

**Planificación de la Asignatura:** Procesamiento Digital de Imágenes

**Fecha:** 23/10/2024 13:02

**Código:** L1331

**Carrera:** Licenciatura en Bioinformática

**Departamento Académico:** Bioingeniería

**Docente a cargo:**

**Correo del docente a cargo:** gustavo.bizai@uner.edu.ar

**Régimen de Dictado:** Cuatrimestral 1º Cuatrimestre

**Carga Horaria Semanal:** 4 horas semanales

**Carga Horaria Total:** 56 horas

---

**Contenidos Mínimos:**

Discretización de las imágenes – Matemática Discreta bidimensional – Procesamiento de imágenes lineales y estadísticos – Segmentación y Restauración de imágenes – Análisis de Imágenes – Sistemas de archivos y transmisión de imágenes – Compresión de imágenes.

**Competencias Genéricas:**

- CT 1 1. Identificación, formulación y resolución de problemas de la disciplina Bioinformática. Nivel de Dominio 3.
- CT 4 4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la disciplina Bioinformática. Nivel de Dominio 3.
- CS 1 1. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo. Nivel de Dominio 2.
- CS 2 2. Fundamentos para una comunicación efectiva. Nivel de Dominio 2.
- CS 3 3. Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable. Nivel de Dominio 2.
- CS 5 5. Fundamentos para el aprendizaje continuo y autónomo. Nivel de Dominio 2.

**Competencias Específicas:**

- CE 3 Desarrollar estudios en metodologías estadísticas, matemáticas y computacionales para analizar el genoma y la expresión génica. Nivel de Dominio 3.
- CE 5 Generar estrategias para la modelización de epidemias que permitan analizar la evolución de las mismas en los diferentes espacios sociales tendientes a la elaboración de planes y proyectos que permitan elaborar políticas de salud destinadas a prevenir sus consecuencias sociales. Nivel de Dominio 1.
- CE 7 Participar en estudios de cambio global y pérdida de biodiversidad mediante la creación de modelos que incorporen variables para evaluar los posibles efectos de tales modificaciones. Nivel de Dominio 1.

**Argumentación de aportes marcados en la matriz de competencias:**

Los estudiantes adquieren las herramientas necesarias para el realce y restauración, la segmentación y análisis de imágenes. Se proveen durante el cursado imágenes biológicas relacionadas con la profesión (imágenes de microscopía, microarrays para estudiar la expresión de genes, imágenes de teledetección para epidemiología panorámica) . Dichas herramientas aportan a la detección de los problemas asociados con imágenes y su solución, con un dominio alto de autonomía y autogestión. Se aborda con una aproximación inicial la utilización de imágenes satelitales para epidemiología panorámica y evaluación de signos de cambio climático.

Se promueve la generación de proyectos en grupos, su presentación y defensa oral. Asimismo, se remarca la consideración de que las imágenes que procesan y analizan son biológicas y por consiguiente, los resultados de dicha manipulación tienen consecuencias en los diagnósticos, planificaciones, bioestadísticas y/o tratamientos de seres vivos, con la responsabilidad que ello significa.

---

**Correlativas Regulares para cursar:**

Métodos Estadísticos

Señales y Sistemas

**Correlativas Aprobadas para cursar:**

Programación Avanzada

**Correlativas Aprobadas para promocionar o rendir el examen final:**

Primer año

Programación Avanzada

**Insercion de la Asignatura en el plan de Estudios:**

Procesamiento Digital de imágenes se encuentra ubicado en el cuarto año de la carrera donde el estudiante ya tomó los conocimientos de las bases matemáticas e informáticas necesarias para poder comprender una de las herramientas más utilizadas para la obtención de información en la actualidad: el procesamiento de imágenes. El Plan de Estudios 2013 (actualmente vigente) contempla en los tres primeros años las asignaturas base para cursar Procesamiento Digital de imágenes correspondiente al cuarto año, siendo las correlativas Métodos Estadísticos, Señales y Sistemas y Programación Avanzada las asignaturas específicas y necesarias para comprender y desarrollar adecuadamente los contenidos tanto teóricos como prácticos de PDI.



**Objetivo General:**

Que el estudiante:

- Logre conocer y profundizar los aspectos fundamentales de la representación digital de imágenes, el tratamiento digital de imágenes y su problemática.
- Realice trabajos experimentales que reflejen situaciones reales típicas, desarrolle su capacidad de análisis aplicando diversas estrategias para resolución de problemas.
- Aumente su creatividad para proponer nuevas soluciones o técnicas alternativas a las existentes.
- Aprenda a utilizar correctamente la terminología técnica específica, se introduzca al pensamiento científico y tecnológico del área.

**Objetivos Particulares:**

Que el estudiante:

- Adquiera conocimientos generales sobre las áreas de procesamiento digital de imágenes.
- Entienda los procesos de transformación de una imagen y aplique los conocimientos sobre ejemplos de tareas reales, conozca las diversas áreas de aplicación del Procesamiento Digital de Imágenes y se interese por estudiar y aplicar sus conocimientos en este campo.
- Extienda sus conocimientos de procesamiento digital de señales unidimensionales a bidimensionales.

**Programa Analítico:**

Programa:

Parte 1: Procesamiento de imágenes

**Unidad I: Fundamentos de imágenes digitales**

Introducción al Procesamiento Digital de Imágenes (PDI). Concepto de imagen. Modelo matemático, parámetros, extensión del campo unidimensional al bidimensional. Imagen digital y PDI. Niveles de procesamiento y disciplinas relacionadas. Etapas fundamentales en un sistema de PDI. Orígenes del PDI. Ejemplos de campos de aplicación.

Formación y percepción de imágenes. El mecanismo de visión humano: partes estructurales del ojo humano, receptores retinales, formación de la imagen en el ojo. Adaptación al brillo y discriminación. Fenómenos de percepción humana: bandas de Mach, contraste simultáneo, ilusiones ópticas. Espectro electromagnético y de luz.

Adquisición y almacenamiento de imágenes. Sensado de imagen y adquisición: diferentes arreglos de sensores. Muestreo y Cuantización de imágenes: conceptos básicos, resolución espacial, cuantificación en tonos de grises. Efectos del muestreo y cuantificación: Aliasing, patrones de Moiré. Arquitectura de un sistema de procesamiento digital de imágenes: dispositivos de captura, conversión A/D, memoria de video, procesador, monitor. Formatos de las imágenes digitales.

**Unidad II: Operaciones en el Dominio Espacial.**

Conceptos básicos de operaciones sobre la imagen. Transformaciones puntuales de niveles de gris: negativo, logarítmica, potencia, linear por tramos. Procesamiento de histograma: ecualización y especificación, realce local, uso estadístico para el realce. Realce mediante operaciones aritméticas (adición, sustracción, multiplicación, división) y operaciones lógicas (AND, OR, XOR). Fundamentos de filtrado espacial. Filtros espaciales: promediado, pasa-bajos, pasa-altos, mascara difusa, no lineales (mediana, adaptativo, variante). Uso de la primera y segunda derivada para realce. Combinación de métodos.

**Unidad III: Procesamiento de imágenes en color.**

Fundamentos del color. Modelos de color: RGB, CMY/CMYK y HSI. Conversiones entre modelos de color. Procesamiento de imágenes en pseudocolor. Procesamiento a todo color.

**Unidad IV: Operaciones en el Dominio Frecuencial.**

Conceptos básicos. Señales y sistemas en dos dimensiones. Transformada bidimensional de Fourier y su

inversa: definición, propiedades y representación gráfica. Importancia de la magnitud y la fase. Filtros frecuenciales: pasa-bajos, pasa-altos, máscara difusa, alta potencia, énfasis de alta potencia. Fenómeno de Gibbs. Filtrado homomórfico. Correspondencia entre filtrado en el dominio espacial y frecuencial.

#### Unidad V: Restauración de imágenes.

Modelo del proceso degradación/restauración de una imagen. Origen de la degradación. Modelos de ruido: blanco, aleatorio (gaussiano e impulsivo), periódico, dependiente de las coordenadas espaciales.

Restauración por filtrado espacial (filtros de medias, de orden y adaptativo) y frecuencial (rechaza-banda, pasa-banda, notch). Estimación de la función de degradación. Filtrado inverso. Filtrado de Wiener.

Transformaciones geométricas: traslación, zoom, rotación, warping, interpolación, registración.

#### Unidad VI: Compresión de imágenes.

Introducción a la codificación y compresión de imágenes. Compresión sin pérdidas: codificación de Huffman, RLC (RLE) y LZW. Compresión con pérdidas: codificación por nivel de gris y RLC, truncado de bloques, codificación predictiva diferencial, por transformadas. Estándares para la compresión de imágenes.

### Parte 2: Análisis de Imágenes

#### Unidad VII: Procesamiento Morfológico.

Conceptos básicos de teoría de conjuntos y operaciones lógicas en imágenes binarias. Erosión y Dilatación. Apertura y Cierre. Transformación "Hit or Miss". Algoritmos morfológicos básicos (extracción de bordes, llenado de regiones, extracción de componentes conectados, Thinning, Thikening, Skeletons, Pruning). Extensión a imágenes en tonos de grises.

#### Unidad VIII: Segmentación de imágenes.

Detección de Discontinuidades, puntos, líneas, bordes. Detección y unión de bordes, local y global (Transformada Hough). Umbralamiento global, adaptativo y óptimo. Segmentación basada en regiones: Crecimiento de regiones, Separación y unión de regiones.

Fundamentación de la organización y secuenciación de los contenidos (opcional):

La planificación del seminario contempla una parte importante de prácticas en donde al alumno se le presenta problemas puntuales que permiten aplicar la temática expresada en la clase anterior teórica.

**Metodología Didáctica:**

La carga horaria del estudiante según el plan de estudio es de 4 horas semanales. Consideramos que esta asignatura se "aprende haciendo" y la presentación de desafíos prácticos induce al estudiante a un aprendizaje ameno y le da bases sólidas al resolver los problemas. Por lo tanto, hemos propuesto realizar clases teóricas y clases prácticas de 4 hs de duración intercalándolas semana por medio. Los prácticos serán en laboratorio de computación y si bien el Toolbox de PDI de MATLAB es óptimo como herramienta de trabajo, en los últimos años los estudiantes también utilizan Python debido a su característica Open Source, posee una gran cantidad de bibliotecas y frameworks y tiene una gran comunidad de desarrolladores. También ha sucedido que en los últimos años, en general los estudiantes cuentan con equipos propios (notebooks) y se sienten cómodos trabajando con sus propios equipos, proponiendo su uso para los prácticos. De ser así, no es necesario contar con laboratorio de computación y la práctica puede realizarse en el mismo aula donde se dictan las teorías. En caso que algún estudiante no cuente con equipo, se requerirá a la Facultad alguno o se coordinará el uso de Lab. Computación jueves por medio.

**Formación Práctica:**

Las prácticas se dividen en seis laboratorios, que como se escribió más arriba, se intercalan semana por medio con las clases teóricas. Estos son:

- 1- Matemática de la Imagen
- 2- Adquisición y cuantificación
- 3- Procesamiento espacial y frecuencial de imágenes en Grayscale y Color
- 4- Restauración de imágenes
- 5- Transmisión y compresión de imágenes
- 6- Segmentación de imágenes

**Listado de Actividades de Formación Práctica:**

- 1- Matemática de la Imagen. Consiste en trabajar en el laboratorio de computación ensayando diferentes características de las imágenes como funciones bidimensionales, basados en sus conocimientos de funciones 1D estudiadas en Señales y Sistemas (impulso, seno, escalón, exponencial, sinc, etc.)
- 2- Adquisición y cuantificación. Comprender cómo se genera una imagen monocromo y color: sus atributos (resoluciones, SNR), concepto de matriz imagen, modelos de color, entre otros atributos. El estudiante adquiere diferentes imágenes para ser procesadas en prácticos siguientes.
- 3- Procesamiento espacial y frecuencial de imágenes Grayscale y Color. Se le plantea al estudiante problemas en las imágenes tomadas que deberá solucionar realizando procesamiento espacial y frecuencial.
- 4- Restauración de imágenes. De igual forma al práctico anterior se presentan imágenes deterioradas que el estudiante debe restaurar y sacar conclusiones de los métodos.
- 5- Transmisión y compresión de imágenes. Discusión de los diferentes métodos de compresión que se explican en la teoría.
- 6- Segmentación de imágenes. Tratamiento sobre las imágenes adquiridas anteriormente para obtener información cuantitativa.

**Intensidad de la formación práctica**

Detalle de la carga horaria total prevista para cada una de las siguientes actividades:

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 1: 0 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 2: 0 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 3: 0 horas

Horas totales de actividades de formación práctica: 28 horas

**Metodología de Evaluación Durante el cursado:**

La evaluación y seguimiento se realizará a través de seis Trabajos de aplicación práctica presentados cada 15 días (en formato de informes, en correspondencia con los prácticos de laboratorio) y de una evaluación teórico/práctica integradora al finalizar el curso.

Los trabajos prácticos se realizarán en grupos de 2 integrantes, para promover la discusión y análisis de las técnicas aplicadas. Se deberán presentar informes impresos, con la implementación en soporte electrónico. Para la implementación se utilizarán los mismos softwares de desarrollo de práctica (Matlab, Octave, Python u otro).

Para rendir la evaluación integradora se debe tener todos los prácticos aprobados.

El estudiante al finalizar el cuatrimestre rinde una evaluación integradora que, de aprobarla, promociona la materia. La evaluación se aprueba con 60% y se puede recuperar en la semana del calendario académico correspondiente a recuperatorios.

El estudiante que tiene los trabajos prácticos aprobados pero no aprueba la evaluación integradora, queda en condición de Regular y deberá presentarse a rendir la asignatura en Mesa de Exámenes.

**Metodología de Evaluación en Exámenes Finales:**

El estudiante regular puede rendir en las mesas de exámenes un examen equivalente al examen integrador que se realiza al finalizar el cursado. Dependiendo de la cantidad de estudiantes que se presenten en cada caso, se elegirá la modalidad escrita (si son muchos estudiantes) dando preferencia a la modalidad oral. En condición de estudiante libre debe rendir además del examen que se le toma al estudiante regular, un examen práctico sobre los laboratorios dictados en el cursado.

**Condiciones de Regularidad :**

Condiciones de Regularidad y Promoción:

La evaluación y seguimiento se realizará a través de seis Trabajos de aplicación práctica presentados cada 15 días (en formato de informes, en correspondencia con los prácticos de laboratorio) y de una evaluación teórico/práctica integradora al finalizar el curso. Es condición para rendir el examen integrador, tener aprobados los Trabajos de aplicación práctica. Aprobada con 60% la evaluación integradora, el estudiante promociona la asignatura.

Aprobados los trabajos prácticos pero No Aprobada la evaluación integradora, el estudiante regulariza la materia y deberá presentarse a rendir examen final en Mesa de Exámenes.

**Cronograma de parciales durante el primer Cuatrimestre:**

**Primer Examen Parcial:** 13 de Junio de 2024

**Recuperatorio 01:** 27 de Junio de 2024

---

**Cronograma de parciales durante el segundo Cuatrimestre:**

**Primer Examen Parcial:** 07 de Noviembre de 2024

**Recuperatorio 01:** 14 de Noviembre de 2024

**Bibliografía Principal:**

- Rafael C. González, Richard E. Woods, Digital Image Processing, Global Edition, Fourth Edition, Pearson Education, 2018. ISBN 10: 1292223049 ISBN 13: 9781292223049.
- Rafael C. Gonzalez , Richard E. Woods , Steven L. Eddins, Digital Image Processing Using MATLAB, 2nd ed. Editorial: Gatesmark Publishing, 2009. ISBN 10: 0982085400 / ISBN 13: 9780982085400
- Joaquín Azpiroz Leehan, Verónica Medina Bañuelos y Jean-François Lerallut, Procesamiento de imágenes biomédicas. Universidad Autónoma Metropolitana de México, Unidad Iztapalapa, México D. F., 2000. (versión impresa y electrónica).
- Image Processing Toolbox for Use with MatLab, MathWorks.  
<http://www.mathworks.com/products/image/>

**Bibliografía Complementaria:**

- William K. Pratt, Digital Image Processing: PIKS Inside, Third Edition., Copyright © 2001 John Wiley & Sons, Inc. ISBNs: 0-471-37407-5 (Hardback); 0-471-22132-5 (Electronic)
- Anil K. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall. 2002
- D. H. Hubel and T. N. Wiesel, Fundamentals of Digital Image Processing. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1989.
- Bernd Jähne, Digital Image Processing. 5ª edición, Springer, 2002.
- Jae S. Lim, Two Dimensional Signal and Image Processing, Prentice Hall Signal Processing Series. 1998
- R. Klette and P. Zamperoni. Handbook of Image Processing Operators. Chichester, West Sussex, John Wiley and Sons, 1996.
- Gerhard X. Ritter; Joseph N. Wilson, Handbook of Computer Vision Algorithms in Image Algebra, CRC Press, CRC Press LLC ISBN: 0849326362, Pub Date: 05/01/96.

- J. C. Russ, The Image Processing Handbook, 2nd. Edition. Boca Raton, EUA, CRC Press, 1995.

**Equipo de Cátedra:**

Procesamiento Digital de Imágenes (PDI) de la carrera de la Licenciatura en Informática se dicta con el equipo de cátedra de Equipamiento para Diagnóstico por Imágenes. Esta última asignatura se dicta en ambos cuatrimestres y PDI solamente en un cuatrimestre del año (corresponde al Primer Cuatrimestre). Cabe mencionar que, excepcionalmente durante 2024, PDI se dictará en el Segundo Cuatrimestre.

Docente responsable: Mg. Bioing. Gustavo Bizai.

Docentes a cargo: Mg. Bioing. Gustavo Bizai y Dr. Marco López Ibarra.

El dictado de la asignatura del año 2024 estará a cargo de Gustavo Bizai para las clases de teoría y Marco López Ibarra para las prácticas.

**Actividades de Investigación Gestión y Extensión:**

Prof Titular Ing Edgardo A Bonfils

Durante el 2024 se pretende desarmar el equipamiento obsoleto de imágenes y puesta a punto del Arco en C RX . para lo cual se solicitará personal adscripto

Reestructuración del equipamiento de laboratorio de la Cátedra.

Integrante del PID-UNER 6209 Título: "DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE ANTENAS PARA ABLACIÓN POR MICROONDAS"

Prof Adjunto dedicación parcial Bioingeniero Gustavo Bizai.

Integrante de Proyecto de Investigación PIDUNER 6205 "Sistema de Información basado en norma DICOM para aplicaciones oftalmológicas orientadas a Retinopatías Del Prematuro (ROP)", aprobado por Res.

192/19 el 22 de agosto de 2019. Duración: 3 años (prorrogado y finalizado diciembre de 2023, pendiente entrega de Informe Final). Director: Mg. Bioing. Adrián Salvatelli, ex-integrante de la Cátedra.

Integrante de Proyecto de Investigación PIDUNER 6240 "Diseño e implementación de modelos biomecánicos y metodologías de procesamiento de datos para el análisis del movimiento humano en aplicaciones clínicas, deportivas y ergonómicas", aprobado por Res. 118/23 el 19 de mayo de 2023.

Duración: 3 años. Director: Dr. Bioing. Ariel Braidot.

Profesor Auxiliar de primera Médico Ernesto Uriburu.

Integrante del Laboratorio de Biomecánica a partir de diciembre de 2022, Res CD 450/22.

Los docentes Gustavo Bizai y Ernesto Uriburu forman parte de la CD del Depto. Bioingeniería.

---

**Requisitos de admisión para alumnos oyentes:**

Se considera que para el dictado del presente curso el estudiante tiene conocimientos de álgebra lineal, ecuaciones diferenciales, probabilidad y estadística, programación de computadoras y procesamiento de señales unidimensionales. Según lo indicado en régimen de correlatividades.

---

**Infraestructura, equipamiento y recursos necesarios:**

Las clases teóricas requieren aula con medios audiovisuales (pizarra y cañón) mientras que las clases prácticas requieren computadoras y conectividad a internet. Los estudiantes en los últimos años han

trabajado con sus propias laptops, por lo que se ha utilizado el mismo aula para las actividades prácticas. En caso de que un estudiante no posea equipo, deberá proveerse uno (laptop o PC).

**Otros:**

Horario de consultas:

Edgardo Bonfils: lunes de 12 hs a 15 hs

Gustavo Bizai: jueves de 14 hs a 17 hs