Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente

Asignatura: Modelos generativos profundos para imágenes
(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

Modalidad:
(posgrado, educación permanente o ambas)

Posgrado [X]

Educación permanente [X]

Profesor de la asignatura [1]: **Dr. Pablo Musé – Gr. 5 – IIE**
(título, nombre, grado o cargo, instituto o institución)

Profesor Responsable Local [1]:
(título, nombre, grado, instituto)

Otros docentes de la Facultad:
(título, nombre, grado, instituto)

Dra. Lara Raad – Gr. 3 – IIE
Dr. Gastón García - Gr. 2 – IIE

Docentes fuera de Facultad:
(título, nombre, cargo, institución, país)

[1] Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.
(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

[Si es curso de posgrado]
Programa(s) de posgrado: Maestría y Doctorado en Ing. Eléctrica, Matemática, Maestría en Ciencia de Datos y Aprendizaje Automático

Instituto o unidad: Instituto de Ingeniería Eléctrica

Departamento o área: Procesamiento de Señales

Horas Presenciales: 52
(se deberán discriminar las horas en el ítem Metodología de enseñanza)

Nº de Créditos: 10
[Exclusivamente para curso de posgrado]
(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem Metodología de enseñanza)

Público objetivo: Este curso busca introducir los modelos generativos profundos y su aplicación al procesamiento de imágenes a estudiantes de posgrado en Ingeniería Eléctrica, Ingeniería en Computación, Matemática, Ciencia de Datos y Aprendizaje Automático o ramas afines.

Cupos: Mínimo: 9; Máximo: 30.
Se adjunta nota fundamentando los cupos propuestos y método de asignación.
(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo

máximo, el criterio general será el orden de inscripción, hasta completar el cupo asignado)

Objetivos:

Este curso explora las técnicas y modelos más avanzados de inteligencia artificial que se utilizan para generar muestras realistas a partir de un conjunto de datos. Estos modelos aprenden la distribución subyacente de los datos, ya sea de forma explícita o implícita, y generan nuevas muestras de acuerdo a dicha distribución. La parametrización de los modelos generativos mediante redes neuronales profundas ha permitido aprender estas distribuciones para datos en espacios de muy alta dimensión, dando lugar a métodos capaces de sintetizar muestras realistas de datos complejos, como imágenes, audio y texto. En la actualidad, los modelos generativos, como los modelos de difusión, han transformado la creación visual al permitir que las máquinas generen imágenes, tanto de arte como de retratos fotorrealistas, sin intervención humana directa. Estos avances están redefiniendo industrias como el diseño gráfico, la moda, los videojuegos, la medicina y la publicidad.

En este curso estudiaremos los fundamentos de los modelos generativos profundos y su entrenamiento mediante técnicas de optimización estocástica. Trabajaremos con modelos autorregresivos, autoencoders variacionales, normalizing flows, modelos de difusión y redes generativas antagónicas. También presentaremos algunas aplicaciones a problemas de tratamiento de imágenes.

Los objetivos del curso son:

- Desarrollar una comprensión profunda de los fundamentos matemáticos y probabilísticos de los modelos generativos profundos.
- Entender las diferencias, las ventajas y las limitaciones de los distintos modelos generativos profundos.
- Entender las dificultades vinculadas al entrenamiento de estos modelos.
- Diseñar e implementar modelos generativos utilizando frameworks populares como PyTorch.

Conocimientos previos exigidos:
Conocimientos básicos de Cálculo diferencial, Álgebra Lineal, Probabilidad y Estadística, Programación (conocimientos sólidos en al menos un lenguaje de programación), así como algún curso introductorio de aprendizaje automático.

Conocimientos previos recomendados:
Familiaridad con conceptos básicos de reconocimiento de patrones, procesamiento de imágenes, optimización, programación en lenguaje Python y algún curso introductorio de aprendizaje profundo.

Metodología de enseñanza:
(comprende una descripción de la metodología de enseñanza y de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura, distribuidas en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

Descripción de la metodología:
Se dictarán 38 hs. de clases teórico-prácticas divididas en 19 clases de dos horas cada una, a razón de dos clases por semana. Se estima una dedicación similar por parte del estudiante para estudiar los temas impartidos en clase, 40 horas para resolver los ejercicios de práctico y 20 horas para la realización del trabajo final.

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico): 30
- Horas de clase (práctico): 8
- Horas de clase (laboratorio): 0
- Horas de consulta: 10
- Horas de evaluación: 4
    - Subtotal de horas presenciales: 52

- Horas de estudio: 38
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 40
- Horas proyecto final/monografía: 20
    - Total de horas de dedicación del estudiante: 150

Forma de evaluación:

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de posgrado, si corresponde]
[Indique la forma de evaluación para estudiantes de educación permanente, si corresponde]

La evaluación consiste en:

1. La entrega de tres obligatorios con ejercicios de máquina y preguntas teóricas.
2. Tres controles escritos (múltiple opción) distribuidos a lo largo del curso, para evaluar conocimientos conceptuales vinculados al curso y a los obligatorios.
3. El estudio de un trabajo científico publicado recientemente y presentación oral de un resumen del mismo.

El curso se aprueba exclusivamente por exoneración no existiendo acto de examen.

Para aprobar la asignatura el estudiante deberá cumplir con estos tres requerimientos:

1) Aprobar al menos el 70 % de los obligatorios,
2) Aprobar al menos el 60% de los controles escritos múltiple opción,
3) Presentar oralmente el tema estudiado de manera aceptable.

En base a las calificaciones recibidas durante el curso y a su desempeño en la instancia de defensa, el estudiante podrá reprobar la asignatura, o aprobar la asignatura según la escala de calificaciones estándar.

Temario:

Tentativamente, se intentarán cubrir los siguientes temas:

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

2. MODELOS AUTORREGRESIVOS

3. APRENDIZAJE POR MÁXIMA VEROSIMILITUD

4. AUTOENCODERS VARIACIONALES

5. *NORMALIZING FLOWS*

6. REDES GENERATIVAS ADVERSARIALES

7. *ENERGY BASED MODELS*

8. *SCORE BASED MODELS*

9. EVALUACIÓN DE MODELOS GENERATIVOS

10. SCORE BASED DIFFUSION MODELS

11. MODELOS DE VARIABLES LATENTES DISCRETAS

12. MODELOS DE DIFUSIÓN PARA DATOS DISCRETOS

Bibliografía:

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

La bibliografía seguirá varios artículos y algunos capítulos de libros publicados recientemente. La lista de artículos es extensa y dinámica, por lo que sólo presentamos aquí la lista de libros de referencia, así como otros cursos similares dictados en otras universidades.

1. Jakub, M. T. “Deep Generative Modeling”, Springer, 2024.
2. Bishop, C. M., Bishop, H. “Deep Learning: Foundations and Concepts.” Springer, 2024.
3. Foster, D., “Generative deep learning”, O'Reilly Media, Inc., 2022.
4. Murphy, K. P. “Probabilistic Machine Learning: An Introduction.” The MIT Press, 2022.
5. Murphy, K. P. “Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics.” The MIT Press, 2023.
6. Curso de Stanford, “Deep Generative Models – CS236”, https://deepgenerativemodels.github.io/.

Datos del curso

Fecha de inicio y finalización:

Inicio: semana del 2 de septiembre.
Finalización: Mitad/fin de noviembre.

Horario y Salón: Tentativamente martes y jueves de 8:00 a 10:00. Salón a confirmar.

Arancel:
[Si la modalidad no corresponde indique “no corresponde”. Si el curso contempla otorgar becas, indíquelo]

Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado: No corresponde
Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente: UI 5000