Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Facultad de Ingeniería.

Escuela de Ingeniería en Informática

Aprendizaje profundo para estimación de ley de cobre

**Michael Antony Fernández Ortega**

**Proyecto para optar al título de**

**Ingeniero de ejecución en informática**

**Marzo 2019, Valparaíso**

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Facultad de Ingeniería.

Escuela de Ingeniería en Informática

Sistema de predicción de ley de cobre computado por redes neuronales

**Michael Fernández Ortega**

**Profesor:** Nibaldo Rodriguez Agurto

**Profesor co-referente:** Guillermo Cabrera Guerrero

**Carrera:** Ingeniería de Ejecución en Informática

**Marzo 2019, Valparaíso**

Resumen

En el siguiente proyecto….

Palabras Claves: Geo estadística, Redes Neuronales, Aprendizaje Profundo.

Abstract

In the next project….

Key words: Geo Statistics, Neural Networks, Deep Learning.

Agradecimientos

Mis agradecimientos a los profesores e

Ingenieros de distintas disciplinas que

Me ayudaron en este proyecto.

**Índice**

**No se encontraron entradas de tabla de contenido.**

**Lista de Tablas**

[Tabla 3.1 Herramientas de realidad virtual para capacitación 12](#_Toc528461722)

[Tabla 4.1 Requerimientos funcionales 14](#_Toc528461723)

[Tabla 4.2 Requerimientos no funcionales 15](#_Toc528461724)

[Tabla 5.1 Horas hombre del proyecto 20](#_Toc528461725)

[Tabla 5.2 Riesgos del proyecto 22](#_Toc528461726)

[Tabla 5.3 Planes de mitigación y contingencia del proyecto. 23](#_Toc528461727)

[Tabla 5.4 Resultados encuesta de motivación. 23](#_Toc528461728)

[Tabla 5.5 KPI Valor por requerimiento 24](#_Toc528461729)

**Lista de Figuras**

[Figura 4.1 Arquitectura física 16](#_Toc528461730)

[Figura 4.2 Arquitectura lógica 16](#_Toc528461731)

[Figura 5.1 Esquema organizacional del grupo de trabajo 21](#_Toc528461732)

Introducción

El aprendizaje profundo (Deep Learning) es una técnica basada en un conjunto de algoritmos, su función es modelar abstracciones de alta complejidad usando datos Las redes neuronales artificiales (RNA) es un modelo computacional abstracto, que consiste en neuronas que procesan datos, con el fin de imitar las neuronas del cerebro humano. Esta es unas poderosas herramientas en varios campos de las ciencias de la computación, como en inteligencia artificial, aprendizaje automático, ciencia de datos, entre otros [1]. Es por eso que las redes neuronales serán el motor de este proyecto y del sistema a crear, logrando entrenar una red para que así esta pueda predecir la ley (concentración) de cobre en un yacimiento minero en donde se haya sondeado [2].

Las redes neuronales artificiales tratan de imitar el proceso biológico,  en teoría nuestro cerebro puede hacer tareas multiprocesos por lo cual las RNA intentan llegar a este punto. Otros aspectos importantes es la adaptabilidad, almacenar y borrar lo que no nos interesa. La estructura de una RNA se define en capas, por una parte la entrada de datos llegan a un capa abstracta u oscura que se puede saber o no lo que pasa dentro, es donde ocurren los procesos más complejos y al final la salida como información importante [1]. Por ende tenemos una entrada de datos que se transforma en información y el sistema que transforma los datos en información es lo que nos conlleva el corazón de esta ciencia.

El aprendizaje profundo es una de las bases del Aprendizaje Profundo (Machine Learning)

En un entorno grande, como lo es la geo estadística es importante conocer sus técnicas de estudios desde su comienzo, y como es trabajada en la actualidad. Las estadísticas en los estudios geológicos de minerales, son un proceso muy importante en la predicción de porcentajes de minerales, formalmente conocidos como “Ley del mineral”. Las técnicas utilizadas son variadas y las analizaremos en los siguientes apartados, en la actualidad se realizan predicciones mediante muchas simulaciones, dependiendo de los datos y variabilidad del terreno. En este proyecto nuestro objetivo es desarrollar una red neuronal que pueda predecir la ley de cobre, compararemos resultados con métodos ortodoxos haciendo un versus entre estos métodos y la red neuronal. Con este experimento queremos saber qué posibilidades tiene de competir una red neuronal, con los métodos actuales estadísticos que se utilizan en la en los estudios geo estadísticos en la ingeniería minera.

Para este proyecto se propone usar Aprendizaje Profundo en una Red neuronal Artificial para predecir la ley de cobre en un punto de un yacimiento minero. Para esto se obtuvo un set de datos provenidos del laboratorio de Ingeniería “Alges” de la Universidad de Chile, los datos tienen información como el tipo de roca, la ubicación geo referencial, el tamaño del bloque, ley de cobre, entre otros datos. Los datos se dividieron en 2 partes, uno para el entrenamiento y calibración del modelo de la red, la otra parte de los datos serán para probar la red calibrada y estimada.

1 Objetivos

Los objetivos son los alcances y tareas que se esperan realizar en la propuesta descrita en el documento del proyecto de título, en este caso Realizar un sistema que genere predicciones en base a Redes Neuronales Artificiales y Deep Learning.

1.1 Objetivo General

Diseñar un modelo que genere predicciones sobre ley de cobre en ciertos puntos de una zona de sondaje geológico.

1.2 Objetivos Específicos

* Estudiar las etapas de geo estadística con enfoque de ingeniería minera.
* Investigar capas y recursos de una red neuronal.
* Investigar etapas de aprendizaje profundo en informática.
* Explicar el funcionamiento de las redes neuronales.
* Diseñar un modelo matemático que soporte la red neuronal.
* Enseñar a la red neuronal variables de sondajes geológicos.
* Entrenar red neuronal para que pueda predecir puntos con ley de cobre.
* Evaluar los modelos de predicción neuronal.

1.3 Situación de estudio

En un entorno grande, como lo es la geo estadística es importante conocer sus técnicas de estudios desde su comienzo, y como es trabajada en la actualidad. Las estadísticas en los estudios geológicos de minerales, son un proceso muy importante en la predicción de porcentajes de minerales, formalmente conocidos como “Ley del mineral”. Las técnicas utilizadas son variadas y las analizaremos en los siguientes apartados, en la actualidad se realizan predicciones mediante muchas simulaciones, dependiendo de los datos y variabilidad del terreno. En este proyecto nuestro objetivo es desarrollar una red neuronal que pueda predecir la ley de cobre, compararemos resultados con métodos ortodoxos haciendo un versus entre estos métodos y la red neuronal. Con este experimento queremos saber qué posibilidades tiene de competir una red neuronal, con los métodos actuales estadísticos que se utilizan en la en los estudios geo estadísticos en la ingeniería minera.

1.4 Contexto industrial Chileno

En Chile la industria minera es la que genera mayores ingresos al país, por lo cual es muy importante abordar paradigmas relacionados a esta industria, como también nuestro deber como estudiantes, ingenieros y científicos generar mayor conocimiento a la principal industria nacional.

2 Redes Neuronales Artificiales

2.1 Introducción

Las redes neuronales artificiales (RNA) es un modelo computacional abstracto, que consiste en neuronas que procesan datos, con el fin de imitar las neuronas del cerebro humano. Hace ya bastante tiempo se viene estudiando el cerebro humano y el sistema nervioso, pero fue en el siglo anterior cuando los científicos se dieron cuenta que dentro de un cerebro hay impulsos eléctricos que mueven las células llamadas neuronas. En pocas palabras el sistema nervioso recibe una entrada de información, la cual es procesada y llevada a distintas partes del cerebro por neuronas hasta una etapa final en donde los datos son transformados en información. Por ejemplo en un semáforo, si estamos detenidos es porque hay luz roja, está al cambiar a verde los colores de traducen en datos que van desde el ojo identificando el color con bastones y conos. Las neuronas llevan esta información a los distintos hemisferios del cerebro en donde el proceso dice cómo reaccionar y con qué criterio.

Las redes neuronales artificiales tratan de imitar el proceso biológico,  en teoría nuestro cerebro puede hacer tareas multiprocesos por lo cual las RNA intentan llegar a este punto. Otros aspectos importantes es la adaptabilidad, almacenar y borrar lo que no nos interesa. La estructura de una RNA se define en capas, por una parte la entrada de datos llegan a un capa abstracta u oscura que se puede saber o no lo que pasa dentro, es donde ocurren los procesos más complejos y al final la salida como información importante. Por ende tenemos una entrada de datos que se transforma en información y el sistema que transforma los datos en información es lo que nos conlleva el corazón de esta ciencia [3].

Para hacerse una idea un ejemplo sería un semáforo, si estamos detenidos es porque hay luz roja, está al cambiar a verde los colores de traducen en datos que van desde el ojo identificando el color con bastones y conos. Las neuronas llevan esta información a los distintos hemisferios del cerebro en donde el proceso dice cómo reaccionar y con qué criterio, para luego tomar una decisión que para nosotros la primera vez que vemos un semáforo sin saber cómo funciona, nos detendríamos a mirar que cuando este está en verde los vehículos avanzan y cuando está en rojo los vehículos se detienes, quizás con el amarillo tendríamos un poco más de problemas, lo cual nos podría tomar unos segundos antes de tomar una decisión. Cuando este modelo aprende ya tardaríamos solo unos milisegundos en tomar una decisión, este es un ejemplo en como es el aprendizaje, la cual una red neuronal trata de imitar este comportamiento o funcionamiento biológico. Una red neuronal artificial es una función de pesos, al ser función podemos hacer matemáticas, como por ejemplo, derivarla, obtener gradiente, vectores, matrices, tensores.

2.2 Historia de las RNA

A través de los años las ciencias de datos han evolucionado, en este caso las redes neuronales han pasado por diferentes épocas unas más exitosas que otras, pero hay puntos en la historia que han sido clave para la investigación de estas. Repartiremos esta información en décadas desde antes de mediado del siglo XX hasta la actualidad, así analizando la vida de las redes neuronales artificiales.

2.2.1 Década de los 40s

En el año 1943, Warren McCulloch un Neurocientifico y Walter Pitts un matemático explicaron el funcionamiento del cerebro humano, desde su punto de vista desarrollaros el primer modelo matemático de un RNA. En este modelo matemático se describen a las neuronas como sistemas que procesan a través de impulsos binarios [3].

En 1949 Donal Hebb escribió “Organization Of Behavior”, en donde se determina una regla de aprendizaje más usadas en la regla del conexionismo denominada posteriormente aprendizaje Hebbiano [4].

2.2.2 Década de los 50s

3 Teoria del Deep learning

3.1 introduccion

3.2 Auto Encoder

Los autoencoders son redes neuronales con el objetivo de generar nuevos datos primero comprimiendo la entrada en un espacio de variables latentes y luego reconstruyendo la salida en base a la información adquirida. Este tipo de red consta de dos partes:

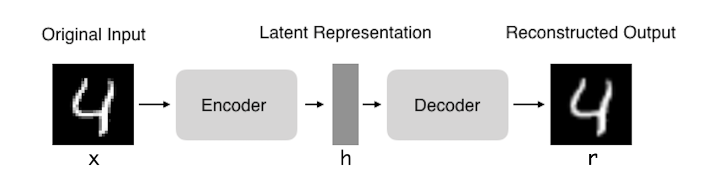


Figura 2.1 Arquitectura de un autoencoder.

3.2.1 Encoder

La parte de la red que comprime la entrada en un espacio de variables latentes y que puede representarse mediante la función de codificación.

3.2.2 Decoder

La parte que trata de reconstruir la entrada en base a la información recolectada previamente. Se representa mediante la función de decodificación.

3.2.3 Vanilla autoencoder

Es la forma más simple, caracterizada por una red de tres capas, es decir, una red neuronal con una sola capa oculta. La entrada y la salida son las mismas y, para ello hay que reconstruir la entrada mediante un optimizador, como por ejemplo el optimizador Adam. Adam es un optimizados estocástico [5].

<https://www.deeplearningitalia.com/introduzione-agli-autoencoder-2/>

3.3 Optimizador Adam

Es un algoritmo para la optimización basada en gradientes de primer orden de las funciones objetivas estocásticas, basado en estimaciones adaptativas de momentos de orden inferior. El método es sencillo de implementar, es computacionalmente eficiente, tiene pocos requisitos de memoria, es invariante para el re escalado diagonal de los gradientes y es adecuado para problemas que son grandes en términos de datos y / o parámetros. El método también es apropiado para objetivos no estacionarios y problemas con gradientes muy ruidosos y / o dispersos. Los hiper-parámetros tienen interpretaciones intuitivas y típicamente requieren poco ajuste. Se discuten algunas conexiones con algoritmos relacionados, en los que se inspiró a Adán. También analizamos las propiedades convergentes del algoritmo y proporcionamos un límite de arrepentimiento en la tasa de convergencia que es comparable a los mejores resultados conocidos en el marco de optimización convexo en línea. Los resultados empíricos demuestran que Adam funciona bien en la práctica y se compara favorablemente con otros métodos de optimización estocástica. Finalmente, discutimos AdaMax, una variante de Adam basada en la norma del infinito [5].

6 Conclusión

En base a lo realizado con el proyecto, se espera que este logre transmitir información acerca de la capacitación en puente grúa y cómo estos funcionan, si bien existe una resistencia a las nuevas tecnologías se tiene que hacer un método interactivo que pueda darles a los usuarios la seguridad de que podrán adquirir conocimiento al utilizar la aplicación.

Por otra parte, en un inicio el grupo de trabajo se encontró con dificultades respecto a los tiempos que tenía el cliente para juntarse con el grupo y proporcionar la información necesaria para especificar requerimientos. Pero luego de este inicio complicado y resolviendo la mayor cantidad de dudas del cliente pudimos juntos sobrellevar esto, hasta llegar a un documento con requerimientos necesitados por el cliente.

Como objetivo futuro se propone seguir trabajando y perfeccionando el informe puesto que aun debemos trabajar en el software y así mismo con los requerimientos del cliente en este.

# **7** **Referencias**

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | P. V. e. I. G. León, Redes Neuronales Artificiales: Un Enfoque Práctico, Pearson Prentice Hall, 2004. |
| [2] | C. J. e. D. P, Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty, New York: wiley, 1999. |
| [3] | W. M. a. W. Pitts, A Logical Calculus Of The IdeasImmanent In Nervous Activity,, bulletin of mathematical biophysics, 1943. |
| [4] | D. Hebb, Organization Of Behavior, Jhon Wiley & Sons, 1949. |
| [5] | J. B. Diederik P. Kingma, Adam: A method For Stochastic Optimization, San Diego, 2017. |
| [6] | A. Figueroba, Ley De Hebb: La Base Neuropsicológica Del Aprendizaje, Madrid: McGraw-Hill, 2018. |
| [7] | D. E. Dominguez, Neural Network Framework, Malaga: Universidad De Malaga, 2007. |