

TÍTULO: Introducción al mundo virtual 3D de microtomografías de rayos X			
AÑO: 2025	CUATRIMESTRE: 2°	N° DE CRÉDITOS:	VIGENCIA: 3 años
CARGA HORARIA: 20 horas de teoría y 20 horas de práctica			
CARRERA/S:			

FUNDAMENTOS

La formación de la imagen por un haz de rayos X está dada por las diversas interacciones atómicas de los rayos X con una muestra, por lo que resulta imprescindible explorar los conceptos físicos involucrados para potenciar los resultados de acuerdo a los parámetros experimentales disponibles, asociados al proceso de adquisición, equipamiento, sistema electrónico de control, sistema de adquisición, etc. Por lo tanto, en las diversas tonalidades de grises y su distribución espacial hay información interna y volumétrica del objeto bajo estudio. Esta técnica es aplicada de diversas áreas del conocimiento, desde la Medicina hasta el Arte, por la potencialidad y ventajas que presenta.

En el área del análisis, visualización y modelado virtual de las imágenes 3D, es necesario considerar conocimientos de algoritmos matemáticos de manipulación de imágenes, digitalización, detección de bordes, suavizados, etc., relacionados con el software computacional específico para el tratamiento y procesamientos de las imágenes.

Las imágenes de rayos X involucran diversos tópicos físicos, matemáticos e informáticos, interrelacionados entre sí, que deben ser tenidos en cuenta como un todo para lograr el objetivo final. En estos aspectos existen una variedad de conceptos teóricos, procesos metodológicos y actividades prácticas que deben ser consideradas para maximizar la calidad del resultado final, la información obtenida del objeto a partir de la imagen de rayos X. Por lo tanto, es importante considerar a las imágenes de rayos X como un proceso integrado de acciones, contemplando desde la formación y adquisición de la imagen 2D y 3D, hasta el análisis e interpretación de la misma.

OBJETIVOS

- Conocer los fundamentos básicos involucrados en la formación de la imagen de rayos X.
- Familiarizarse con el equipamiento disponible y los mecanismos para la adquisición de imágenes 2D y 3D.
- Incorporar los conceptos de manipulación digital de las imágenes, utilizando dos software libres.
- Aplicar los conceptos físicos, matemáticos y digitales a situaciones concretas.

PROGRAMA

Unidad I: Fundamentos físicos de formación de imágenes y digitalización.

Interacción de la radiación con la materia. Ley de Lambert-Beer. Imágenes de rayos X. Fuente de contraste. Calidad de la imagen: Resolución espacial. Imágenes 2D: Aspectos matemáticos. Digitalización de una imagen. Procesamiento digital. Filtrado y suavizado. Segmentación y Detección de bordes.

Unidad II: Fundamentos de la tomografía de rayos X.

Equipamientos actuales: tipos, clasificación. Métodos de reconstrucción matemática. Criterios de calidad y artefactos. Índice de Hounsfield y formato DICOM. La tomografía y su aplicación a ciencias biológicas. Diferentes equipos de adquisición de imágenes médicas. Análisis de imágenes de CT. Tomografías hospitalarias vs. Microtomografía. Información a obtener, tipos de archivos y software pagos vs gratuitos/libres.

Unidad III: Microtomografía y Reconstrucción digital.

Procesamiento analítico de microtomografías. Uso del software ImageJ: imágenes en diferentes formatos, conceptos básicos de preprocesamiento, ajustes de escala de tamaño y escala de grises, aplicación de filtros de imagen digital. Técnicas de modelado y visualización 3D. Morfometría geométrica, plugins y herramientas integradas para análisis cuantitativo y cualitativo. Uso del software 3D Slicer y otros softwares disponibles.

Unidad IV: Aplicaciones generales y particulares.

Mesa redonda de discusión. Planteo y exposición de problemáticas generales y caso científicos particulares.

PRÁCTICAS

Práctica 1. Visita al laboratorio. Montaje y preparación de muestras. Adquisición de imágenes de rayos X. Instalación de softwares.

Práctica 2. Visita al laboratorio. Adquisición de imágenes 3D de rayos X. Pautas del diseño experimental.

Práctica 3. Aplicación de los conceptos básicos de preprocesamiento. Procesamiento analítico de microtomografías: imágenes en diferentes formatos, conceptos básicos de preprocesamiento, ajustes de escala de tamaño y escala de grises, aplicación de filtros de imagen digital.

Práctica 4. Aplicación de los conceptos básicos del procesamiento 3D: Modelos 3D. Técnicas de modelado. Visualización. Segmentación. Morfometría geométrica, plugins y herramientas integradas para análisis cuantitativo y cualitativo de algunos aspectos morfológicos.

Práctica 5. Uso del software 3D Slicer y otros softwares disponibles. Mesa redonda: consulta, discusión de casos científicos, etc.

Los prácticos se desarrollarán utilizando el microtomógrafo de rayos X del LAMARX, bajo supervisión del docente a cargo, y en sus respectivos computadores personales, siempre bajo la supervisión de los docentes del curso.

La evaluación de las actividades estará basada en la ejecución de las tareas asignadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Handbook of X-Ray Spectrometry, Practical Spectroscopy Series, Van Grieken, R. E. Y Markowicz, A.A., Vol. 14, Dekker. 1993.
- Visión por computador. Imágenes digitales y aplicaciones. G. Martinsanz, J. de la Cruz García. México. Alfaomega, 2008.
- Introduction to the mathematical of medical imaging. C. Epstein. Philadelphia. Siam, 2008.
- Computed Tomography. Thorsten M. Buzug. Berlin. Springer-Verlag, 2008.
- X-ray computed tomography in biomedical engineering. R. Cierniak. London. Spring-Verlag. 2011.
- Fundamentals of Medical Imaging. Paul Suetens. Cambridge. Cambridge University Press. 2009.
- Techniques for virtual paleontology. M. Sutton, I. Rahman, R. Garwood. West Sussex – UK, Wiley-Blackwell. 2014.
- Virtual Reconstruction: A primer in computer-assisted paleontology and biomedicine. C.P.E. Zollikofer, M.S. Ponce de León. New Jersey. John Wiley & Sons, 2005.

- Tecnologías 3D. Desvendando o Passado, Modelando o Futuro. Lopes, J., Brancaglion Jr., A., Azevedo, S.A. & Wener Jr., H. LEXIKON, Rio Grande do Sul, 2013.
- Schneider, C. A., Rasband, W. S. & Eliceiri, K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. Nature Methods 9, 671–675 (2012).
- Rueden, C. T. et al. ImageJ2: ImageJ for the next generation of scientific image data. BMC Bioinformatics 18, 529 (2017).
- Schindelin, J. et al. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. Nature Methods 9, 676–682 (2012).
- 3D Slicer as an Image Computing Platform for the Quantitative Imaging Network. Fedorov A., Beichel R., Kalpathy-Cramer J., Finet J., Fillion-Robin J-C., Pujol S., Bauer C., Jennings D., Fennessy F.M., Sonka M., Buatti J., Aylward S.R., Miller J.V., Pieper S., Kikinis R. Magnetic Resonance Imaging. 2012 Nov;30(9):1323-41. PMID: 22770690. PMCID: PMC3466397.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

La condición de regularización es la aprobación de todos los prácticos. El examen final consistirá de una parte teórica y una práctica, el cual deberá ser respondido el último día de curso de manera individual. La parte teórica será evaluada por medio de un cuestionario sobre los conceptos brindados, mientras que la parte práctica será evaluada con el desarrollo de una tarea práctica específica.

REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO

Conocimientos elementales sobre la interacción de la radiación con la materia.