



Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente

Asignatura: Fundamentos de Aprendizaje Automático (Posgrado)¹
(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

Modalidad:

(posgrado, educación permanente o ambas)

Posgrado

Educación permanente

Profesor de la asignatura: Dr. Ing. Federico Lecumberry, Gr. 4, RDT, IIE
(título, nombre, grado o cargo, instituto o institución)

Profesor Responsable Local:

(título, nombre, grado, instituto)

Otros docentes de la Facultad: MSc. Ing. Guillermo Carbajal, Gr. 3, IIE
(título, nombre, grado, instituto)

Docentes fuera de Facultad: NA

(título, nombre, cargo, institución, país)

¹ AAgregar 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: Ingeniería Matemática, Ciencias de Datos y Aprendizaje Automático, Computación e Ingeniería Eléctrica

Instituto o unidad: Ingeniería Eléctrica

Departamento o área: Departamento de Procesamiento de Señales

Horas Presenciales: 60

(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: Dirigido a estudiantes de posgrado que cumplan los conocimientos exigidos y se interesen por un primer curso sobre los fundamentos teóricos y el desarrollo de métodos de aprendizaje automático o reconocimiento de patrones en general. El curso apunta a estudiantes sin formación previa en el área, que quieran adquirirla en el marco de su actividad de posgrado.

Cupos: Cupo máximo: 20

(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)

¹ Este curso no acumula créditos con otros cursos que cubran los mismos temas, al igual que con todo curso en alguna temática. En particular, la realización del presente si se aprobó el curso de Fundamentos de Aprendizaje Automático y Reconocimiento de Patrones en una carrera de grado acumulará solo los dos créditos correspondientes al Trabajo final.

Objetivos: Este es un curso introductorio al aprendizaje automático, que busca un equilibrio entre la aplicación práctica y sus fundamentos teóricos. Se presenta la teoría que establece un marco conceptual para el aprendizaje automático, y que permite formalizar ciertos aspectos, tales como: en qué consiste aprender, cotas del aprendizaje, relaciones de compromiso, métodos de evaluación. Además, el curso intenta proporcionar los conocimientos necesarios para comprender e implementar algoritmos de aprendizaje automático.

La unidad curricular propone como objetivos que el estudiante sea capaz de desarrollar una sólida comprensión de los fundamentos del aprendizaje automático y manejar varias técnicas clásicas de aprendizaje automático y reconocimiento de patrones. Al finalizar la unidad curricular el estudiante será capaz de comprender e implementar algoritmos de aprendizaje automático con los cuales podrá resolver problemas prácticos de análisis de datos, clasificación y regresión. Se espera que esta unidad curricular brinde una base sólida sobre la cual continuar la formación en el área.

Conocimientos previos exigidos:

Probabilidad y estadística, álgebra lineal, programación, aplicación de transformaciones a señales, análisis de sistemas, procesamiento de señales.

Conocimientos previos recomendados:

Lenguaje de programación Python.

Metodología de enseñanza:

El curso está organizado en dos instancias presenciales semanales de dos horas, alternando sesiones de discusión de los temas teóricos y clases prácticas. La presentación expositiva de los temas teóricos será mediante los videos del curso disponibles en OpenFing. Las instancias de discusión presenciales son espacios activos para la reflexión e intercambio sobre los temas ya vistos por el estudiante y discusión de ejemplos, no se presentará material nuevo. Los temas que corresponden a cada clase están definidos en el cronograma. Las secciones del libro o videos que cubren cada clase están en el temario. Adicionalmente, en cada semana de la página del curso se indica cuáles son los temas que corresponden a dicha semana. El orden y contenido de cada clase así como las fechas de los controles de lectura serán comunicadas en el EVA en la primera clase del curso. Los prácticos y los controles de lectura se realizan en forma presencial. En las clases prácticas los estudiantes desarrollarán habilidades relativas a la programación y aplicarán técnicas de aprendizaje automático sobre datos reales.

En resumen, la dedicación horaria estimada para la aprobación del curso se desglosa de la siguiente manera:

- Horas clase (teórico): 22
- Horas clase (práctico): 24
- Horas clase (laboratorio): 0
- Horas consulta: 4
- Horas evaluación: 10
 - Subtotal horas presenciales: 60
- Horas estudio: 30
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 30
- Horas proyecto final/monografía: 30
 - Total de horas de dedicación del estudiante: 150

Forma de evaluación:

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

El proceso de evaluación incluye la realización individual de seis *controles de lectura*, *cuestionarios prácticos* en cada una de las sesiones prácticas, *dos parciales*, y la realización de un *trabajo final*. Todas las evaluaciones son individuales.

Controles de lectura

Los controles de lectura:

- se realizan en forma presencial al finalizar cada unidad temática,
- consiste en un conjunto de preguntas que el estudiante debe responder,
- se dispondrán a través del EVA y el estudiante deberá realizar el control dentro de un plazo de tiempo previamente establecido,
- no existe puntaje mínimo en cada control de lectura.

Cuestionarios prácticos

Los cuestionarios prácticos:

- se realizan en forma presencial al finalizar cada (hoja de ejercicios prácticos/clase práctica),
- consisten en preguntas sobre la implementación de algunos ejercicios discutidos durante la clase práctica,
- se dispondrán a través del EVA y el estudiante deberá realizar el cuestionario dentro de un plazo de tiempo previamente establecido,
- no existe puntaje mínimo en los cuestionarios.

Parciales

Los parciales:

- se realizarán en forma presencial en los períodos de parciales,
- tienen igual peso en la evaluación total,
- se realizan en máquina,
- consistirán en la resolución de problemas y ejercicios.

Trabajo final

El trabajo final es una monografía donde se seleccionará un artículo de interés para el estudiante en intercambio con los docentes del curso. Deberá entregar un documento escrito breve, original, que será presentado en una instancia oral presencial.

Condiciones para aprobar la unidad curricular

Para aprobar la unidad curricular el estudiante deberá cumplir las siguientes condiciones:

1. realizar al menos cinco de los seis controles de lectura,
2. alcanzar como mínimo el 50% de los puntos del total de los controles, no existiendo puntaje mínimo en cada control de lectura,
3. alcanzar un mínimo de 25% en los puntos de cada uno de los parciales,
4. cumplir con la siguiente expresión:



$$P = 80 P_P + 20 P_{CL} + 10 P_{CP} \geq 60$$

donde

- P_P es el porcentaje de puntos acumulados en los parciales,
- P_{CL} es el porcentaje de puntos acumulados en los controles de lectura, y
- P_{CP} es el porcentaje de puntos acumulados en los cuestionarios prácticos.

5. ser suficientes en la realización del trabajo final y su presentación oral.

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

Temario:

1. *Introducción al aprendizaje automático.* Componentes del problema de aprendizaje automático: conjunto de datos, función objetivo, conjunto de hipótesis, algoritmo de aprendizaje, función de costo. Tipos de aprendizaje: supervisado, no supervisado y por refuerzos. Otras perspectivas sobre el aprendizaje automático. Consideraciones éticas.
2. *Teoría del aprendizaje.* Factibilidad del aprendizaje. Desempeño frente a nuevos datos. Medidas de error, funciones de costo. Aprendizaje frente a datos ruidosos. Diferencia entre datos de entrenamiento y datos de prueba en términos matemáticos. Teoría de la generalización. Dimensión de Vapnik-Chevonenkis (VC). Cotas de generalización. Relación con el número de parámetros y los grados de libertad. Compromiso aproximación y generalización. Generalización vista desde el compromiso sesgo y varianza. Curvas de aprendizaje.
3. *Sobreajuste a los datos.* Sobreajuste y ajuste al ruido. Ruido determinístico versus ruido estocástico. Sobreajuste con polinomios. Regularización. Decaimiento de pesos. Elección del regularizador. Vínculo con dimensión VC. Conjunto de validación. Selección de modelos. Validación cruzada.
4. *El modelo lineal.* Clasificación lineal. El algoritmo de aprendizaje del perceptrón. Datos no linealmente separables. El algoritmo pocket. Regresión lineal. Regresión logística. Introducción a la optimización convexa. Descenso por el gradiente. Extendiendo el modelo lineal mediante transformaciones no lineales.
5. *Métodos basados en similitud.* Medidas de similitud. Vecinos más cercanos (k-NN). Funciones de base radial (RBF). Agrupamiento no supervisado con k-Means. Estimación de densidades de probabilidad. Ventanas de Parzen. Modelo de mezcla de Gaussianas (GMM). El algoritmo de máxima verosimilitud (EM).
6. *Modelos no lineales.* Combinación de perceptrones. El perceptrón multicapa (MLP). Redes neuronales (ANN). Función de activación diferenciable. Aproximación universal. Propagación hacia adelante. El algoritmo de propagación hacia atrás. Gradiente descendente estocástico. Máquinas de vectores de soporte (SVM). El hiperplano óptimo. Maximización del margen. Programación cuadrática. Vectores de soporte. Formulación del problema dual. Métodos de kernel. Soft margins SVMs.
7. *Ingeniería de características y pre-procesado de datos.* Estandarización de características: centrado, normalización y blanqueado. Reducción de la dimensionalidad y selección de características. Análisis de componentes principales. Limpieza de datos. Identificación y tratamiento de outliers.



Bibliografía:

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

- Abu-Mostafa, Y. S., Magdon-Ismael, M., & Lin, H.-T. (2012). Learning from data: A short course. USA. AMLbook.
- Bishop, Christopher M. (2011). Pattern Recognition and Machine Learning. USA. Springer.