



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Programa de Aprendizaje Profundo para Visión Artificial (DLVis)

1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Aprendizaje Profundo para Visión Artificial

2. CRÉDITOS

10 créditos.

3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

En líneas generales, se pretende:

- dotar al estudiante de conocimientos teóricos y prácticos sobre el funcionamiento de los modelos de redes neuronales profundas
- comprender su aplicabilidad a problemas de tratamiento de datos masivos y aprendizaje de representaciones con particular énfasis en los problemas de visión artificial
- entender el problema del entrenamiento de una red neuronal como un problema de optimización no convexa, sus limitaciones y posibles soluciones
- entender el interrelacionamiento entre arquitectura, optimización, regularización y generalización de las redes neuronales
- incorporar los criterios necesarios para la elección de distintas arquitecturas, módulos y componentes según el dominio de aplicación y la tarea a realizar
- conocer modelos probabilísticos de datos en alta dimensión basados en redes neuronales, en particular los modelos generativos
- introducir herramientas de software para la implementación y entrenamiento de redes neuronales

Objetivos Específicos

Objetivos específicos de la ganancia de curso: Se pretende que al aprobar el curso de la asignatura el estudiante sea capaz de:

- saber describir matemáticamente y algorítmicamente los componentes funcionales de una red neuronal
- saber describir matemáticamente e implementar algoritmos de entrenamiento de redes neuronales
- conocer los conceptos de sobre-entrenamiento, regularización y generalización
- implementar algoritmos basados en redes neuronales para problemas de visión
- comprender en detalle las funciones implementadas por las librerías de aprendizaje profundo (e.g. Tensorflow, Pytorch)
- discriminar entre tipos de arquitecturas y algoritmos de aprendizaje profundo
- entender el alcance y las limitaciones de los modelos de aprendizaje profundo

Objetivos específicos de la asignatura: Se pretende que, al aprobar la asignatura, el estudiante haya alcanzado los objetivos de la ganancia de curso y además sea capaz de:

- diseñar, evaluar y validar modelos de aprendizaje profundo
- identificar y comprender las principales tendencias, avances del estado del arte y problemas abiertos relevantes en aprendizaje profundo
- leer y entender artículos científicos del estado del arte en métodos de aprendizaje profundo, en particular en el área de visión artificial, así como comprender bases de código existentes
- para un problema dado, evaluar la aplicabilidad de las técnicas de aprendizaje profundo y en particular cuál modelo, arquitectura y otros componentes algorítmicos son los más adecuados
- entender las complejidades prácticas del entrenamiento de una red neuronal, incorporando herramientas metodológicas para realizarlo con la mayor efectividad posible
- formar una sólida base conceptual para continuar trabajando en aprendizaje profundo a nivel de investigación o industrial

La lista precedente no debe entenderse como una enumeración exhaustiva.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Se darán 39 hs. de clases teórico-prácticas divididas en 26 clases de una hora y media cada una, a razón de dos clases por semana. Se estima una dedicación de 39 horas por parte del estudiante para estudiar los temas impartidos en clase, 50 horas para resolver los ejercicios de práctico y 22 horas para la realización del trabajo final.

5. TEMARIO

Incluye una descripción general de los grandes temas del curso y de los subtemas incluidos en cada uno de ellos.

1. INTRODUCCIÓN

Reseña histórica, motivación, principios del aprendizaje de representaciones de imágenes

2. APRENDIZAJE SUPERVISADO

Aprendizaje supervisado. Métodos lineales de clasificación, regla del k-vecino más cercano, representaciones de imágenes.

3. MODELOS DE REDES NEURONALES

Modelo de neurona, perceptrón, redes totalmente conectadas, redes convolucionales

4. ENTRENAMIENTO

Formulación del aprendizaje como un problema de optimización. Descenso por gradiente estocástico y sus variantes, backpropagation, sobre-entrenamiento, regularización, generalización

5. TÓPICOS AVANZADOS EN REDES CONVOLUCIONALES

Visualización de representaciones aprendidas, transferencia de aprendizaje, ataques adversarios.

6. APRENDIZAJE PROFUNDO EN LA PRÁCTICA

Arquitecturas, bibliotecas de software, hardware.

7. APLICACIONES A VISIÓN ARTIFICIAL

Clasificación y detección de objetos, segmentación. Transferencia de estilo. Problemas inversos en imágenes.

8. MODELOS SECUENCIALES

Redes recurrentes, LSTM, Transformers.

9. MODELOS PROBABILÍSTICOS BASADOS EN APRENDIZAJE PROFUNDO

Estimación y comparación de densidades en alta dimensión. Redes generativas adversarias (GANs), autoencoders variacionales (VAEs), Normalizing Flows. Aprendizaje profundo Bayesiano.

10. GENERALIZACIÓN EN REDES NEURONALES

Teorema de aproximación universal. Occam's razor. Sobre-parametrización. Últimos avances teóricos.

11. OTROS TÓPICOS

Aprendizaje profundo por refuerzo, aprendizaje no supervisado y auto-supervisado, meta-aprendizaje.

12. CHARLAS DE APLICACIONES

Charlas de investigadores o ingenieros trabajando en aprendizaje profundo.

6. BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía seguirá varios artículos y algunos capítulos de libros publicados recientemente.

1. Li, Fei-Fei, L., Karpathy, A., Johnson, J. "CS231n: Convolutional neural networks for visual recognition." Stanford University, notas de curso, 2015.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. "Deep learning". MIT Press, 2016.
3. Bishop, Christopher M. Pattern recognition and machine learning, springer, 2006.
4. MackKay, D. J.. Information theory, inference and learning algorithms. Cambridge university press, 2003.
5. Hastie, T, Tibshirani, R. Friedman, J. "The Elements of Statistical Learning". NY Springer, 2001
6. LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G. "Deep learning." Nature 521.7553 (2015): 436-444.
7. Mallat, S., "Understanding deep convolutional networks." Phil. Trans. R. Soc. A 374.2065 (2016): 20150203.
8. Krizhevsky, A., Sutskever, I., Hinton, G. "Imagenet classification with deep convolutional neural networks." NIPS, 2012.
9. Zeiler, M. D., and Fergus, R. "Visualizing and understanding convolutional networks." ECCV, 2014.
10. Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A. and Bengio, Y. "Generative adversarial nets". NIPS, 2014

7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos:

Conocimientos básicos de Cálculo diferencial, Álgebra Lineal, Probabilidad y Estadística y Programación (conocimientos sólidos en al menos un lenguaje de programación).

7.2 Conocimientos Previos Recomendados:

Familiaridad con conceptos básicos de reconocimiento de patrones y aprendizaje automático, procesamiento de imágenes, optimización, programación en lenguaje Python.

ANEXO A

Para todas las Carreras

Esta primera parte del anexo incluye aspectos complementarios que son generales de la unidad curricular.

A-1) INSTITUTO

Instituto de Ingeniería Eléctrica

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Consiste en un cronograma de avance semanal con detalle de las horas de clase asignadas a cada tema.

| | |
|-----------|---------------------------|
| Semana 1 | Tema 1 (3 hs. de clase). |
| Semana 2 | Tema 2 (3 hs. de clase). |
| Semana 3 | Tema 3 (3 hs. de clase). |
| Semana 4 | Tema 4 (3 hs. de clase). |
| Semana 5 | Tema 5 (3 hs. de clase). |
| Semana 6 | Tema 6 (3 hs. de clase). |
| Semana 7 | Tema 7 (3 hs. de clase). |
| Semana 8 | Tema 8 (3 hs. de clase). |
| Semana 9 | Tema 9 (3 hs. de clase). |
| Semana 10 | Tema 10 (3 hs. de clase). |
| Semana 11 | Tema 11 (3 hs. de clase). |
| Semana 12 | Tema 12 (3 hs. de clase). |
| Semana 13 | Evaluación final. |

A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La evaluación consiste en: 1) La entrega de tres obligatorios con ejercicios de máquina y preguntas teóricas. 2) Una prueba escrita para validar conocimientos conceptuales. 3) El estudio de un trabajo científico publicado recientemente y presentación oral de un resumen del mismo.

A4) CALIDAD DE LIBRE: Los estudiantes no podrán acceder a la Calidad de Libre.

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR: No tiene cupo para estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica.

ANEXO B para la carrera Ingeniería Eléctrica

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

La unidad curricular aporta 4 créditos al área Matemática y 6 créditos al área Fundamentos de Ingeniería Eléctrica.

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso:

Examen de Fundamentos de Aprendizaje Automático, examen de Probabilidad y Estadística, 7 créditos en Informática y 50 créditos en Matemática.

Examen:

No tiene.

ANEXO B para la carrera Ingeniería en Sistemas de Comunicación

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

Procesamiento de la Información.

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso: Examen de Fundamentos de Aprendizaje Automático y Reconocimiento de Patrones, examen de Probabilidad y Estadística, 7 créditos en Programación y 50 créditos en Matemática.

Examen: no aplica.

APROB RES CONSEJO DE FAC. ING.

Fecha: 06/10/2020 Exp. 060180-001554-20