มหาวิทยาลัยรังสิต

รายละเอียดของรายวิชา

วิทยาลัย/คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

BME 229	การประมวลสัญญาณภาพทางการแพทย์ Medical Image Signal Processing	3 (2-3-6)
วิชาบังคับร่วม	-	
วิชาบังคับก่อน	-	
ภาคการศึกษา	2/2567	
กลุ่ม	01,11	
ประเภทของวิชา	☐ วิชาปรับพื้นฐาน ☐ วิชาศึกษาทั่วไป ■ วิชาเฉพาะ ☐ วิชาเลือกเสรี	

อาจารย์ผู้รับผิดชอบ	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล	อาจารย์ประจำ
อาจารย์ผู้สอน	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล	■ อาจารย์ประจำ ☐ อาจารย์พิเศษ
สถานที่สอน	4-222	■ ในที่ตั้ง ☐ นอกที่ตั้ง
วันที่จัดทำ	1 มกราคม 2568	

หมวดที่ 2 วัตถุประสงค์ของรายวิชาและส่วนประกอบของรายวิชา

1. วัตถุประสงค์ของรายวิชา
    1) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของการประมวลผลภาพทางการแพทย์ การแสดงผลข้อมูลภาพทางการแพทย์
    2) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานด้านการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ และข้อมูลชีวการแพทย์ขั้นพื้นฐานได้
    3) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับการสร้างภาพตัดขวาง
2. คำอธิบายรายวิชา

พื้นฐานของภาพทางการแพทย์ การแสดงภาพในระบบดิจิทัล คุณสมบัติของแสงสีและการมองเห็น ระบบสี การปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยใช้ตัวกรองเชิงพื้นที่และเชิงความถี่ การหาขอบภาพ การแปลงฟูเรียร์แบบ 2 มิติ การสร้างภาพตัดขวางโดยใช้การแปลงฟูเรียร์ และการแปลงแรดอน การสร้างภาพตัดขวางโดยใช้วิธีอัลกอริทึมเชิงพีชคณิตแบบเทคนิคการทำรีคอนสตรัคชันเชิงพีชคณิต และเทคนิคการทำรีคอนสตรัคชันเชิงพีชคณิตแบบเวลาเดียวกัน การนำปัญญาประดิษฐ์รูปแบบการเรียนรู้ของเครื่อง และการเรียนรู้เชิงลึกมาใช้ในทางการแพทย์

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษา

มี .....3.....ชั่วโมง/สัปดาห์

- ■ e-mail :…….
- ☐ Facebook :…….
- ■ Line :……
- ☐ อื่น ระบุ.....

4. ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes: CLOs)

1) นักศึกษาสามารถประมวลผล ปรับปรุงคุณภาพของภาพทางการแพทย์ได้ และแสดงผลภาพทางการแพทย์ได้

2) นักศึกษาสามารถสร้างภาพตัดขวางของ X-ray ด้วยการแปลงฟูเรียร์ และ Back projection ได้

หมวดที่ 3 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

การพัฒนาผลการเรียนรู้ในมาตรฐานผลการเรียนรู้แต่ละด้านที่มุ่งหวัง มีดังต่อไปนี้

1. คุณธรรม จริยธรรม

●	ผลการเรียนรู้	วิธีการสอน	วิธีการประเมินผล
1.2	มีวินัย ตรงต่อเวลา และความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม	• สอดแทรกเนื้อหาด้านความมีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบต่อตนเองและสังคม • สอนแทรกคุณธรรม จริยธรรมในระหว่างที่นำเสนอหัวข้อรายงานโดยการพูดคุยกับนักศึกษา เน้นความรับผิดชอบต่องาน วินัย จรรยาบรรณ ความซื่อสัตย์ต่อหน้าที่ในกลุ่ม ความถ่อมตนและความมีน้ำใจต่อเพื่อนร่วมงาน และความไม่ละโมบ	• สังเกตพฤติกรรมการส่งงานจะต้องเป็นไปตามกำหนดเวลา เพื่อฝึกให้นักศึกษารับผิดชอบต่องาน สามารถทำงานร่วมกัน กับผู้อื่นและมีความตรงต่อเวลา
1.5	ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางด้านวิศวกรรมชีวการแพทย์และแนวทางสังคมธรรมาธิปไตยที่ยึดมั่นในมาตรฐานทางจริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพเป็นใหญ่และถือความถูกต้องเป็นหลักเพื่อแก้ไขปัญหาทางเทคนิคและสังคมที่เป็นพลวัตในด้านต่างๆ อย่างรวดเร็วของศตวรรษที่ 21	• สอนแทรกคุณธรรม จริยธรรมในระหว่างที่นำเสนอหัวข้อรายงานโดยการพูดคุยกับนักศึกษา เน้นความรับผิดชอบต่องาน วินัย จรรยาบรรณ ความซื่อสัตย์ต่อหน้าที่ในกลุ่ม ความถ่อมตนและความมีน้ำใจต่อเพื่อนร่วมงาน และความไม่ละโมบ	• สังเกตพฤติกรรมการส่งงานจะต้องเป็นไปตามกำหนดเวลา เพื่อฝึกให้นักศึกษารับผิดชอบต่องาน สามารถทำงานร่วมกัน กับผู้อื่นและมีความตรงต่อเวลา

	อย่างเต็มรูปแบบด้วยความคิดสร้างสรรค์ มีจินตนาการ ความมั่นใจและความรับผิดชอบ		

2. ความรู้

●	***ผลการเรียนรู้***	***วิธีการสอน***	***วิธีการประเมินผล***
2.1	มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีที่สำคัญในเนื้อหาที่ศึกษา	• การสอนที่เน้นหลักการทางทฤษฎีและประยุกต์ใช้งานทางด้านภาพทางการแพทย์ได้จริง • การเรียนการสอนเน้นให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี มีการทำวิจัยและได้นำงานวิจัยนั้นมาสอนเพื่อให้นักศึกษาได้มีแนวคิด และเข้าใจการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์มากขึ้น • ***มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม*** • ***มอบหมายการบ้านให้ฝึกแก้ปัญหา***	• ***ประเมินและให้คะแนน จากงานที่มอบหมาย*** • ***ประเมินจากการสอบกลางภาค สอบปลายภาค ด้วยข้อสอบ*** • ***ประเมินจาก การนำเสนอหัวข้อรายงาน***
2.3	สามารถวิเคราะห์ ออกแบบ ติดตั้ง ปรับปรุงระบบเครื่องมือหรืองานทางด้านวิศวกรรมชีวการแพทย์ให้ตรงตามข้อกำหนดและความต้องการ	• การสอนที่เน้นหลักการทางทฤษฎีและประยุกต์ใช้งานทางด้านภาพทางการแพทย์ได้จริง • การเรียนการสอนเน้นการนำงานวิจัยมาสอนเพื่อให้นักศึกษาได้มีแนวคิดและเข้าใจการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์มากขึ้น • ***มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม*** • ***มอบหมายการบ้านให้ฝึกแก้ปัญหา***	• ***ประเมินและให้คะแนน จากงานที่มอบหมาย*** • ***ประเมินจากการสอบกลางภาค สอบปลายภาค ด้วยข้อสอบ*** • ***ประเมินจาก การนำเสนอหัวข้อรายงาน***

3. ทักษะทางปัญญา

●	***ผลการเรียนรู้***	***วิธีการสอน***	***วิธีการประเมินผล***
3.3	***สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการทางด้านการแพทย์และการดูแลรักษาสุขภาพได้ถูกต้อง***	● การสอนที่เน้นหลักการทางทฤษฎีและประยุกต์ใช้งานทางด้านภาพทางการแพทย์ได้จริง ● การเรียนการสอนเน้นการนำงานวิจัยมาสอนเพื่อให้นักศึกษาได้มีแนวคิดและเข้าใจการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์มากขึ้น ● ***มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม***	● ***ประเมินและให้คะแนนจากงานที่มอบหมาย***
3.4	สามารถประยุกต์ความรู้และทักษะกับการแก้ไขปัญหาและการทำงานจริงทางวิศวกรรมชีวการแพทย์ได้อย่างเหมาะสม	● ***สอนแบบบรรยาย ถามตอบ*** ● ***มอบหมายงาน*** ● การเรียนการสอนเน้นให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี มีการทำวิจัยและได้นำงานวิจัยนั้นมาสอนเพื่อให้นักศึกษาได้มีแนวคิด และเข้าใจการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์มากขึ้น	● ***ประเมินและให้คะแนนจากงานที่มอบหมาย*** ● ***ประเมินผลจากการสอบกลางภาคและปลายภาค***

4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

●	***ผลการเรียนรู้***	***วิธีการสอน***	***วิธีการประเมินผล***
4.1	***สามารถให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่การแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างในกลุ่ม ทั้งในบทบาทของผู้นำ หรือในบทบาทของผู้ร่วมทีมทำงาน***	● มอบหมายงานให้นักศึกษาทำงานเป็นกลุ่ม และให้นักศึกษามีการอภิปราย และนำเสนอความก้าวหน้าของงาน เพื่อให้นักศึกษามีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้มากขึ้น	● ***ประเมินและให้คะแนนจากงานที่มอบหมาย***
4.3	มีความรับผิดชอบการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเองและทางวิชาชีพอย่าง	● มอบหมายงานให้นักศึกษาทำงานเป็นกลุ่ม และให้นักศึกษามีการอภิปราย และนำเสนอความก้าวหน้า	● ***ประเมินและให้คะแนนจากงานที่มอบหมาย***

	ต่อเนื่องเรียนรู้ภาวะทางอารมณ์ของตนเอง เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น เรียนรู้เทคนิคการขอความช่วยเหลือหรือขอข้อมูลเพื่อนำมาประกอบการทำงาน	ของงาน เพื่อให้นักศึกษามีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้มากขึ้น	

5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

●	***ผลการเรียนรู้***	***วิธีการสอน***	***วิธีการประเมินผล***
5.3	สามารถใช้ภาษาและการสื่อสารที่เหมาะสมอย่างมีประสิทธิภาพทั้งปากเปล่าและการเขียน เลือกใช้รูปแบบของสื่อการนำเสนออย่างเหมาะสม	● มอบหมายงาน ● สอดแทรกกิจกรรมการเรียนรู้ ให้วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลเพื่อเสนอรายงาน	● ***ประเมินและให้คะแนนงานและการนำเสนอ รวมถึงรายงาน***
5.4	สามารถใช้เทคโนโลยี เครื่องมือ อุปกรณ์ ซอฟต์แวร์ หรืออินเทอร์เน็ตในการค้นคว้าในการสื่อสารเพื่อสนับสนุนการทำงาน เช่น การโต้ตอบแสดงความคิดเห็น ประสานการทำงาน การรับ-ส่งงาน	● มอบหมายงาน ● สอดแทรกกิจกรรมการเรียนรู้ ให้วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลเพื่อเสนอรายงาน	● ***ประเมินและให้คะแนนงานและการนำเสนอ รวมถึงรายงาน***

หมวดที่ 4 แผนการสอนและการประเมินผล

1. แผนการสอน

สัปดาห์ที่	หัวข้อ / รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1	Introduction • Principles of biomedical signal • Principles of biomedical image • Digital image o Sampling and quantization o Color theory o Image file formats	5	1. บรรยาย 2. ทดสอบย่อยก่อนเรียน 3. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน 4. ประเมินผลจากการทำแบบฝึกหัด และทดสอบย่อย 5. LCD Projector , Computer , Powerpoint	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล
2	Point processing of image • Arithmetic/logic operations o Image subtraction o Image averaging • Gray level transformations o Historgram equalization o Contrast stretching Thresholding	5	1. บรรยาย 2. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพทางการแพทย์ 3. แบบฝึกหัดท้ายบท 4. ประเมินผลจากการทำแบบฝึกหัด และผลการทดลอง 5. LCD Projector , Computer , Powerpoint 6. โปรแกรม MATLAB	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล
3	Image Enhancement in the Spatial Domain • Convolution • Smoothing spatial filters o Mean filtering o Gaussian filtering o Median filtering • Sharpening spatial filters o First derivative filters ▪ Robert operator ▪ Sobel operator ▪ Prewitt operator	5	1. บรรยาย 2. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพทางการแพทย์ 3. แบบฝึกหัดท้ายบท 4. ประเมินผลจากการทำแบบฝึกหัด และผลการทดลอง 5. LCD Projector , Computer , Powerpoint 6. โปรแกรม MATLAB	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล

	o Second derivative filters		7. ข้อมูลภาพทางด้านการแพทย์	
4	Image Enhancement in the frequency Domain • The 1-D Fourier transform • The 2-D Fourier transform • Filtering in the frequency domain	5	1. บรรยาย 2. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพทางการแพทย์ 3. แบบฝึกหัดท้ายบท 4. ประเมินผลจากการทำแบบฝึกหัด และผลการทดลอง 5. LCD Projector , Computer , Powerpoint 6. โปรแกรม MATLAB 7. ข้อมูลภาพทางด้านการแพทย์	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล
5	Model of the image degradation and restoration process • Noise model • Order statistics filters • Adaptive filters • Blur image • Deblur image	5	1. บรรยาย 2. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพทางการแพทย์ 3. แบบฝึกหัดท้ายบท 4. ประเมินผลจากการทำแบบฝึกหัด และผลการทดลอง 5. LCD Projector , Computer , Powerpoint 6. โปรแกรม MATLAB 7. ข้อมูลภาพทางด้านการแพทย์	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล
6	Morphological Image Processing • Dilation • Erosion • Opening • Closing • Morphological gradient • Morphological skeleton • Perimeter determination	5	1. บรรยาย 2. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพทางการแพทย์ 3. แบบฝึกหัดท้ายบท 4. ประเมินผลจากการทำแบบฝึกหัด และผลการทดลอง 5. LCD Projector ,	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล

			Computer , Powerpoint 6. โปรแกรม MATLAB 7. ข้อมูลภาพทางด้านการแพทย์	
7	Geometric transformations • Scaling • Translation • Shear • Rotation • Affine transform • Perspective transform Segmentation • Thresholding • Region growing • Statistical models • Deep learning (u-net)	5	1. บรรยาย 2. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพทางการแพทย์ 3. แบบฝึกหัดท้ายบท 4. ประเมินผลจากการทำแบบฝึกหัด และผลการทดลอง 5. LCD Projector , Computer , Powerpoint 6. โปรแกรม MATLAB 7. ข้อมูลภาพทางด้านการแพทย์	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล
สอบกลางภาค				
8-9	การสร้างภาพอัลตร้าซาวด์ การสร้างภาพตัดขวางโดยใช้การแปลงฟูเรียร์ 3.1 ทฤษฎีการแปลงฟูเรียร์ 3.2 การประมาณค่าแบบเชิงเส้น (Bilinear Interpolation) 3.3 วิธีการออกแบบการสร้างภาพตัดขวาง โดยใช้การแปลงฟูเรียร์	10	1. บรรยาย 2. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพทางการแพทย์ 3. แบบฝึกหัดท้ายบท 4. ประเมินผลจากการทำแบบฝึกหัด และผลการทดลอง 5. LCD Projector , Computer , Powerpoint 6. โปรแกรม MATLAB 7. ข้อมูลภาพทางด้านการแพทย์	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล
10-11	การสร้างภาพตัดขวางโดยใช้วิธีแบ็คโปรเจ็คชัน 4.1 ทฤษฎีการทำแบ็คโปรเจ็คชัน 4.2 วิธีการออกแบบการสร้างภาพตัดขวางแบ็คโปรเจ็คชัน 4.3 การสร้างภาพตัดขวางโดยใช้วิธีฟิลเตอร์แบ็คโปรเจ็คชัน	10	1. บรรยาย 2. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพทางการแพทย์ 3. แบบฝึกหัดท้ายบท 4. ประเมินผลจากการทำ	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล

			แบบฝึกหัด และผลการทดลอง 5. LCD Projector , Computer , Powerpoint 6. โปรแกรม MATLAB 7. ข้อมูลภาพทางด้านการแพทย์	
12-13	การสร้างภาพตัดขวางโดยใช้วิธีอัลกอริทึมเชิงพีชคณิตแบบART (Algebraic Reconstruction Techniques) 5.1 ทฤษฎีพีชคณิตแบบ ART 5.2 การคำนวณหาค่าแฟกเตอร์น้ำหนัก (Weighing factor) 5.3 การสร้างภาพตัดขวางโดยใช้วิธีอัลกอริทึม ART	10	1. บรรยาย 2. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพทางการแพทย์ 3. แบบฝึกหัดท้ายบท 4. ประเมินผลจากการทำแบบฝึกหัด และผลการทดลอง 5. LCD Projector , Computer , Powerpoint 6. โปรแกรม MATLAB 7. ข้อมูลภาพทางด้านการแพทย์	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล
14-15	บทที่ 6 : การสร้างภาพตัดขวางโดยใช้วิธีอัลกอริทึมเชิงพีชคณิตแบบ SART(Simultaneous Algebraic Reconstruction Techniques) 6.1 SART โปรเจ็คชัน 6.2 SART แบ็คโปรเจ็คชัน	10	1. บรรยาย 2. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพทางการแพทย์ 3. แบบฝึกหัดท้ายบท 4. ประเมินผลจากการทำแบบฝึกหัด และผลการทดลอง 5. LCD Projector , Computer , Powerpoint 6. โปรแกรม MATLAB 7. ข้อมูลภาพทางด้านการแพทย์	ผศ.ดร.ทัศวรรณ พุทธสกุล
สอบปลายภาค				

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการประเมินผลการเรียนรู้	สัปดาห์ที่ประเมิน	ผลการเรียนรู้										สัดส่วนของการประเมิน
		1.2	1.5	2.1	2.3	3.3	3.4	4.1	4.3	5.3	5.4	
การเข้าชั้นเรียน และการส่งแบบฝึกหัด	1 - 15	10										10
ปฏิบัติการ และรายงานปฏิบัติการ	1 - 15	1	1	2	2	2	2					10
สอบกลางภาค (บรรยาย และปฏิบัติ)	5			5	5	5	15					30
สอบปลายภาค (บรรยาย และปฏิบัติ)	8			5	5	5	15					30
วิเคราะห์กรณีศึกษา ค้นคว้า การนำเสนอ Project การทำงานกลุ่ม และนำเสนอผลงาน	12 – 15		2	3	3	3	3	1	1	3	1	20
คะแนนรวมผลการเรียนรู้		11	3	15	15	15	35	1	1	3	1	100
สัดส่วนผลการเรียนรู้		14		30		50		2		4		100

เงื่อนไขการตัดเกรดรายวิชา

1. การตัดเกรดรายวิชา พิจารณาจากคะแนนรวม ดังตารางต่อไปนี้

คะแนนรวม	เกรดที่ได้รับการประเมิน
80-100	A
75-79	B+
70-74	B
65-69	C+
60-64	C
55-59	D+
50-54	D
0-49	F

หมวดที่ 5 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. ตำราและเอกสารหลัก

1) Richard Gordon, Robert Bender and Gabor T. Herman. Algebraic reconstruction techniques (ART) for three-dimensional electron microscopy and x-ray photography. Journal of Theoretical Biology, volume 29, issue 3, pages 471-81, 1970.

2) Richard Gordon. A tutorial on ART (Algebraic Reconstruction Techniques), IEEE Transactions on Nuclear Science, volume 21 , issue 3, pages 78-93, 1974.

3) ศุภชัย งามอเนกรัตน์ การสร้างภาพตัดขวางโดยใช้อัลกอริทึมเชิงพีชคณิต สาหรับเส้นทางเดินแสงแบบกรวย วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท ปีการศึกษา 2547 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

.....

.....

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

1) Anders H Andersen and Avinash C. Kak. Simultaneous algebraic reconstruction technique (SART): a superior implementation of the ART algorithm. Ultrasonic Imaging, volume 6, issue 1, pages 81–94, 1984.

2) ศุภชัย งามอเนกรัตน์, ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ และ มนัส สังวรศิลป์ การสร้างภาพตัดขวางวิธีแบ็คโปรเจ็คชันโดยใช้ความสมมาตรของพิกัด NECTEC Technical Journal, volume 3, no. 12, pages 1-9, 2004.

หมวดที่ 6 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

ประเมินโดยประสิทธิผลโดยใช้แบบประเมินรายวิชาโดยนักศึกษาของมหาวิทยาลัย

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

มีการประเมินแผนการสอนสัมพันธ์กับการประเมินข้อสอบ การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนจากผลการสอบ โดยคณะกรรมการประจำหลักสูตร และคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทั้งจากภายนอกสถาบัน

3. การปรับปรุงการสอน

คณะมีการกำหนดกลไกและวิธีการปรับปรุงการสอนโดย การประชุมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

- ☐ สัมภาษณ์นักศึกษา .....
- ■ การสังเกตพฤติกรรมนักศึกษา…….
- ■ การตรวจสอบการให้คะแนนและประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษา.....
- ■ การประเมินความรู้รวบยอดโดยการทดสอบ.....
- ☐ รายงานผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในแต่ละด้าน.....
- ☐ แบบสำรวจ/แบบสอบถาม.....
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

เชื่อมโยงกระบวนการเรียนรู้ภาคทฤษฎีกับภาคปฏิบัติการ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นพื้นฐานมากขึ้น