

SYLLABUS
MAGÍSTER EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL
2022 Continuidad

Asignatura : Aprendizaje Profundo
Nombre Profesor : Juan Bekios Calfa
E-mail : juan.bekios@edu.uai.cl, juan.bekios@ucn.cl

1. INTRODUCCIÓN

Deep learning es un conjunto de métodos de aprendizaje automático que intentan modelar datos a partir de arquitecturas complejas compuestas por diferentes transformaciones no lineales. Los elementos principales del *deep learning* son las neuronas artificiales, y las distintas configuraciones de redes de neuronas artificiales, que en su conjunto permiten el diseño e implementación de redes neuronales profundas.

Las técnicas desarrolladas para implementar diferentes arquitecturas de redes neuronales, y en especial el *deep learning*, han permitido el progreso significativo de diferentes áreas de la ingeniería y la inteligencia artificial. Donde destacan, principalmente, aplicaciones de reconocimiento de patrones en imágenes y secuencias de audio, tales como, el reconocimiento del habla, la visión por computador, el procesamiento automático del lenguaje, la clasificación automática de textos, entre muchas otras.

En el curso estudiaremos distintos tipos de arquitecturas utilizadas para implementar redes neuronales:

- **Perceptrón multicapa:** Conjunto de perceptrones divididas en diferentes capas que pueden aproximar relaciones lineales o no lineales entre los atributos de entrada y los datos de salida.
- **Redes neuronales convolucionales (CNN):** Redes que fueron adaptadas principalmente para el procesamiento de imágenes y que son ampliamente utilizadas en un sin número de problemas.
- **Redes neuronales recurrentes:** Utilizadas para datos secuenciales como texto o series de tiempo.

Estas arquitecturas se basan en conexiones entre diferentes capas de distintos niveles de profundidad. Debido a esto, es necesario comprender el funcionamiento teórico y práctico de los algoritmos inteligentes de optimización estocástica, e inicialización, como también la elección adecuada de la estructura más adecuada al tipo de problema que se desea resolver. Las aplicaciones son múltiples debido a que pueden resolver problemas complejos con muy buenos resultados de funcionamiento.

2. OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

El objetivo principal del curso es proporcionar una introducción amplia de las técnicas de redes neuronales artificiales como herramienta de solución a problemas productivos y organizacionales.

Objetivos específicos:

1. Entender los fundamentos y la teoría de los algoritmos existentes para el desarrollo de aplicaciones utilizando técnicas basadas en redes neuronales y aprendizaje profundo (deep learning).
2. Implementar los algoritmos de aprendizaje profundo vistos en clases, en el lenguaje de programación Python utilizando las librerías Pytorch.
3. Evaluar el rendimiento de los modelos implementados a través de métricas.
4. Comprender el uso de las diferentes arquitecturas neuronales para la aplicación adecuada en diferentes tipos de problemas.

3. METODOLOGÍA

El curso será dictado en modalidad semi-presencial. Las actividades desarrolladas consisten:

- **Clase por videoconferencia:** Se realizarán vía Zoom. Las clases se efectuarán en dos bloques de una hora y media, y un tercero de una hora. Por cada bloque habrá 15 minutos de receso:

Bloque 1: 17:00 - 18:30

Break: 18:30 - 18:45

Bloque 2: 18:45 - 20:15

Break 3: 20:15 - 20:30

Bloque 3: 20:30 - 21:30

- **Cada clase estará compuesta de dos partes:** Comenzará con una introducción teórica expositiva para luego desarrollar una actividad teórico-práctica de lo aprendido en la primera parte, y que se denominará laboratorio. Para el desarrollo teórico-práctico es necesario contar con un computador que tenga instalado un navegador con acceso a Google Colab.

- **Evaluaciones:** Cada clase será evaluada por medio de una tarea corta de programación en Python y/o materia vista en clases.

4. EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura seguirá el siguiente desglose de notas:

Nota del curso: Promedio de las tareas cortas.

Fechas de Entrega:

14/03/2022: **Tarea corta número uno** de regresión y clasificación lineal

21/03/2022: **Tarea corta número dos** de implementación de red neuronal poco profunda para regresión y clasificación.

28/03/2022: **Tarea corta número tres** de implementación de una red neuronal convolucional para clasificación (multiclase/multilabel)

11/04/2022: **Tarea corta número cuatro** de implementación de una red neuronal convolucional, evaluación de rendimiento y arquitecturas.

18/04/2022: **Tarea corta número cinco** de redes recurrentes y LSTM.

25/04/2022: **Tarea corta número seis** de autoencoders.

- **Nota mínima de aprobación curso:** 4.0 (cuatro coma cero décimas).
- **Nota mínima de examen:** 3.0 (tres coma cero décimas).

En caso de reprobación del curso, el alumno podrá incurrir a una instancia de examen oral o escrito optando a la nota máxima de aprobación del curso de un 4.0 (cuatro coma cero décimas). La fecha de evaluación recuperativa será asignada por la Coordinación Académica en conjunto con el profesor.

Si el alumno, después de realizar el examen recuperativo, no cumple con alguno de estos dos requisitos, deberá cursar la actividad curricular en una segunda oportunidad.

INASISTENCIA A EVALUACIONES

En caso que el alumno no pueda asistir a una evaluación, deberá justificar con certificado médico o laboral. Si es aceptada su justificación, podrá acceder a una segunda y última instancia de evaluación optando a la nota máxima de aprobación.

Si la ausencia se produce el día del examen, y esta no es justificada o es rechazada, el alumno tendrá derecho a rendir una prueba de recuperación, que se realizará el mismo día del examen de repetición, pero optando a la nota máxima de examen de un 4.0. (cuatro coma cero décimas).

Si el alumno nuevamente está ausente en el examen de repetición, será reprobado del ramo.

5. BIBLIOGRAFÍA

Obligatoria:

- Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville. Deep Learning. MIT Press. 2016. (www.deeplearningbook.org)
- Simon Haykin. Neural Networks. A Comprehensive Foundation. Macmillan Coll Div. 1994.
- Christopher M. Bishop. Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford University Press, USA. 1996.

Optativa:

- Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer. 2006.
- Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer. 2016.
- Curso de deep learning, Charles Ollion y Oliver Grisel: <https://github.com/m2dsupsdclass/lectures-labs>.

6. CURRICULUM RESUMIDO DEL PROFESOR

Académico del Departamento de Ingeniería en Sistemas y Computación de la Universidad Católica del Norte. Dicto clases de pregrado y postgrado en las áreas de ciencias de la computación. Soy Licenciado en Ciencias de la Ingeniería e Ingeniero Civil en Computación e Informática, y formado en la misma Universidad. Adicionalmente, he realizado diversos cursos de perfeccionamiento en los que destacan un diplomado en redes de computadores, diploma de estudios avanzados y un Doctorado en Inteligencia Artificial realizado en la Universidad Politécnica de Madrid bajo la tutela del Dr. Luis Baumela Molina y el Dr. José Miguel Buenaposada.

En mi vida académica, he participado en diferentes grupos de investigación y desarrollo I+D. Para más información: <http://jbekios.ucn.cl/>.

7. PROGRAMA

SESIÓN 1: LUNES 07 DE MARZO DE 2021

TEMA: Introducción a las redes neuronales artificiales y deep learning

Objetivos:

1. Comprender el funcionamiento de las redes neuronales artificiales y sus diferentes arquitecturas.
2. Comprender el modelo de aprendizaje de la red neuronal por medio de los conceptos utilizados para resolver un problema de regresión lineal.
3. Aplicar los conceptos de regresión lineal utilizando el lenguaje de programación Python y la librería Pytorch.

Contenidos:

1. Breve historia de las redes neuronales artificiales.
2. Concepto de regresión lineal. Solución cerrada e iterativa.
3. Algoritmo de descenso de gradiente.
4. Laboratorio de regresión lineal utilizando el lenguaje de programación de programación Python y las librerías Pytorch.

Lectura:

- Material presentado en clases (pdf) o documento Colab/Jupyter

Caso:

- Regresión lineal: Problema del grillo.

SESIÓN 2: LUNES 1 DE MARZO DE 2021

TEMA: Redes neuronales poco profundas y algoritmos de aprendizaje

Objetivos:

1. Comprender los conceptos de clasificación lineal.
2. Comprender el funcionamiento de una red neuronal poco profunda y sus conceptos básicos.
3. Comprender el algoritmo de *backpropagation*.
4. Implementar un problema de clasificación utilizando una red neuronal poco profunda.

Contenidos:

1. Conceptos básicos de clasificación lineal.
2. Redes neuronales poco profundas y su funcionamiento.
3. Aprendizaje de redes neuronales poco profundas, algoritmo de *backpropagation*.
4. Laboratorio de redes neuronales poco profundas utilizando el lenguaje de programación Python y las librerías Pytorch.

Lectura:

- Material presentado en clases (pdf) o documento Colab/Jupyter

Caso:

- Clasificación multiclase utilizando redes neuronales poco profundas. Problema segmentación de color de piel.

SESIÓN 3: LUNES 21 DE MARZO DE 2021

TEMA: Deep learning I

Objetivos

1. Comprender los conceptos básicos para la implementación de una red neuronal profunda.
2. Comprender los conceptos básicos de convolución y correlación utilizando kernels.
3. Comprender los conceptos de las redes de neuronas convolucionales.
4. Aplicar redes neuronales convolucionales a un problema de clasificación multiclase utilizando el lenguaje de programación Python y las librerías Pytorch.

Contenidos:

1. Introducción a Deep Learning.
2. Concepto de capa: Convolucionales, *pooling* y *full connected*.
3. Laboratorio de redes neuronales profundas.

Lectura:

- Material presentado en clases (pdf) o documento Colab/Jupyter

Caso:

- Clasificación multiclase utilizando redes neuronales profundas.

SESIÓN 4: LUNES 2 DE MARZO DE 2021

TEMA: Deep learning II

Objetivos:

1. Comprender los conceptos de configuración de parámetros e hiper parámetros para mejorar el entrenamiento de una red neuronal profunda.
2. Comprender las diferentes estructuras neuronales para la resolución de problemas.
3. Aplicar los conceptos aprendidos en clases para implementar un problema de clasificación multiclase.

Contenidos:

1. Arquitecturas neuronales.
2. Métodos de optimización para aprendizaje en redes neuronales profundas.
3. Laboratorio de redes neuronales convolucionales a un problema de clasificación multiclase utilizando el lenguaje de programación Python y las librerías Pytorch.

Lectura:

- Material presentado en clases (pdf) o documento Colab/Jupyter

Caso:

- Clasificación multiclase utilizando redes neuronales profundas.

SESIÓN 5: LUNES 11 DE ABRIL DE 2021

TEMA: Redes recurrentes

Objetivos:

1. Comprender el concepto de redes recurrente.
2. Comprender el funcionamiento de las redes LSTM (*Long Short-Term Memory*).
3. Aplicar las redes LSTM a un problema de regresión.

Contenidos:

1. Introducción a redes recurrentes.
2. Redes neuronales LSTM.
3. Laboratorio de LSTM para implementar un problema de regresión utilizando el lenguaje de programación Python y las librerías Pytorch.

Lectura:

- Material presentado en clases (pdf) o documento Colab/Jupyter

Caso

- Implementación de serie de tiempo utilizando redes LSTM. Caso accionario.

SESIÓN 6: LUNES 18 DE ABRIL DE 2021

TEMA: Modelos generativos profundos

Objetivos:

1. Comprender el concepto de modelo generativo.
2. Comprender el concepto de auto-encoders.
3. Comprender el funcionamiento de una red GAN.

Contenidos:

1. Introducción a los modelos generativos.
2. Auto-encoders.
3. GAN.
4. Laboratorio para implementar una red GAN mínima empleando Python y librerías Pytorch.

Lectura:

- Material presentado en clases (pdf) o documento Colab/Jupyter

Caso

- Implementación de una red GAN. Generación de ropa sintética.