



CURSO DE POSTGRADO

Procesamiento de Imágenes y Bioseñales I

Nombre Curso

SEMESTRE

2

AÑO

2024

PROF. ENCARGADO

Steffen Härtel Gründler

21.323.545-1

Jorge Jara

13.818.120-0

Nombre Completo

RUT

Laboratorio de Procesamiento de Imágenes Científicas SCIAN-Lab, Programa de Biología Integrativa, Instituto de Neurociencias Biomédicas (BNI), ICBM, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, www.scian.cl | www.bni.cl | www.cimt.cl

UNIDAD ACADÉMICA

TELÉFONO

+56 9 9885 1801
+56 9 9313 9431

E-MAIL

shartel@uchile.cl; jjaraw@uchile.cl

TIPO DE CURSO

Avanzado

(Básico, Avanzado, Complementario, Seminarios Bibliográficos, Formación General)

CLASES	23:20 HRS.
SEMINARIOS	03:20 HRS.
PRUEBAS	02:00HRS.
TRABAJOS	13:20 HRS.

Nº HORAS PRESENCIALES	42
Nº HORAS NO PRESENCIALES	80
Nº HORAS TOTALES	120

CRÉDITOS

4

(1 Crédito Equivale a 30 Horas Semestrales)

CUPO ALUMNOS

2

(Nº mínimo)

25

(Nº máximo)

PRE-REQUISITOS

Cursos del Primer Semestre del Magister en Informática Médica; o conocimientos a nivel de pregrado en biología, microscopía de fluorescencia, matemática aplicada, y/o computación.

INICIO

Ver Calendario de Actividades

TÉRMINO

Ver Calendario de Actividades

DÍA/HORARIO
POR SESIÓN Ver Calendario de Actividades

DÍA / HORARIO
POR SESIÓN Ver Calendario de Actividades

LUGAR *SCIAN-Lab, Facultad de Medicina Campus Norte, U. de Chile, Av. Independencia 1027, Block A, Piso 2, Santiago, comuna de Independencia; www.scian.cl; ZOOM*

METODOLOGÍA

*Clases presenciales o virtuales
Prácticos de microscopía y procesamiento de imágenes
Seminarios dentro del marco de los prácticos*

(Clases, Seminarios, Prácticos)

EVALUACIÓN (INDICAR % DE CADA EVALUACIÓN)

*Ejercicios Prácticos (25%)
Seminarios Prácticos (25%)
Examen Final (50%)*

PROFESORES PARTICIPANTES (INDICAR UNIDADES ACADÉMICAS)

ICBM, Facultad de Medicina, U-Chile & Instituto de Neurociencia Biomédica (BNI)

Dr. Steffen Härtel, Director SCIAN-Lab, Programa de Biología Integrativa (PBI), Instituto de Ciencias Biomédicas (ICBM), BNI shartel@uchile.cl
Dr. Mauricio Cerda, SCIAN-Lab, PBI mcerda@med.uchile.cl
Dr. Jorge Jara, BNI-BioMat & SCIAN-Lab, PBI jjaraw@uchile.cl
Dra. Karina Palma, SCIAN/LEO-Lab, BNI kpalmag@u.uchile.cl
Dra. Carmen G. Lemus, SCIAN/LEO-Lab, BNI voyalemus@yahoo.com
MSc. Constanza Vásquez, SCIAN-Lab, PBI covasquezv@inf.udec.cl
Bq. Dante Castagnini, SCIAN-Lab, PBI drcastagnini@uc.cl

Hospital Clínico Universidad de Chile, HCUCH, U-Chile

Dr. Camilo Sotomayor, HCUCH camilosotomayor@uchile.cl
Dr. Gonzalo Pereira, HCUCH gpereira@uchile.cl

Centro de Modelamiento Matemático, CMM, FCFM, U-Chile

Dr. Axel Osses, CMM axosses@dim.uchile.cl

Departamento de Tecnología Médica (DETEM), Facultad de Medicina, U- Chile

Dr. Víctor Castañeda, DETEM vcastaneda@med.uchile.cl
Dr. Enzo Aguilar, DETEM eaquilar@uchile.cl

Temas para seminarios curso I-II

- Patología digital/microscopía virtual 360°, Tissue Scanner (Francisca)
- Microscopía y microbiología de expansión, Publicación de Métodos (Dante)
- Radiología & IA, CIMT/HCUCH (Constanza)
- ALPACA I, SCIAN-Drop, SCIAN-Force, estimación de fuerzas y modelos de contornos celulares/droplets (Jorge, Karina, Steffen)
- ALPACA II segmentación y modelos de contornos (Jorge, Mauricio)
- Colocalización de marcadores de DAMPS en células del sistema inmune (Fermín González)

Jupyterlab para Python (Collab privado)

- <http://172.27.71.31:8000>
- Para cálculos y prácticos (GPU disponible), tiene Tensor Flow y todo lo básico instalado
- Solicitar acceso de usuario a Malcolm

DESCRIPCIÓN

Este curso avanzado de postgrado es obligatorio para alumnos del Magister en Informática Médica que eligen el área de Diagnóstico y Tratamiento Computarizado. Abierto a alumnos interesados de otros programas.

OBJETIVOS / COMPETENCIAS

Unidad 1: Adquisición de imágenes biológicas y biomédicas

Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de imágenes biológicas y biomédicas, y la física de los procesos de observación en microscopía, y la digitalización de información.

Unidad 2: Conceptos de microscopía óptica masiva y super-resolution

Comprender los fundamentos teóricos y aplicaciones de técnicas de microscopía óptica masiva y de súper-resolución.

Unidad 3: Teoría de señales e imágenes

Comprender conceptos fundamentales de la teoría de señales y sus aplicaciones para la adquisición de señales biomédicas.

Unidad 4: Representación, filtrado y segmentación de imágenes digitales

Comprender el modelo digital imágenes *raster* en color y escala de grises como representación discreta de una señal en dos o más dimensiones. Describir los conceptos de histograma de intensidad, rango dinámico, y problemas de saturación/*clipping* y *offset*. Aplicar filtros clásicos (umbral, ajuste de histograma, pasa-altos/pasa-bajos, binarios, etc.) y/o basados en convolución discreta para restaurar, mejorar y/o segmentar imágenes digitales. Combinar filtros para la segmentación de regiones de interés definidas por sus bordes y/o su interior en imágenes digitales 2D/3D de microscopía óptica y técnicas afines.

CONTENIDOS / TEMAS

Unidad 1: Adquisición de imágenes biológicas y biomédicas.

Unidad 2: Conceptos de microscopía óptica masiva y super-resolution

Unidad 3: Teoría de señales e imágenes

Unidad 4: Representación, filtrado y segmentación de imágenes digitales

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- *Principles of Fluorescence Spectroscopy*, Lakowicz, Joseph R. (Springer) 2006.
- *Feature Extraction and Image Processing*, Nixon & Aguado (Elsevier) 2002.
- *Digital Image Processing*, R. Gonzalez and R. Woods (Prentice Hall), 3rd Ed, 2008.
- *Quantitative Imaging in Cell Biology*. Waters & Wittman (Eds.). 2014.
- *Fluorescence Microscopy: From Principles to Biological Applications, Second Edition*. Print ISBN:9783527338375 © 2017 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Ulrich Kubitscheck.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- *Fluorescent proteins: a cell biologist's user guide*. Erik Lee. Trends in Cell Biology, 19(11): 649–655. 2009.
- *Computational Methods for Analysis of Dynamic Events in Cell Migration*. Víctor Castañeda *et al*. Current Molecular Medicine, 14(2): 291-307.
- *Seeing is believing? A beginners' guide to practical pitfalls in image acquisition*. Alison J. North. The Journal of Cell Biology, 172(1):9-18, January 2, 2006.
- *The Good, the Bad and the Ugly*. Helen Pearson. Nature 447:138-140, 09 May 2007.

CALENDARIO DE ACTIVIDADES

(A continuación señalar: descripción de la actividad, fechas, horas presenciales y no presenciales, y profesores a cargo)

SESIÓN / FECHA / UBICACIÓN	HO RA S PR ES EN CI AL ES	HO RA S NO PR ES EN CI AL ES	UNIDAD & OBJETIVO	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	PROFESOR
Sesión 1 Lunes 19-ago 18:00 h	3:20	6	Unidad 1-1/4: Adquisición de imágenes biológicas y biomédicas I Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de diferentes imágenes biológicas y biomédicas y la teoría de las señales.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Principios físicos de microscopía óptica, atomic force microscopy (AFM) ○ La física de los procesos de observación en microscopía ○ <i>Optical transfer function</i> (OTF) ○ Restauración de imágenes usando deconvolución (OTF inversa) 	S. Härtel
Sesión 2 Jueves 22-ago 18:00 h	3:20	6	Unidad 1-2/4: Adquisición de imágenes biológicas y biomédicas II Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de diferentes imágenes biológicas y biomédicas, la teoría de las señales y física de los procesos de observación en microscopía, y de la digitalización de la información.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Microscopía <i>in vivo</i> ○ Digitalización de la información en escalas de grises o colores ○ Muestreo (<i>Sampling</i>), Teorema de Nyquist-Shannon 	S. Härtel

<p>Sesión 3 Jueves 29-ago 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p>Unidad 1-3/4: Adquisición de imágenes biológicas y biomédicas III</p> <p>Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de imágenes biológicas y biomédicas y la teoría de las señales y análisis de estructuras en imágenes digitales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Adquisición de imágenes 2D/3D a través de microscopía confocal de fluorescencia ○ Análisis de estructuras en imágenes digitales ○ Principios físicos de microscopía NMR, rayos X, tomografía computarizada, ultrasonido, medicina nuclear ○ Sensores (cámaras, gamma probes, fotomultiplicadores, electrodo, micrófono) ○ Tomografía Computarizada (CT) ○ Resonancia Magnética (MRI) ○ Tomografía por emisión de positrones (PET) ○ Tomografía Computarizada por Emisión de Fotones Individuales (SPECT) ○ Ultrasonido 	<p>S. Härtel / A. Osses</p>
<p>Sesión 4 Jueves 05-sep 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p>Unidad 1-4/4: Adquisición de imágenes biológicas y biomédicas IV</p> <p>Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de imágenes biológicas y biomédicas y la teoría de las señales y deconvolución de imágenes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Microscopía de fluorescencia (práctico) ○ Adquisición de imágenes 2D/3D mediante microscopía confocal de fluorescencia ○ Deconvolución de imágenes con Huygens Software (www.svi.nl) <p>Tema prepasso: Fundamentos de la Fluorescencia, Microscopía Confocal, Deconvolución</p>	<p>S. Härtel / J. Jara</p>
<p>Sesión 5 Martes 10-sep 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p>Unidad 2-1/2: Conceptos de microscopía óptica masiva y super-resolution I</p> <p>Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos y aplicaciones de técnicas de microscopía óptica masiva y de súper-resolución.</p>	<p>Resolución, localización y colocación en sistemas limitados por difracción óptica</p>	<p>S. Härtel</p>

<p>Sesión 6 Lunes 23-sep 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p>Unidad 2-2/2: Conceptos de microscopía óptica masiva y super-resolution II</p> <p>Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos y aplicaciones de técnicas de microscopía óptica masiva y de súper-resolución.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ STED, SIM/ISM, STORM, PALM, SOFI ○ Cálculo de cumulantes ○ Representación interactiva gráfica conectada a modelos estadísticos 	<p>S. Härtel</p>
<p>Sesión 7 Martes 24-sep 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p>Unidad 3-1/3: Teoría de señales e imágenes I</p> <p>Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de imágenes biológicas y biomédicas y la teoría de las señales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sistemas lineales, señales y convolución. ○ Análisis en dominio de frecuencia: Fourier 2D/3D, Wavelets y otras representaciones. 	<p>V. Castañeda</p>
<p>Sesión 8 Martes 01-oct 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p>Unidad 3-2/3: Teoría de señales e imágenes II</p> <p>Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de imágenes biológicas y biomédicas y la teoría de las señales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Muestreo y discretización: Teorema de Nyquist-Shannon. ○ Funciones de Transferencia y ejemplos de filtrado. 	<p>V. Castañeda</p>
<p>Sesión 9 Viernes 04-oct 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p>Unidad 3-3/3: Teoría de señales e imágenes III</p> <p>Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos señales electrofisiológicas, oscilatorias en el dominio del tiempo y frecuencia. Algoritmos de refocalización. Laplacianos y análisis del problema inverso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Señales electrofisiológicas ○ Generación de señales electrofisiológicas. ○ Propiedades de las señales. ○ Adquisición de señales electrofisiológicas. Potencial de campo local y EEG. ○ Análisis de señales oscilatorias en el dominio del tiempo y frecuencia. Amplitud y fase. ○ EEG multicanal: señal e información en función del espacio. Algoritmos de refocalización. Laplacianos y análisis del problema inverso. 	<p>E. Aguilar / A. Osses</p>

Sesión 10 Lunes 07-oct 18:00 h	3:20	6	<p>Unidad 4-1/3: Representación, filtrado y segmentación de imágenes digitales I</p> <p>Objetivo: Comprender el modelo digital imágenes <i>raster</i> en color y escala de grises como representación discreta de una señal en dos o más dimensiones. Describe los conceptos de histograma de intensidad, rango dinámico, y problemas de saturación/<i>clipping</i> y <i>offset</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Modelos de imagen digital <i>raster</i> 2D/3D y multicanal: escala de grises, colores (espacios y tablas de color), opacidad. Compresión y visualización. ○ Rango dinámico. Histogramas de intensidad y su ecualización. Ajustes de brillo y contraste. 	J. Jara
Sesión 11 Martes 08-oct 18:00 h	3:20	6	<p>Unidad 4-2/3: Representación, filtrado y segmentación de imágenes digitales II</p> <p>Objetivo: Aplicar filtros clásicos (umbral, ajuste de histograma, pasa-altos/pasa-bajos, binarios, etc.) y/o basados en convolución discreta para restaurar, mejorar y/o segmentar imágenes digitales. Combina filtros para la segmentación de regiones de interés definidas por sus bordes y/o su interior en imágenes digitales 2D/3D de microscopía óptica y técnicas afines.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Filtros pasa-altos y pasa-bajos. ○ Filtros de umbral y de imágenes binarias (<i>region growing</i>, filtros morfológicos, operaciones binarias, etc.). ○ Detección de formas mediante ajuste de plantillas (<i>template matching</i>). ○ Filtros basados en convolución discreta (Gauss, Laplace, Sobel, etc.) Práctico. 	J. Jara
Sesión 12 Martes 15-oct 18:00 h	3:20	6	<p>Unidad 4-3/3: Representación, filtrado y segmentación de imágenes digitales III</p> <p>Objetivo: Aplicar filtros de umbral, de ajuste de histograma, pasa-altos, pasa-bajos, binarios, y otros basados en convolución discreta para restaurar, mejorar y/o segmentar imágenes digitales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Modelos de regiones de interés (ROIs) 2D/3D discretos, de contorno e interior/exterior. ○ Conceptos de métodos variacionales y ecuaciones diferenciales para optimización de modelos deformables/contornos activos implícitos y paramétricos; funcional de Mumford-Shah. ○ Modelos de clasificación entrenables para segmentación. Práctico. 	J. Jara
Sesión 13 Viernes 18-oct 18:00 h	2	7	Unidades 1-4	Examen	TODOS

