



Programa de Procesamiento de imágenes para biología y medicina

1. Procesamiento de imágenes para biología y medicina

2. CRÉDITOS

10 créditos

3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

Se introducirán los conceptos principales del procesamiento de imágenes por computadora con especial énfasis en su aplicación de ciencias de la vida como ser imágenes de microscopía. Se abarcarán los distintos aspectos de un área muy extensa de manera de dejar claros los conceptos generales subyacentes y abrir la puerta a un estudio más detallado por parte del estudiante. Al finalizar el curso el estudiante comprenderá los fundamentos del procesamiento de imágenes por computadora, tendrá experiencia en el uso de software que implementa algoritmos de procesamiento de imágenes y podrá encarar proyectos de aplicación en esta área, en diálogo con personal más experimentado. Se tendrán en cuenta aspectos específicos de la adquisición y procesamiento de imágenes de microscopía como ser deconvolución, colocalización, super-resolución y sus consideraciones en las publicaciones.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Se realizarán clases teórico/prácticas de 4 horas a razón de tres clases por semana durante cuatro semanas. Los estudiantes aplicarán los conceptos teóricos mediante el uso de un software que implementa una biblioteca de algoritmos de procesamiento de imágenes a fin de impulsarlos a consolidar los conceptos a través de la práctica y el desarrollo de nuevos procedimientos (macros, scripts).

El curso incluye un seminario científico interdisciplinario (dos días, 8 horas por día) donde se presentarán proyectos y herramientas avanzadas de procesamiento y análisis de imágenes biomédicas. Además de la oportunidad de observar la puesta en práctica de los métodos vistos en el curso en proyectos de mayor envergadura, se tendrá la oportunidad de interactuar con los expositores y participantes fomentando las posibles colaboraciones y planteo de proyectos de investigación.

5. TEMARIO

1. Introducción. Procesamiento de imágenes: problemas y aplicaciones. Relaciones con disciplinas vecinas. Pasos fundamentales en el procesamiento de imágenes: Esquema general de un sistema de visión por computador.
2. Representación y visualización imágenes. Arreglos de datos multidimensionales. Imágenes vectoriales. Discretización espacio-temporal. Cuantificación. Visualización

de imágenes 2D, 3D, 3D+t. Formatos de almacenamiento.

3. Adquisición y formación de imágenes. Relación con el modelo de la visión humana. Modelo de color. Modelo de ruido. Concepto de Apertura. Relación con la resolución. Formación de imagen en microscopio óptico, de fluorescencia y confocal. OTF/PSF
4. Introducción a ImageJ/FIJI. Presentación del software ImageJ/FIJI. Comandos y operaciones. Manejo de memoria. Operaciones sobre imágenes, filtrado, regiones de interés, macros, plugins. Otras aplicaciones similares (Icy) y complementarias (Omero).
5. Histogramas y operaciones de píxeles. Histogramas, operaciones con histogramas, ecualización de histograma, modificación brillo y contraste, cuantificación, umbralización global y local.
6. Sistemas lineales y filtrado de señales. Filtros lineales, convolución. Filtros no lineales. Filtros en el espacio y en frecuencia. Difusión isotrópica y anisotrópica.
7. Análisis frecuencial. Teoría de Fourier. Descomposición en senos y cosenos. FFT. Transformada de Fourier. Propiedades. Ancho de banda. Módulo y fase. Teorema de convolución. Filtrado en el espacio y en frecuencia.
8. Restauración. Modelo de la degradación: desenfoque, borroneo, ruido. Métodos de restauración. Filtro adaptivo. Filtro inverso. Medidas de desempeño.
9. Deconvolución. Convolución-Deconvolución. Filtro de Wiener. Deconvolución iterativa. Deconvolución ciega. Regularización. Estimación de la PSF. Ejemplos de plugins en FIJI e ICY.
10. Segmentación. Detección de discontinuidades vs regularidades. Detección de bordes, detección de líneas, detección de regiones. Morfología matemática. Watershed. Contornos activos.
11. Análisis de formas. Análisis de objetos detectados en imágenes. Factor de forma. Medidas geométricas Medidas estadísticas.
12. Análisis de imágenes a color y textura. Teoría del color. Espacios de representación de color. Texturas estructural y estadísticas. Métricas para texturas. Conceptos básicos de Aprendizaje Automático para clasificación de texturas.
13. Colocalización. Definición. Registrado de imágenes, localización y colocalización. Influencia de los fluoróforos. Índices de colocalización. Análisis de correlación. Métodos basados en píxeles. Métodos basados en regiones o partículas.
14. Tracking. Seguimiento de objetos (células, spots) en secuencias de imágenes.
15. Super-resolución. Criterios de resolución. Influencia de la PSF. Técnicas modernas de nanoscopía. Métodos basados en luz estructurada (SIM). Métodos basados en depleción de fluorescencia (STED). Métodos estocásticos (PALM, STORM, SOFI).
16. Buenas prácticas en el uso de imágenes en publicaciones.
17. Ejemplos y aplicaciones.

6. BIBLIOGRAFÍA

	Básica	Complementaria
1.		
2. Introducción	[1,2,3]	[5]
3. Representación y visualización imágenes	[1,2,3]	[5]
4. Adquisición y formación de imágenes	[2,4]	[6]

5. Introducción a ImageJ/FIJI	[2]	[6]
6. Histogramas y operaciones de píxeles:	[1,2,3]	[5]
7. Sistemas lineales y filtrado de señales	[1,2,3]	[5]
8. Análisis frecuencial	[3]	[6]
9. Restauración	[1,2,3]	[5]
10. Deconvolución	[2]	[5,6]
11. Segmentación	[1,2,3]	[5]
12. Análisis de formas	[3]	[5]
13. Análisis de imágenes a color y textura	[1,3]	[5]
14. Colocalización	[4]	
15. Tracking	[4]	
16. Super-resolución	[4]	[6]
17. Buenas prácticas en el uso de imágenes en publicaciones	[4]	

6.1 Básica

1. Burger, Wilhelm, Burge, Mark J. (2011). Principles of Digital Image Processing: Fundamental Techniques. Springer. ISBN: 978-1848001909.
2. Bankhead, Peter (2014). Analyzing fluorescence microscopy images with ImageJ. Disponible online en <http://go.qub.ac.uk/imagej-intro>
3. Burger, Wilhelm, Burge, Mark J. (2007). Digital Image Processing: An Algorithmic Introduction using Java. Springer.
4. Artículos relevantes de la literatura y tutoriales online, serán presentados durante el curso.

La primera referencia hace una presentación de los temas independiente de lenguajes de programación o un software en particular. Las siguientes referencias además de presentar los temas incluyen una descripción asociada al software que se utiliza durante el curso (ImageJ/Fiji) y un lenguaje de programación (Java).

6.2 Complementaria

5. Gonzales, Rafael C., Woods Richard E. (1992). Digital Image Processing. Addison-Wesley Pub Co. ISBN: 201508036
6. Kubitscheck, Ulrich (Editor) (2013). Fluorescence Microscopy: From Principles to Biological Applications. Wiley-Blackwell. ISBN: 978-3-527-32922-9.

7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos: Probabilidad. Programación.

7.2 Conocimientos Previos Recomendados:

ANEXO A
Para todas las Carreras

A1) INSTITUTO

Instituto de Ingeniería Eléctrica

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Semana 1	18. Introducción: 1 hora 19. Representación y visualización imágenes: 3 horas 20. Adquisición y formación de imágenes: 1 hora 21. Introducción a ImageJ/FIJI: 1 hora 22. Histogramas y operaciones de píxeles: 2 horas 23. Sistemas lineales y filtrado de señales: 2 horas
Semana 2	24. Análisis frecuencial: 2 horas 25. Restauración: 2 horas 26. Deconvolución: 2 horas 27. Segmentación: 4 horas
Semana 3	28. Análisis de formas: 2 horas 29. Análisis de imágenes a color y textura: 2 horas 30. Colocalización: 2 horas 31. Tracking: 2 horas
Semana 4	32. Super-resolución: 1 hora 33. Buenas prácticas en el uso de imágenes en publicaciones: 2 horas 34. Ejemplos y aplicaciones: 2 horas

A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La asignatura se evaluará por medio de tres entregas de ejercicios prácticos durante el curso (en las semanas 2, 3 y 4) y un proyecto final. Las entregas son individuales. El peso relativo de las entregas de ejercicios prácticos es de 20% cada una, el peso del proyecto es de 40%.

La dedicación horaria estimada para la aprobación del curso es de 150 horas desglosadas de la siguiente manera:

- Horas de clase (teórico): 19 (clases teóricas) + 16 (Seminario Interdisciplinario)
- Horas de clase (práctico): 23
- Horas de evaluación presencial: 6
- *Subtotal horas presenciales: 64*
- Horas de estudio: 56
- Horas de resolución de proyecto: 30

A4) CALIDAD DE LIBRE

No tiene examen; no se puede acceder a la calidad de libre.

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

Cupos mínimos: 0
Cupos máximos: 10

Este es un curso de posgrado PEDECIBA para estudiantes de maestría o doctorado de carreras relacionadas a las Ciencias de la Vida (medicina, biología, bioquímica, veterinaria, entre otras), y se ofrece también como curso de grado en carreras de ingeniería. El curso es teórico-práctico y se

realiza en una sala de máquinas con una importante componente *hands-on*, el cupo total viene dado por el número de estudiantes que pueden ser tenidos en cuenta dados los recursos docentes disponibles y las estaciones de trabajo. El cupo total (grado y posgrado) consideramos que está en el entorno de los 45 estudiantes de los cuales se garantiza un cupo máximo de 10 estudiantes para el grado. La selección del cupo se realizará teniendo en cuenta el avance en la carrera.

ANEXO B para la carrera de Ingeniería Eléctrica

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

Telecomunicaciones

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso:

Examen: Probabilidad y Estadística. Programación para Ingeniería Eléctrica.

7
31/10

ANEXO C para la carrera de Ingeniería en Computación

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso:

Examen: Probabilidad y Estadística. Programación 3.

APROB. RES. CONSEJO DE FAC. ING.
de fecha 09/11/2017 Exp. 060180-002144-17