปัตยกรรมของเทคโนโลยี ประโยชน์

และตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ ทั้งในชีวิตประจำวัน การทำงาน และการศึกษาวิจัย รวมถึงแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีที่เลือกศึกษาต่อไปในอนาคต ซึ่งนักศึกษาสามารถใช้ตัวอย่างจากภาพยนตร์ การ์ตูน เกมคอมพิวเตอร์ มาประกอบการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ร่วมกับแหล่งอ้างอิงอื่น ๆ ที่มีความน่าเชื่อถือและหลากหลายในรูปแบบที่น่าสนใจ เช่น Infographics, Visual notes หรือ Video clips เป็นต้น กิจกรรมนี้จัดเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง การรู้สื่อ การมีความสามารถในการหาความรู้เพิ่มเติม มีนิสัยใฝ่รู้ และมีความเท่าทันกับความเคลื่อนไหว และความก้าวหน้าในศาสตร์ที่ศึกษา ซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21

- การมอบหมายให้นักศึกษาจับคู่กันเพื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือในการสร้างสรรค์ผลงานทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติ (2D Computer Graphics tools) โดยนักศึกษาสามารถเลือกนำเสนอในรูปแบบของการพัฒนาผลงานตัวอย่างแบบง่าย ๆ (เป็นผลงานที่แสดงผลการฝึกทักษะของนักศึกษาตามแหล่งอ้างอิง หรือพัฒนาขึ้นใหม่ด้วยแนวคิดของคู่สมาชิก) จากเครื่องมือที่เป็นภาษาโปรแกรม (เพียง 1 ภาษา ที่ไม่ซ้ำกับภาษาโปรแกรมที่ได้เรียนในคาบปฏิบัติ หรือการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องมือที่เป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปได้ (ศึกษาเปรียบเทียบอย่างน้อย 2 ชนิด) โดยหัวข้อเนื้อหาที่น่าสนใจอย่างน้อยต้องประกอบด้วย ชื่อซอฟต์แวร์หรือภาษาโปรแกรม คุณสมบัติที่สำคัญ ข้อกำหนดและการติดตั้ง ฟังก์ชันการทำงาน (ระบุทฤษฎีที่สอดคล้องประกอบ) การประยุกต์ใช้งาน การสาธิตการทำงานของซอฟต์แวร์หรือการอธิบาย Code ที่เกี่ยวข้อง ผลงานตัวอย่างที่นักศึกษาได้ทดลองพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น Game, Cartoon, Animation, Graphic Image เป็นต้น โดยการค้นคว้าและอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและหลากหลาย พร้อมนำเสนอหน้าชั้นเรียนตามวันเวลาที่ผู้สอนกำหนด กิจกรรมนี้ถือเป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบการลงมือกระทำ (Active learning) ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง การมีความสามารถในการหาความรู้เพิ่มเติม มีนิสัยใฝ่รู้ การสื่อสารและทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21 รวมถึงการพัฒนาทักษะการร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การติดต่อสื่อสาร (Communication) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) ตามหลักการ 4C
- การมอบหมายให้นักศึกษาจับกลุ่มกัน (2-3 คน) เพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติที่มีประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเรขภาพคอมพิวเตอร์ 3 มิติ ในรูปแบบของ Game, Animation, AR/VR application, WebVR เป็นต้น ร่วมกับการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับภาษาโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ หรือฮาร์ดแวร์ที่นักศึกษาสนใจ เช่น Leap motion, Kinect, VR Glasses เป็นต้น (ในกรณีที่สามารถจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์) ในการพัฒนาผลงานที่มีประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัย ชุมชนหรือสังคมไทย โดยการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย น่าเชื่อถือ และไม่ละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาของผู้อื่น พร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียนอย่างน้อย 3 ครั้งคือ **ครั้งที่ 1** นำเสนอหัวข้อโครงงาน **ครั้งที่ 2** นำเสนอความคืบหน้า

ในการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาผลงาน ครั้งที่ 3 นำเสนอโครงการงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ ที่ต้องแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของการทำงานร่วมกัน และมีการแสดงถึงการปรับปรุงพัฒนาผลงานตามข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ของผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน กิจกรรมนี้ถือเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนแบบลงมือจัดกระทำ (Active learning) ในรูปแบบของ Project based learning ซึ่งต้องอาศัยการร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การติดต่อสื่อสาร (Communication) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) ตามหลักการ 4C และส่งเสริมทักษะการพัฒนานวัตกรรมและการสร้างสรรค์ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือกัน ความคิดริเริ่มและการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมถึงความรับผิดชอบและความสามารถในการผลิตผลงานซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21

(3) วิธีการประเมินผล

- การเข้าชั้นเรียน และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
- การส่งการบ้านและงานมอบหมายในชั้นเรียนภาคทฤษฎี บนระบบ E-Learning
- การส่งงานมอบหมายในชั้นเรียนภาคปฏิบัติ
- การนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ทันสมัยทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ (งานเดี่ยว)
- การนำเสนอผลการศึกษาเครื่องมือในการพัฒนางานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สองมิติ (งานคู่)
- การนำเสนอโครงการงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ
- การทดสอบย่อย
- การสอบปลายภาคเรียน

3. ทักษะทางปัญญา

(1) ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

3.4 สามารถประยุกต์ความรู้และทักษะกับการแก้ไขปัญหาทางคอมพิวเตอร์ได้อย่างเหมาะสม

(2) วิธีการสอน

- ในคาบปฏิบัติการ ให้นักศึกษาได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติด้วยซอฟต์แวร์สำเร็จรูปและภาษาโปรแกรมที่สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา ในรูปแบบของการเรียนรู้ที่เน้นทักษะเป็นฐาน (Skill based learning) แล้วมอบหมายให้นักศึกษาทำแบบฝึกปฏิบัติการด้วยตนเอง (Learning by doing) ซึ่งเป็นการส่งเสริมทักษะพื้นฐานด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ ได้แก่ ทักษะการเขียนโปรแกรมและการใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่เกี่ยวข้องภายใต้การดูแลและให้คำแนะนำจากอาจารย์ผู้สอน รวมถึงทักษะการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการ

เรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ**คุณสมบัติของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21** และเพื่อนำไปต่อยอดกับการเรียนในรายวิชาอื่น ๆ หรือการพัฒนาผลงานทางวิชาการต่อไป

- การมอบหมายให้นักศึกษาจับคู่กันเพื่อ**ทำการศึกษเกี่ยวกับเครื่องมือในการสร้างสรรค์ผลงานทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติ (2D Computer Graphics tools)** โดยนักศึกษาสามารถเลือกนำเสนอในรูปแบบของการพัฒนาผลงานตัวอย่างแบบง่าย ๆ (เป็นผลงานที่แสดงผลการฝึกทักษะของนักศึกษาตามแหล่งอ้างอิง หรือพัฒนาขึ้นใหม่ด้วยแนวคิดของคู่สมาชิก) จากเครื่องมือที่เป็นภาษาโปรแกรม (เพียง **1 ภาษา ที่ไม่ซ้ำกับภาษาโปรแกรมที่ได้เรียนในคาบปฏิบัติ** หรือการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องมือที่เป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปได้ (**ศึกษาเปรียบเทียบอย่างน้อย 2 ชนิด**) โดยหัวข้อเนื้อหาที่นำเสนออย่างน้อยต้องประกอบด้วย ชื่อซอฟต์แวร์หรือภาษาโปรแกรม คุณสมบัติที่สำคัญ ข้อกำหนดและการติดตั้ง ฟังก์ชันการทำงาน (ระบุทฤษฎีที่สอดคล้องประกอบ) การประยุกต์ใช้งาน การสาธิตการทำงานของซอฟต์แวร์หรือการอธิบาย Code ที่เกี่ยวข้อง ผลงานตัวอย่างที่นักศึกษาได้ทดลองพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น Game, Cartoon, Animation, Graphic Image เป็นต้น โดยการค้นคว้าและอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและหลากหลาย พร้อมนำเสนอหน้าชั้นเรียนตามวันเวลาที่ผู้สอนกำหนด **กิจกรรมนี้ถือเป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบการลงมือกระทำ (Active learning) ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง การมีความสามารถในการหาความรู้เพิ่มเติม มีนิสัยใฝ่รู้ การสื่อสารและทำงานร่วมกัน** ซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21 รวมถึงการพัฒนา**ทักษะการร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การติดต่อสื่อสาร (Communication) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) ตามหลักการ 4C**
- การมอบหมายให้นักศึกษาจับกลุ่มกัน (2-3 คน) เพื่อพัฒนา**โครงงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ** ที่มีประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเรขภาพคอมพิวเตอร์ 3 มิติ ในรูปแบบของ Game, Animation, AR/VR application, WebVR เป็นต้น ร่วมกับการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับภาษาโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ หรือฮาร์ดแวร์ที่นักศึกษาสนใจ เช่น Leap motion, Kinect, VR Glasses เป็นต้น (ในกรณีที่สามารถจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์) ในการพัฒนาผลงานที่มีประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัย ชุมชนหรือสังคมไทย โดยการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย นำเชื่อถือ และไม่ละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาของผู้อื่น พร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียนอย่างน้อย 3 ครั้งคือ **ครั้งที่ 1** นำเสนอหัวข้อโครงงาน **ครั้งที่ 2** นำเสนอความคืบหน้าในการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาผลงาน **ครั้งที่ 3** นำเสนอโครงงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ **ที่ต้องแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของการทำงานร่วมกัน และมีการแสดงถึงการปรับปรุงพัฒนาผลงานตามข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ของผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน** **กิจกรรมนี้ถือเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนแบบลงมือจัดการกระทำ (Active learning) ในรูปแบบของ Project based learning** ซึ่งต้องอาศัย**การร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การติดต่อสื่อสาร (Communication) และการคิดวิเคราะห์ (Critical**

Thinking) ตามหลักการ 4C และส่งเสริมทักษะการพัฒนานวัตกรรมและการสร้างสรรค์ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือกัน ความคิดริเริ่มและการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมถึงความรับผิดชอบและความสามารถในการผลิตผลงานซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21

(3) วิธีการประเมินผล

- การส่งงานมอบหมายในชั้นเรียนภาคปฏิบัติ
- การนำเสนอผลการศึกษาเครื่องมือในการพัฒนางานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สองมิติ (งานคู่)
- การนำเสนอโครงงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ (งานกลุ่ม)
- การทดสอบย่อย
- การสอบปลายภาคเรียน

4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

(1) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

4.4 มีความรับผิดชอบในการกระทำของตนเองและรับผิดชอบงานในกลุ่ม

(2) วิธีการสอน

- ในคาบปฏิบัติการ ให้นักศึกษาได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติด้วยซอฟต์แวร์สำเร็จรูปและภาษาโปรแกรมที่สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา ในรูปแบบของการเรียนรู้ที่เน้นทักษะเป็นฐาน (Skill based learning) แล้วมอบหมายให้นักศึกษาทำแบบฝึกปฏิบัติการด้วยตนเอง (Learning by doing) ซึ่งเป็นการส่งเสริมทักษะพื้นฐานด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ ได้แก่ ทักษะการเขียนโปรแกรมและการใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่เกี่ยวข้องภายใต้การดูแลและให้คำแนะนำจากอาจารย์ผู้สอน รวมถึงทักษะการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคุณสมบัติของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21 และเพื่อนำไปต่อยอดกับการเรียนในรายวิชาอื่น ๆ หรือการพัฒนาผลงานทางวิชาการต่อไป
- การมอบหมายให้นักศึกษารวบรวมไฟล์การบ้าน แบบฝึกภาคปฏิบัติการ และงานมอบหมายต่าง ๆ ไว้ในระบบ HCU E-learning เพื่อใช้สำหรับประเมินช่วงก่อนสอบปลายภาค
- การมอบหมายให้นักศึกษาแต่ละคน **ทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ที่มีความทันสมัย** ซึ่งหัวข้อเนื้อหาที่นำเสนออย่างน้อยต้องประกอบด้วย ชื่อเทคโนโลยี วิวัฒนาการของเทคโนโลยี องค์ประกอบหรือสถาปัตยกรรมของเทคโนโลยี ประโยชน์ และตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ ทั้งในชีวิตประจำวัน การทำงาน และการศึกษาวิจัย รวมถึงแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีที่เลือกศึกษาต่อไปในอนาคต ซึ่งนักศึกษาสามารถใช้ตัวอย่างจากภาพยนตร์ การ์ตูน เกมคอมพิวเตอร์ มาประกอบการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

ร่วมกับแหล่งอ้างอิงอื่น ๆ ที่มีความน่าเชื่อถือและหลากหลายในรูปแบบที่น่าสนใจ เช่น Infographics, Visual notes หรือ Video clips เป็นต้น กิจกรรมนี้จัดเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง การรู้สื่อ การมีความสามารถในการหาความรู้เพิ่มเติม มีนิสัยใฝ่รู้ และมีความเท่าทันกับความเคลื่อนไหว และความก้าวหน้าในศาสตร์ที่ศึกษา ซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21

- การมอบหมายให้นักศึกษาจับคู่กันเพื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือในการสร้างสรรค์ผลงานทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติ (2D Computer Graphics tools) โดยนักศึกษาสามารถเลือกนำเสนอในรูปแบบของการพัฒนาผลงานตัวอย่างแบบง่าย ๆ (เป็นผลงานที่แสดงผลการฝึกทักษะของนักศึกษาตามแหล่งอ้างอิง หรือพัฒนาขึ้นใหม่ด้วยแนวคิดของคู่สมาชิก) จากเครื่องมือที่เป็นภาษาโปรแกรม (เพียง 1 ภาษา ที่ไม่ซ้ำกับภาษาโปรแกรมที่ได้เรียนในคาบปฏิบัติ หรือการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องมือที่เป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปได้ (ศึกษาเปรียบเทียบอย่างน้อย 2 ชนิด) โดยหัวข้อเนื้อหาที่นำเสนออย่างน้อยต้องประกอบด้วย ชื่อซอฟต์แวร์หรือภาษาโปรแกรม คุณสมบัติที่สำคัญ ข้อกำหนดและการติดตั้ง ฟังก์ชันการทำงาน (ระบุทฤษฎีที่สอดคล้องประกอบ) การประยุกต์ใช้งาน การสาธิตการทำงานของซอฟต์แวร์หรือการอธิบาย Code ที่เกี่ยวข้อง ผลงานตัวอย่างที่นักศึกษาได้ทดลองพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น Game, Cartoon, Animation, Graphic Image เป็นต้น โดยการค้นคว้าและอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและหลากหลาย พร้อมนำเสนอหน้าชั้นเรียนตามวันเวลาที่ผู้สอนกำหนด กิจกรรมนี้ถือเป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบการลงมือกระทำ (Active learning) ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง การมีความสามารถในการหาความรู้เพิ่มเติม มีนิสัยใฝ่รู้ การสื่อสารและทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21 รวมถึงการพัฒนา ทักษะการร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การติดต่อสื่อสาร (Communication) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) ตามหลักการ 4C
- การมอบหมายให้นักศึกษาจับกลุ่มกัน (2-3 คน) เพื่อพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติที่มีประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเรขภาพคอมพิวเตอร์ 3 มิติ ในรูปแบบของ Game, Animation, AR/VR application, WebVR เป็นต้น ร่วมกับการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับภาษาโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ หรือฮาร์ดแวร์ที่นักศึกษาสนใจ เช่น Leap motion, Kinect, VR Glasses เป็นต้น (ในกรณีที่สามารถจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์) ในการพัฒนาผลงานที่มีประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัย ชุมชนหรือสังคมไทย โดยการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย น่าเชื่อถือ และไม่ละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาของผู้อื่น พร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียนอย่างน้อย 3 ครั้งคือ **ครั้งที่ 1** นำเสนอหัวข้อโครงการ **ครั้งที่ 2** นำเสนอความคืบหน้าในการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาผลงาน **ครั้งที่ 3** นำเสนอโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ **ที่ต้องแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของการทำงานร่วมกัน และมีการแสดงถึงการปรับปรุงพัฒนาผลงานตามข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ของผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน** กิจกรรมนี้

ถือเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนแบบลงมือจัดกระทำ (Active Learning) ในรูปแบบของ Project based learning ซึ่งต้องอาศัยการร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การติดต่อสื่อสาร (Communication) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) ตามหลักการ 4C และส่งเสริมทักษะการพัฒนานวัตกรรมและการสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือกัน ความคิดริเริ่มและการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมถึงความรับผิดชอบต่อความสามารถในการผลิตผลงานซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21

(3)วิธีการประเมิน

- การส่งการบ้านและงานมอบหมายในชั้นเรียนภาคทฤษฎี บนระบบ E-learning
- การส่งงานมอบหมายในชั้นเรียนภาคปฏิบัติ
- การนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ทันสมัยทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ (งานเดี่ยว)
- การนำเสนอผลการศึกษาเครื่องมือในการพัฒนางานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สองมิติ (งานคู่)
- การนำเสนอโครงการงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ (งานกลุ่ม)

5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

(1) ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

- 5.1 มีทักษะในการใช้เครื่องมือที่จำเป็นที่มีอยู่ในปัจจุบันต่อการทำงานที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์
- 5.3 สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพทั้งปากเปล่าและการเขียน เลือกใช้รูปแบบของสื่อการนำเสนออย่างเหมาะสม

(2)วิธีการสอน

- ในคาบปฏิบัติการ ให้นักศึกษาได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติด้วยซอฟต์แวร์สำเร็จรูปและภาษาโปรแกรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ในรูปแบบของการเรียนรู้ที่เน้นทักษะเป็นฐาน (Skill based learning) แล้วมอบหมายให้นักศึกษาทำแบบฝึกปฏิบัติการด้วยตนเอง (Learning by doing) ส่งเสริมทักษะพื้นฐานด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ ได้แก่ ทักษะการเขียนโปรแกรมและการใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่เกี่ยวข้อง ภายใต้การดูแลและให้คำแนะนำจากอาจารย์ผู้สอน รวมถึงทักษะการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคุณสมบัติของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21 และเพื่อนำไปต่อยอดกับการเรียนในรายวิชาอื่น ๆ หรือการพัฒนาผลงานทางวิชาการต่อไป
- การมอบหมายให้นักศึกษาแต่ละคนทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ที่มีความทันสมัย ซึ่งหัวข้อเนื้อหาที่นำเสนออย่างน้อยต้องประกอบด้วย ชื่อ

เทคโนโลยี วิวัฒนาการของเทคโนโลยี องค์ประกอบหรือสถาปัตยกรรมของเทคโนโลยี ประโยชน์ และตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ ทั้งในชีวิตประจำวัน การทำงาน และการศึกษาวิจัย รวมถึงแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีที่เลือกศึกษาต่อไปในอนาคต ซึ่งนักศึกษาสามารถใช้ตัวอย่าง จากภาพยนตร์ การ์ตูน เกมคอมพิวเตอร์ มาประกอบการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ร่วมกับแหล่งอ้างอิงอื่น ๆ ที่มีความน่าเชื่อถือและหลากหลายในรูปแบบที่น่าสนใจ เช่น Infographics, Visual notes หรือ Video clips เป็นต้น **กิจกรรมนี้จัดเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง การรู้สื่อ การมีความสามารถในการหาความรู้เพิ่มเติม มีนิสัยใฝ่รู้ และมีความเท่าทันกับความเคลื่อนไหว และความก้าวหน้าในศาสตร์ที่ศึกษา ซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21**

- การมอบหมายให้นักศึกษาจับคู่กันเพื่อทำการศึกษเกี่ยวกับเครื่องมือในการสร้างสรรค์ผลงานทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติ (2D Computer Graphics tools) โดยนักศึกษาสามารถเลือกนำเสนอในรูปแบบของการพัฒนาผลงานตัวอย่างแบบง่าย ๆ (เป็นผลงานที่แสดงผลการฝึกทักษะของนักศึกษาตามแหล่งอ้างอิง หรือพัฒนาขึ้นใหม่ด้วยแนวคิดของคู่สมาชิก) จากเครื่องมือที่เป็นภาษาโปรแกรม (เพียง 1 ภาษา ที่ไม่ซ้ำกับภาษาโปรแกรมที่ได้เรียนในคาบปฏิบัติ หรือการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องมือที่เป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปได้ (ศึกษาเปรียบเทียบอย่างน้อย 2 ชนิด) โดยหัวข้อเนื้อหาที่นำเสนออย่างน้อยต้องประกอบด้วย ชื่อซอฟต์แวร์หรือภาษาโปรแกรม คุณสมบัติที่สำคัญ ข้อกำหนดและการติดตั้ง ฟังก์ชันการทำงาน (ระบุทฤษฎีที่สอดคล้องประกอบ) การประยุกต์ใช้งาน การสาธิตการทำงานของซอฟต์แวร์หรือการอธิบาย Code ที่เกี่ยวข้อง ผลงานตัวอย่างที่นักศึกษาได้ทดลองพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น Game, Cartoon, Animation, Graphic Image เป็นต้น โดยการค้นคว้าและอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและหลากหลาย พร้อมนำเสนอหน้าชั้นเรียนตามวันเวลาที่ผู้สอนกำหนด **กิจกรรมนี้ถือเป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบการลงมือกระทำ (Active learning) ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง การมีความสามารถในการหาความรู้เพิ่มเติม มีนิสัยใฝ่รู้ การสื่อสารและทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21 รวมถึงการพัฒนาทักษะการร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การติดต่อสื่อสาร (Communication) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) ตามหลักการ 4C**
- การมอบหมายให้นักศึกษาจับกลุ่มกัน (2-3 คน) เพื่อพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติที่มีประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเรขภาพคอมพิวเตอร์ 3 มิติ ในรูปแบบของ Game, Animation, AR/VR application, WebVR เป็นต้น ร่วมกับการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับภาษาโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ หรือฮาร์ดแวร์ที่นักศึกษาสนใจ เช่น Leap motion, Kinect, VR Glasses เป็นต้น (ในกรณีที่สามารถจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์) ในการพัฒนาผลงานที่มีประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัย ชุมชนหรือสังคมไทย โดยการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย น่าเชื่อถือ และไม่ละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาของผู้อื่น พร้อมทั้งนำเสนอ

หน้าชั้นเรียนอย่างน้อย 3 ครั้งคือ ครั้งที่ 1 นำเสนอหัวข้อโครงการ ครั้งที่ 2 นำเสนอความคืบหน้าในการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาผลงาน ครั้งที่ 3 นำเสนอโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ ที่ต้องแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของการทำงานร่วมกัน และมีการแสดงถึงการปรับปรุงพัฒนาผลงานตามข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ของผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน กิจกรรมนี้ถือเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนแบบลงมือจัดกระทำ (Active learning) ในรูปแบบของ Project based learning ซึ่งต้องอาศัยการร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การติดต่อสื่อสาร (Communication) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) ตามหลักการ 4C และส่งเสริมทักษะการพัฒนานวัตกรรมและการสร้างสรรค์ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือกัน ความคิดริเริ่มและการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมถึงความรับผิดชอบและความสามารถในการผลิตผลงานซึ่งเป็นคุณลักษณะของบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21

(3)วิธีการประเมินผล

- การส่งงานมอบหมายในชั้นเรียนภาคปฏิบัติ
- การนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ทันสมัยทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ (งานเดี่ยว)
- การนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับเครื่องมือในการสร้างสรรค์ผลงานทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สองมิติ
- การนำเสนอโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

1. แผนการสอน (เขียนให้สอดคล้องกับ Curriculum Mapping และสอดคล้องกับหมวดที่ 4 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา)

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อที่ใช้	จำนวน ชั่วโมง	ชื่อผู้สอน
1 (10/8/65)	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> แนะนำรายละเอียดวิชา (Course Introduction) ทำความตกลงเรื่อง กติกาในการเรียนการสอน การมอบหมายงานต่าง ๆ การวัดและประเมินผล ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ เรขภาพคอมพิวเตอร์ (Introduction to Computer Graphics: CG) ระบบเรขภาพคอมพิวเตอร์ (Computer Graphics system) มอบหมายงานการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับ เทคโนโลยีทางด้าน คอมพิวเตอร์กราฟิกส์ 	<p>ภาคบรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> ชี้แจงรายละเอียดวิชา รูปแบบวิธีการเรียนการสอนและเกณฑ์การวัดและประเมินผล ที่ให้นักศึกษามีส่วนร่วมและการมอบหมายงานตลอดภาคการศึกษา ชี้แจงและมอบหมายให้นักศึกษา ทำการศึกษาบทเรียนจากเอกสาร ประกอบการสอน Video บันทึกการสอนออนไลน์ และ Video clips หรือสื่ออื่น ๆ ที่ปรากฏในเอกสารมคอ.3 และ e-Learning ล่วงหน้าก่อนเรียน คาบถัดไปทุกครั้ง รวมถึงการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) การสอดแทรกจริยธรรมและคุณธรรม อัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัย (ยึดมั่นในคุณธรรม 6 ประการ ชยัน อดทน ประหยัด เมตตา ซื่อสัตย์ กตัญญู) และได้ย้ำเตือนให้นักศึกษาดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และเรียนรู้เพื่อรับใช้สังคม รวมถึงการปฏิบัติตามกฎระเบียบของมหาวิทยาลัย การไม่ทุจริตในการสอบ การไม่ละเมิดลิขสิทธิ์ และการยึดมั่นในจรรยาบรรณวิชาชีพ บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/ Cartoon Course online และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง 	(2/2/0)	<p>บรรยาย</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ● รับชมวีดิทัศน์ที่เกี่ยวข้อง ● ถาม-ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินศักยภาพผู้เรียน ● แนะนำ Course online และแหล่งข้อมูลอ้างอิงต่าง ๆ สื่อที่ใช้ <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● E-book (Thai and English) ● Video clips ● Movies/Game/Cartoon ● Course online ● CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, Zoom, Butter.us, and etc. 		
1 (12/8/65)	ปฏิบัติ <ul style="list-style-type: none"> ● Computer Graphics Application Study ● Computer Graphics Software Study 	ปฏิบัติ <ul style="list-style-type: none"> ● ศึกษาตัวอย่างการประยุกต์ทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์ ● ศึกษาตัวอย่างซอฟต์แวร์สำเร็จรูปทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์ สื่อที่ใช้ <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● E-Learning ● Computer Graphics Software Ex: Kodu game lab ● Online conference system: MS-Teams, and etc. 		ปฏิบัติ อาจารย์ณัฐพร
2 (17/8/65)	บรรยาย <ul style="list-style-type: none"> ● ฮาร์ดแวร์สำหรับเรขภาพคอมพิวเตอร์ (Hardware for Computer Graphics) ● การนำเสนอหัวข้อการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางด้าน 	บรรยาย <ul style="list-style-type: none"> ● บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon, Course online และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง ● อาจารย์ผู้สอนแนะนำฮาร์ดแวร์ 	(2/2/0)	บรรยาย อาจารย์ณัฐพร

	คอมพิวเตอร์กราฟิกส์	<p>คอมพิวเตอร์กราฟิกส์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์</p> <ul style="list-style-type: none"> • ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักศึกษา • นักศึกษานำเสนอหัวข้อการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ • ถามตอบ ให้ข้อมูลป้อนกลับ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> • MS-PowerPoint • E-Learning • Online conference system: MS-Teams, and etc. • เปิดวิดีโอทัศน์ Video Screens & 2D Graphics: Crash Course Computer Science #23 https://www.youtube.com/watch?v=7Jr0SFMO4Rs&t=4s 		
2 (19/8/65)	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2D Vector Graphics study 	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> • ฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ 2D Vector Graphics ด้วยซอฟต์แวร์สำเร็จรูป <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> • MS-Powerpoint • HCU E-Learning • 2D Vector Graphics Software Ex: Sketsa SVG Editor, Inkscape • 2D Vector Graphics website • Online conference system: MS-Teams, and etc. 		<p>ปฏิบัติ</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>
3 (24/8/65)	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> • คุณลักษณะการแสดงผลภาพกราฟิก (Output characteristics of Computer Graphics) 	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> • บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon, Course online และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง • ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ 	(2/2/0)	<p>บรรยาย</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>

		<p>ความเข้าใจของนักศึกษา</p> <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● E-book (Thai and English) ● Video clips ● Movies/Game/Cartoon ● Course online ● 2D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. 		
3 (26/8/65)	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2D Graphics Programming ● มอบหมายงานการศึกษาเครื่องมือในการสร้างสรรค์ผลงานทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติ (2D Computer Graphics tools) 	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ฝึกปฏิบัติการสร้างภาพกราฟิก 2 มิติ โดยการใช้คำสั่งภาษาโปรแกรม ● นักศึกษาจับคู่กันพร้อมหาหัวข้อที่สนใจภายใต้คำแนะนำของอาจารย์ผู้สอน <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● HCU E-Learning ● Web browser ● Java IDE + 2D Graphics Library ● Text editor ● 2D Graphics Programming References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. 		<p>ปฏิบัติ</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>
4 (31/8/65)	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> ● หลักการสร้างภาพกราฟิกสองมิติ (Principles of 2D Computer Graphics) <ul style="list-style-type: none"> ○ วัตถุประสงค์พื้นฐานในระบบเรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติ ○ พิกัดเอกพจน์ 	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> ● บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon, Course online และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง ● ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักศึกษา 	(2/2/0)	<p>บรรยาย</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ● การสร้างวัตถุพื้นฐานของภาพกราฟิกสองมิติ (2D Geometric modeling) 	สื่อที่ใช้ <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● E-book (Thai and English) ● Video clips ● Movies/Game/Cartoon ● Course online ● 2D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. ● CG Virtual Lab http://vlabs.iitb.ac.in/vlabs-dev/labs/cglab/experimentlist.html 	
4 (2/9/65)	ปฏิบัติ <ul style="list-style-type: none"> ● การนำเสนอโครงร่างหัวข้อการศึกษาเครื่องมือในการสร้างสรรค์ผลงานทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติ (2D Computer Graphics Tools study) ● 2D Graphics Programming (cont.) 	ปฏิบัติ <ul style="list-style-type: none"> ● นักศึกษานำเสนอหัวข้อและขอบเขตการศึกษาเครื่องมือในการสร้างสรรค์ผลงาน เรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติ ● ถ้ามตอบ ให้ข้อมูลป้อนกลับ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน ● ฝึกปฏิบัติการสร้างภาพกราฟิก 2 มิติ โดยการใช้คำสั่งภาษาโปรแกรม (ต่อ) สื่อที่ใช้ <ul style="list-style-type: none"> ● HCU E-Learning ● Text Editor ● Web browser ● Java IDE + 2D Graphics Library ● 2D Graphics Programming ● 2D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. ● Other media upon students 	ปฏิบัติ อาจารย์ณัฐพร

5 (7/9/65)	บรรยาย <ul style="list-style-type: none"> ● การแปลงภาพกราฟิกสองมิติ (2D Geometric Transformation) 	บรรยาย <ul style="list-style-type: none"> ● บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon, Course online และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง ● ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักศึกษา สื่อที่ใช้ <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● E-book (Thai and English) ● Video clips ● Movies/Game/Cartoon ● Course online ● 2D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. ● CG Virtual Lab http://vlabs.iitb.ac.in/vlabs-dev/labs/cglab/experimentlist.html 	(2/2/0)	บรรยาย อาจารย์ณัฐพร
5 (9/9/65)	ปฏิบัติ <ul style="list-style-type: none"> ● 2D Graphics Programming (cont.) 	ปฏิบัติ <ul style="list-style-type: none"> ● ฝึกปฏิบัติการสร้างภาพกราฟิก 2 มิติ โดยการใช้คำสั่งภาษาโปรแกรม (ต่อ) สื่อที่ใช้ <ul style="list-style-type: none"> ● HCU E-Learning ● Web browser ● Java IDE + 2D Graphics Library ● Text editor ● 2D Graphics Programming ● 2D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, Zoom, Butter.us, and 		ปฏิบัติ อาจารย์ณัฐพร

		etc.		
6 (14/9/65)	บรรยาย <ul style="list-style-type: none"> ● การกำหนดมุมมองของระบบ รูปภาพคอมพิวเตอร์สองมิติ (2D Windowing and Viewing System) 	บรรยาย <ul style="list-style-type: none"> ● บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon, Course online และเว็บไซต์ที่ เกี่ยวข้อง ● ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ ความเข้าใจของนักศึกษา สื่อที่ใช้ <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● E-book (Thai and English) ● Video clips ● Movies/Game/Cartoon ● Course online ● 2D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS- Teams, and etc. 	(2/2/0)	บรรยาย อาจารย์ณัฐพร
6 (16/9/65)	ปฏิบัติ <ul style="list-style-type: none"> ● การนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ 	ปฏิบัติ <ul style="list-style-type: none"> ● นักศึกษานำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ● ถามตอบ ให้ข้อมูลป้อนกลับ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน ● นักศึกษาประเมินผลงานของตนเองและเพื่อนร่วมชั้นเรียน สื่อที่ใช้ <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● Web browser ● Online conference system: MS- Teams, and etc. ● Other media upon students 		ปฏิบัติ อาจารย์ณัฐพร
7 (21/9/65)	บรรยาย <ul style="list-style-type: none"> ● ระบบรูปภาพคอมพิวเตอร์ 	บรรยาย <ul style="list-style-type: none"> ● บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย 	(2/2/0)	บรรยาย อาจารย์ณัฐพร

	<p>สามมิติ (3D Computer Graphics System)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ วัตถุพื้นฐานในระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ ○ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภาพกราฟิกส์สามมิติ ○ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง ○ การประยุกต์ใช้งาน <p>● การมอบหมายโครงงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ</p>	<p>MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon, Course online และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักศึกษา ● เปิดวิดีโอเรื่อง “3D Graphics: Crash Course Computer Science #27” https://www.youtube.com/watch?v=TEAtmCYYKZA <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● E-book (Thai and English) ● Video clips ● Movies/Game/Cartoon ● Course online ● 2D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. 		
7 (23/9/65)	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 3D Geometry in 3D Computer Graphics system ● 3D Graphics application study 	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ฝึกปฏิบัติการเรียนรู้วัตถุพื้นฐานในระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ ● ฝึกปฏิบัติการทดลองใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์ด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● HCU E-Learning ● Web browser ● Thinkercad.com ● 3D Graphics software/applications Ex.: Meshlab, Sketchfab, and etc. ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] 		<p>ปฏิบัติ</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ● Online conference system: MS-Teams, and etc. 		
8 (26/9/65)	สอบกลางภาค ใช้เวลา 3 ชั่วโมง (24 ก.ย ถึง 2 ต.ค.2565)			
9 (5/10/65)	บรรยาย <ul style="list-style-type: none"> ● การนำเสนอผลการศึกษาเครื่องมือในการสร้างสรรค์ผลงานทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติ (2D Computer Graphics Tools study) 	บรรยาย <ul style="list-style-type: none"> ● นักศึกษานำเสนอผลการศึกษาเครื่องมือในการสร้างสรรค์ผลงานทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์สองมิติ ● ถามตอบ ให้ข้อมูลป้อนกลับ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน ● นักศึกษาประเมินผลงานของตนเอง และเพื่อนร่วมชั้นเรียน สื่อที่ใช้ <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● Online conference system: MS-Teams, and etc. ● Other media/tools upon students 	(2/2/0)	บรรยาย อาจารย์ณัฐพร
9 (7/10/65)	ปฏิบัติ <ul style="list-style-type: none"> ● 3D Graphics programming ● การนำเสนอหัวข้อโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ 	ปฏิบัติ <ul style="list-style-type: none"> ● ฝึกปฏิบัติการสร้างภาพกราฟิกสามมิติด้วยภาษาโปรแกรม ● นักศึกษานำเสนอหัวข้อโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ ● ถามตอบ ให้ข้อมูลป้อนกลับ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน สื่อที่ใช้ <ul style="list-style-type: none"> ● HCU E-Learning ● Web browser ● 3D Programming Language ● Coding IDE Ex: Visual studio code ● WebGL plugin ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS- 		ปฏิบัติ อาจารย์ณัฐพร

		Teams, and etc. ● Other media upon students		
10 (12/10/65)	บรรยาย ● 3D Graphics object modeling and environment	บรรยาย ● บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon, Course online และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง ● ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักศึกษา สื่อที่ใช้ ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● E-book (Thai and English) ● Video clips ● Movies/Game/Cartoon ● Course online ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc.	(2/2/0)	บรรยาย อาจารย์ ดร. ก้องเกียรติ
10 (14/10/65) วันหยุด เพิ่มเติมกรณีพิเศษของมหาวิทยาลัย (Online class)	ปฏิบัติ ● 3D Graphics object modeling	ปฏิบัติ ● ฝึกปฏิบัติการสร้างวัตถุสามมิติด้วยซอฟต์แวร์สำเร็จรูป สื่อที่ใช้ ● HCU E-Learning ● Web browser ● 3D Modeling Software package ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc.		ปฏิบัติ อาจารย์ ดร. ก้องเกียรติ
11 (19/10/65)	บรรยาย ● แนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์ (Reality	บรรยาย ● บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon,	(2/2/0)	บรรยาย อาจารย์ ดร. ก้องเกียรติ

	<p>technology)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ AR ○ VR ○ MR ○ Metaverse 	<p>Course online และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักศึกษา <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● E-book (Thai and English) ● Video clips ● Movies/Game/Cartoon ● Course online ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] <p>Online conference system: MS-Teams, and etc.</p>		
11 (21/10/65)	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Simple AR application 	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ฝึกปฏิบัติการสร้าง AR application ด้วยซอฟต์แวร์สำเร็จรูปอย่างง่าย <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● HCU E-Learning ● Web browser ● 3D AR software tools ● Coding IDE Ex: Visual studio code ● WebGL plugin ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. 		<p>ปฏิบัติ</p> <p>อาจารย์ ดร. ก้องเกียรติ</p>
12 (26/10/65)	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การแปลงภาพกราฟิกสามมิติ (3D Geometric Transformation) 	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> ● บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon, Course online และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง ● ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ 	(2/2/0)	<p>บรรยาย</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>

		<p>ความเข้าใจของนักศึกษา</p> <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● E-book (Thai and English) ● Video clips ● Movies/Game/Cartoon ● Course online ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. ● 3D CG Virtual lab 		
12 (28/10/65)	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 3D Graphics Programming (cont.) 	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ฝึกปฏิบัติการสร้างภาพกราฟิกสามมิติด้วยภาษาโปรแกรม <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● HCU E-Learning ● Web browser ● 3D Programming Language tools ● Coding IDE Ex: Visual studio code ● WebGL plugin ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. 		<p>ปฏิบัติ</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>
13 (2/11/65)	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ระบบการกำหนดมุมมองและการฉายภาพกราฟิกสามมิติ (3D Viewing and Projection System) 	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> ● บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon, Course online และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง ● ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักศึกษา <p>สื่อที่ใช้</p>	(2/2/0)	<p>บรรยาย</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● E-book (Thai and English) ● Video clips ● Movies/Game/Cartoon ● Course online ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. 		
13 (4/11/65)	ปฏิบัติ <ul style="list-style-type: none"> ● การนำเสนอความก้าวหน้าในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ ครั้งที่ 1 ● 3D Graphics Programming (cont.) 	ปฏิบัติ <ul style="list-style-type: none"> ● นักศึกษานำเสนอความก้าวหน้าโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ ครั้งที่ 1 ● ถามตอบ ให้ข้อมูลป้อนกลับ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน สื่อที่ใช้ <ul style="list-style-type: none"> ● HCU E-Learning ● Web browser ● 3D Programming Language tools ● Coding IDE Ex: Visual studio code ● WebGL plugin ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. ● Other media upon students 		ปฏิบัติ อาจารย์ณัฐพร
14 (9/11/65)	บรรยาย <ul style="list-style-type: none"> ● การสร้างภาพกราฟิกให้มีความสมจริง (3D Rendering) <ul style="list-style-type: none"> ○ การลงลายผิวภาพ (Texture mapping) 	บรรยาย <ul style="list-style-type: none"> ● บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon, Course online และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง ● ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ 	(2/2/0)	บรรยาย อาจารย์พิเศษ และอาจารย์ณัฐพร

	<ul style="list-style-type: none"> ○ การให้แสงและเงา (Lighting and Shading) ○ ความสว่างและแบบจำลองความสว่าง (Lighting and Illumination model) 	<p>ความเข้าใจของนักศึกษา</p> <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● E-book (Thai and English) ● Video clips ● Movies/Game/Cartoon ● Course online ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. 		
14 (11/11/65)	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 3D Graphics Project development 	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● นักศึกษาพัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● HCU E-Learning ● Web browser ● 3D Programming Language tools ● Coding IDE Ex: Visual studio code ● WebGL plugin ● 3D Software package ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. ● Other tools upon students 		<p>ปฏิบัติ</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>
15 (16/11/65)	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การประมวลผลภาพกราฟิกสามมิติ (Visible Surface Detection) 	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> ● บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon, Course online และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง ● ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ 	(2/2/0)	<p>บรรยาย</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>

		<p>ความเข้าใจของนักศึกษา</p> <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● MS-PowerPoint ● HCU E-Learning ● E-book (Thai and English) ● Video clips ● Movies/Game/Cartoon ● Course online ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. 		
15 (18/11/65)	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การรายงานผลการปรับปรุงและพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ ● 3D Graphics Project development (cont.) 	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● นักศึกษารายงานผลการปรับปรุงการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติตามข้อเสนอแนะจากการนำเสนอรอบความคืบหน้าที่ผ่านมา ● ถามตอบ ให้ข้อมูลย้อนกลับ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน ● นักศึกษาพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ (ต่อ) <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● HCU E-Learning ● Web browser ● Coding IDE Ex: Visual studio code ● 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] ● Online conference system: MS-Teams, and etc. ● Other tools upon students 		<p>ปฏิบัติ</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>
16 (23/11/65)	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ระบบสีและแบบจำลองสี (Color system and model) ● ทบทวนก่อนสอบปลาย 	<p>บรรยาย</p> <ul style="list-style-type: none"> ● บรรยายประกอบการยกตัวอย่างด้วย MS-PowerPoint, E-books, Video clips, Movies/Game/Cartoon, Course online และเว็บไซต์ที่ 	(2/2/0)	<p>บรรยาย</p> <p>อาจารย์ณัฐพร</p>

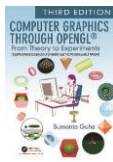

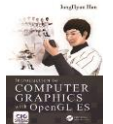
	ภาค	<p>เกี่ยวข้อง</p> <ul style="list-style-type: none"> • ตอบคำถามสั้น ๆ เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักศึกษา <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> • MS-PowerPoint • HCU E-Learning • E-book (Thai and English) • Video clips • Course online • 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] • Online conference system: MS-Teams, and etc. 		
16 (25/11/65)	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> • การนำเสนอโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ 	<p>ปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> • นักศึกษานำเสนอผลงานการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ • ถามตอบ ให้ข้อมูลป้อนกลับ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน • นักศึกษาประเมินผลงานของตนเองและเพื่อนร่วมชั้นเรียน <p>สื่อที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> • HCU E-Learning • Web browser • Coding IDE Ex: Visual studio code • 3D CG References website [Publish on HCU E-Learning] • Online conference system: MS-Teams, and etc. • Other tools upon students 		ปฏิบัติ อาจารย์ณัฐพร
17 (30/11/65)	สอบปลายภาค 3 ชั่วโมง (28 พ.ย ถึง 13 ธ.ค.2565)			
	รวม		(30/30/0)	

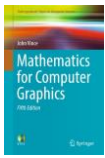



2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง	กิจกรรมการประเมิน (เช่น การเขียนรายงาน โครงการงาน การสอบย่อย การสอบกลางภาค การสอบปลายภาค)	สัปดาห์ที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
1.3, 2.1, 4.4	การเข้าชั้นเรียน และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	ตลอดภาคการศึกษา	5%
2.1, 2.4, 2.7, 3.4, 4.4, 5.1	การส่งงานมอบหมายในชั้นเรียนภาคปฏิบัติ	ตลอดภาคการศึกษา	12%
2.1, 2.4, 4.4, 5.3	การนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ทันสมัยทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ (งานเดี่ยว)	สัปดาห์ที่ 2, 6	8%
1.3, 2.1, 2.2, 2.4, 2.7, 3.4, 4.4, 5.1, 5.3	การนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าเครื่องมือในการพัฒนางานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สองมิติ (งานคู่)	สัปดาห์ที่ 4 และ 9	15%
1.3, 2.1, 2.2, 2.4, 2.7, 3.4, 4.4, 5.1, 5.3	การพัฒนาและนำเสนอโครงการงานคอมพิวเตอร์กราฟิกส์สามมิติ (งานกลุ่ม)	สัปดาห์ที่ 11, 13, 16	20%
2.1, 2.2, 3.4	การทดสอบกลางภาคเรียน	สัปดาห์ที่ 4, 8	20%
2.1, 2.2, 3.4	การสอบปลายภาคเรียน	สัปดาห์ที่ 17	20%

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. ตำรา หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และเอกสารหลักที่ใช้ในการเรียนการสอน

รายการ	ภาพประกอบ
<ul style="list-style-type: none"> Sumanta Guha, “Computer Graphics through OpenGL from Theory to Experiments. Third edition. CRC Press, the United States of America, 2019. 	
<ul style="list-style-type: none"> David J. Eck. “Introduction to Computer Graphics”. Version 1.2, Hobart and William Smith Colleges, the United States of America: 2018. 	
<ul style="list-style-type: none"> JungHyun Han. “Introduction to Computer Graphics with OpenGL ES”. CRC Press, the United States of America, 2018. 	

รายการ	ภาพประกอบ
<ul style="list-style-type: none"> John Vince. “Mathematics for Computer Graphics”. Fifth edition. Springer-Verlag London Ltd, United Kingdom: 2017. 	
<ul style="list-style-type: none"> Leen Ammeraal and Kang Zhang. “Computer Graphics for Java Programmers”. Third edition. Springer International Publishing, Switzerland, 2017 	
<ul style="list-style-type: none"> Steve Marschner, Peter Shirley, and team. “Fundamentals of Computer Graphics”. Fourth edition. CRC Press, the United States of America, 2016. 	
<ul style="list-style-type: none"> ณัฐพร นันทจิระพงศ์. “เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชา CS4773 เรขภาพคอมพิวเตอร์ ฉบับปรับปรุงปีการศึกษา 2563”. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 2563 	

2. เอกสารอ่านประกอบ/สื่ออิเล็กทรอนิกส์/แหล่งอ้างอิงอื่นๆ ที่นักศึกษาควรอ่านเพิ่มเติม

2.1 หนังสือ เอกสาร และสื่ออิเล็กทรอนิกส์

- Patrick McCabe. “CREATE COMPUTER GAMES – DESIGN AND BUILD YOUR OWN GAME”. John Wiley & Sons, Inc., the United States of America: 2018.
- John M. Blain. “The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling & Animation”. Third Edition. CRC Press, the United States of America, 2016.
- Alexey Boreskov and Evgeniy Shikin, “Computer Graphics From Pixels to Programmable Graphics Hardware”, CRC Press, The United States of America, 2014.
- Mathhew MacDonald, “HTML5 the missing manual”, O’Reilly, the United States of America, 2014
- Amarendra N.Sinha and Arun D. Udai., “Computer Graphics”, Tata McGraw-Hill Publishing: 2008.
- Donald Hearn, M.Pauline Baker and Warren Carithers, “Computer Graphics with OpenGL”, Fourth Edition (International edition). Pearson Education Limited, the United States of America, 2014.
- N. Krishnamurthy., “Introduction to Computer Graphics” McGraw-Hill, International Edition, Singapore: 2002.

- น.ท.ไพศาล โมลิสกุลมงคล, “คอมพิวเตอร์กราฟิกส์ (Computer Graphics using OpenGL)” บริษัทดวงกมลสมัย จำกัด, กรุงเทพฯ: เมษายน 2550.

2.2 เว็บไซต์

- https://www.tutorialspoint.com/computer_graphics/index.htm
- <http://vlabs.iitb.ac.in/vlabs-dev/labs/cglab/experimentlist.html>
- <https://www.siggraph.org>
- <https://www.javatpoint.com/computer-graphics-tutorial>
- <http://math.hws.edu/graphicsbook/c2/index.html>
- <https://www.tutorialspoint.com/html5/index.htm>
- <https://www.khanacademy.org/computing/pixar>
- <http://x3dgraphics.com/>
- <https://www.x3dom.org/>
- <https://sketchfab.com/>
- <https://developers.google.com/web/fundamentals/vr/getting-started-with-webrv>

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

3.1 หนังสือ เอกสาร สื่อสิ่งพิมพ์ และเว็บไซต์นอกเหนือจากชั้นเรียน ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับรายวิชา ที่อยู่ในศูนย์บรรณสารสนเทศ

3.2 เอกสารประกอบการสอนที่อาจารย์ผู้สอนจัดทำและเผยแพร่ไว้ใน HCU E-learning

หมวดที่ 7 การประเมินรายวิชาและกระบวนการปรับปรุง

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

- การประเมินผู้สอนและรายวิชาออนไลน์ของสำนักพัฒนาวิชาการเมื่อสิ้นภาคการศึกษา
- การสอบถามและพูดคุยกับนักศึกษา
- การแสดงความคิดเห็นของนักศึกษาผ่านแบบทวนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักศึกษาผ่าน Google Form

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

- การสังเกตการณ์จากผู้สอน
- การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา

- การสำรวจความคิดเห็นและทัศนคติของนักศึกษา
- การทวนสอบผลประเมินการเรียนรู้

3. วิธีการปรับปรุงการสอน

ระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ในรายหัวข้อ ตามที่คาดหวังจากการเรียนรู้ในรายวิชา ได้จากการสอบถามนักศึกษา หรือการสุ่มตรวจผลงานของนักศึกษา รวมถึงพิจารณาจากผลการทดสอบ และหลังการออกผลการเรียนรายวิชา มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์โดยรวมในรายวิชาดังต่อไปนี้

- การประชุมคณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอน ภายหลังจากได้รับทราบผลประเมินการสอนออนไลน์ของมหาวิทยาลัย
- การประชุมปรึกษาหารือเกี่ยวกับการเรียนการสอนในการประชุมคณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ ภายหลังจากได้รับทราบข้อเสนอแนะจากการตรวจประเมินประกันคุณภาพการศึกษา

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

- การประชุมพิจารณาข้อสอบ และผลสอบโดยคณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ
- การประชุมพิจารณาข้อสอบ และผลสอบโดยคณะกรรมการวิชาการคณะฯ
- การจัดทำแบบทวนสอบ 01 และ 02 ตามข้อกำหนดของสำนักพัฒนาวิชาการ

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

- หลังจากสิ้นภาคการศึกษา ผู้สอนจะทำเข้าสู่ระบบประเมินผลการสอนออนไลน์ที่ได้จากการประมวลผลการตอบแบบประเมินออนไลน์ของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษานั้น เพื่อดูผลและอ่านข้อแนะนำของนักศึกษาทุก ๆ คน และนำไปใช้ประกอบการปรับปรุงในภาค/ปี การศึกษาถัดที่เปิดสอน
- ปรับปรุงรายวิชาและหลักสูตรตามข้อกำหนดของกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขา คอมพิวเตอร์ พ.ศ.2552 และเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558