

Introducción a las Redes Neuronales Artificiales y su Aplicación en Geofísica

Presentación

En años recientes, el uso de métodos de Machine Learning (ML) dentro del ámbito geo-científico, ha ganado popularidad y notoriedad. En el caso particular de las llamadas técnicas de aprendizaje supervisado mediante Redes Neuronales Profundas (DNN), éstas han tenido éxito en el campo de la visión computacional, en tareas de detección, clasificación, segmentación de imágenes y en la resolución de problemas de regresión, gracias al incremento continuo en la capacidad de cómputo, cada vez mas económico y eficiente, así como la creciente digitalización de los datos.

Este tipo de algoritmos, mantienen como característica el hacer uso de los procesos de extracción de propiedades no explícitas, en niveles de abstracción cada vez más profundos sobre la estructura de los datos como un proceso enteramente data-driven. Estas características sirven de estímulo para su adopción como herramientas complementarias en la solución a problemas variados de índole geológica y geofísica.

Imparte: Tzité *Inteligencia Artificial México* y Geotem Ingeniería S.A. de C.V.

Modalidad: Curso/Taller

Duración: 18 horas

Fechas: Lunes 15 a sábado 20 de febrero de 2021

Horario: 9 am a 12 pm

Lugar: Virtual.

Cupo máximo: 30 personas

Se otorga: Constancia de participación

Inscripciones e Informes

colegiodegeofisicos@gmail.com

+52 55 23 06 78 58 (Alfredo Sánchez)



Costos

- **Público general:** \$5,800.00 MXN (IVA incluido)
- **Estudiantes:** \$2,900.00 MXN* (IVA incluido)
- **Miembros del Colegio:** \$4,060.00 MXN* (IVA incluido)

Para hacerse acreedor al de descuento de estudiante, el interesado deberá enviar junto con el recibo de pago vía correo electrónico, un comprobante de inscripción actualizado o copia de credencial oficial vigente de la institución de adscripción.

Procedimiento de inscripción

Vía transferencia electrónica/depósito bancario:

1. Realizar el depósito bancario o transferencia electrónica correspondiente a la cuenta:
BANCO: INBURSA
CUENTA: COLEGIO DE GEOFISICOS AC
CUENTA: 50026198130
CLABE:036180500261981307
2. En un lapso no mayor a 24 horas le será enviado un comprobante de registro.
3. Cualquier problema en el proceso de pago o registro, comunicarse a colegiodegeofisicos@gmail.com

Facturación

En caso de requerir factura, incluir en el correo la siguiente información:

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

RFC

CORREO ELECTRÓNICO

USO DE LA FACTURA

Sólo se emitirá factura dentro de los 30 días posteriores a la fecha de pago/depósito/transferencia electrónica.

Objetivo del curso

Comprender el funcionamiento básico de los métodos de redes neuronales profundas (DNN) y sus diferentes arquitecturas, para su implementación en la aplicación de problemas comunes en geología y geofísica.

Requisitos previos

- Conexión estable a internet, cámara web y micrófono
- Cuenta personal de Google (Gmail)

Conocimientos previos

- Nivel básico a intermedio en lenguaje de programación Python 3.
- Principios básicos de álgebra lineal.
- Principios básicos de probabilidad y estadística.
- Se recomienda contar con antecedentes de geofísica, geología o geociencias.*
- Interesados con perfiles en geografía, geomática, física y matemáticas pueden completar el curso sin problemas.

*Recomendamos que los estudiantes interesados sean de 5 semestre en adelante.

Perfil de Egreso

Al finalizar el curso, el participante será capaz de aplicar las herramientas básicas del Deep Learning para el planteamiento e implementación de diversos problemas de índole geofísico y aplicaciones en geología, conocerá los frameworks de desarrollo tradicionales en el campo y conocerá la teoría detrás de estos procesos.

Temario

1. Introducción

- 1.1. Breve reseña histórica de la Inteligencia Artificial
- 1.2. Procesos Data – Driven (El tratamiento inteligente de la información geoespacial)
- 1.3. Definiciones generales y conceptos clave (Inteligencia Artificial, Machine Learning y Deep Learning)
- 1.4. Metodología propuesta de aprendizaje continuo
- 1.5. Ambientes de Desarrollo
 - 1.5.1. Python 3
 - 1.5.2. Jupyter Notebook
 - 1.5.3. Github

1.5.4. Framework, API para desarrollo de ML

2. Redes Neuronales Artificiales: Definición y Entrenamiento

En este bloque se presentan de manera formal las redes neuronales artificiales, desde su ubicación dentro del campo de las ciencias de la computación hasta el algoritmo de entrenamiento a través del cual una red es capaz de realizar predicciones.

También se incluye una breve descripción del funcionamiento de las neuronas en el cerebro como motivación para la definición de las neuronas artificiales. Además se describirán todas las componentes necesarias para construir una red neuronal artificial y se verán los cálculos correspondientes a cada uno de los pasos del proceso de entrenamiento. Tanto la construcción de las redes neuronales como modelo y el algoritmo de optimización del mismo se abordarán desde un punto de vista matemático y de manera paralela se verá su implementación en la red neuronal artificial.

- 2.1. Inteligencia Artificial, Machine Learning y Deep Learning
- 2.2. Tipos de aprendizaje: Supervisado, no supervisado y reforzado
- 2.3. Base biológica de las neuronas artificiales
- 2.4. Estructura y funcionamiento de una red neuronal
- 2.5. Modelo matemático tras las redes neuronales: Regresión lineal
- 2.6. Función de activación
- 2.7. Preprocesamiento de los datos para el entrenamiento: rasgos y etiquetas
- 2.8. Forward Propagation
- 2.9. Función de costo
- 2.10. Back Propagation
- 2.11. Descenso del gradiente

3. Redes Neuronales Artificiales: Hiperparámetros, Regularización y Optimización

En este bloque se revisarán con más detalle algunos de los conceptos presentados en la parte correspondiente al entrenamiento de las redes neuronales artificiales, los cuales afectan el rendimiento del entrenamiento.

También se abordarán dos de los conceptos más importantes dentro del Machine Learning: underfitting y overfitting. Se presentarán algunos métodos para detectar si alguno de estos problemas se encuentra presente en el modelo, además de algunas técnicas de regularización con las que se puede reducir su efecto.

En la última parte se verán algunos algoritmos de optimización alternativos con los que se pueden evitar algunos de los problemas que suelen ocurrir durante el entrenamiento de la red neuronal.

- 3.1. Hiperparámetros
- 3.2. Tipos de dataset: entrenamiento, validación y prueba
- 3.3. Inicialización de Parámetros
- 3.4. Coeficiente de Aprendizaje
- 3.5. Overfitting y Underfitting
- 3.6. Regularización
 - 3.6.1. Decaimiento de Pesos
 - 3.6.2. Dropout

3.6.3. Interrupción del entrenamiento

3.6.4. Normalización

3.7. Algoritmos de optimización

3.7.1. Descenso de Gradiente (GD)

3.7.2. Descenso de Gradiente Estocástico (SGD)

3.7.3. Descenso de Gradiente por lotes (BGD)

3.7.4. Momento

3.7.5. Adagrad

3.7.6. RMSProp

3.7.7. Adam

4. Redes Neuronales Convolucionales

Al inicio del bloque se plantea como motivación una situación que demuestra la importancia de las redes neuronales convolucionales en problemas relacionados con imágenes.

Después se presentará cada una de las componentes fundamentales en una red convolucional y la combinación de éstas para formar estructuras más complejas como capas y, posteriormente, una red.

En la última parte se describirán brevemente los trabajos a partir de los cuales se cimentaron las bases de las redes convolucionales. También se incluye la descripción de las arquitecturas modernas más representativas, algunas de las cuales se aplican actualmente en problemas de visión de computadora.

4.1. Estructura de imágenes

4.2. Aplicaciones de las redes convolucionales

4.3. Convolución

4.4. Padding

4.5. Stride

4.6. Pooling

4.7. Inicios de las redes convolucionales

4.7.1. Células simples y complejas

4.7.2. Neocognitrón

4.7.3. LeNet

4.7.4. AlexNet

4.8. Modelos de Redes Convolucionales

4.8.1. LeNet

4.8.2. AlexNet

4.8.3. VGG

4.8.4. NiN

4.8.5. GoogleNet

4.8.6. ResNet

5. Proyecto: Implementación de una CNN (Clasificador de Rocas).

Con el objetivo de ejemplificar el material cubierto en los bloques anteriores. Se desarrollará de principio a fin un clasificador de rocas utilizando técnicas de Deep Learning.

Se comenzará con la adquisición, revisión, manipulación y curación de una base de datos haciendo énfasis en los criterios de selección que mejor se ajusten a la tarea a resolver. Continuando con el preprocesamiento de los datos previo a definir las características en las que el algoritmo se enfocará para realizar la clasificación. Se analizarán y discutirán las arquitecturas convolucionales, variables e hiperparámetros a optimizar con el objetivo de mejorar el desempeño del algoritmo de forma global. Se discutirán las métricas utilizadas para evaluar el desempeño de este y otros proyectos. Se concluirá abordando otros métodos comúnmente utilizados en el desarrollo de otros proyectos de clasificación.

Finalmente se hará entrega de una aplicación de escritorio para clasificar los tipos de rocas utilizadas en el desarrollo del proyecto.

- 5.1. Análisis de Datos
- 5.2. Implementación de la red neuronal
- 5.3. Entrenamiento
- 5.4. Análisis de Resultados
- 5.5. Evaluación del modelo
- 5.6. Inferencia

6. Cierre del Curso

- 6.1. Tendencias actuales, aplicaciones y estado del arte
- 6.2. Casos de estudio y aplicaciones actuales
- 6.3. El problema inverso geofísico
- 6.4. Interpretación geofísica – geológica
- 6.5. Retos y oportunidades del ML en geociencias

Bibliografía

1. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville. [Deep Learning](#).
2. Aston Zhang, Zack C. Lipton, Mu Li, Alex J. Smola. [Dive into Deep Learning](#).
3. Michael Nielsen. [Neural Networks and Deep Learning](#).
4. Pankaj Mehta and et. al. [A high-bias, low-variance introduction to Machine Learning for physicists](#).
5. Ertel, Wolfgang. (2017) **Introduction to Artificial Intelligence**. Germany, Springer.
6. Kubat, Miroslav. (2017) **An Introduction to Machine Learning**. USA, Springer.
7. Skansi, Sandro. (2018) **Introduction to Deep Learning** From Logical Calculus to Artificial Intelligence. Zagreb, Springer.