

Título: DEEP LEARNING Y BIG DATA EN CARTOGRAFÍA DIGITAL. CREACIÓN DE INTELIGENCIAS ARTIFICIALES PARA EL TRATAMIENTO DE ORTOFOTOGRAFÍAS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TRIDIMENSIONALES.

Nombre: Morillas Armendáriz, David

Universidad: Universidad Autónoma de Madrid

Departamento: Geografía

Fecha de lectura: 16/07/2021

Programa de doctorado: Programa de Doctorado en Ciencias Humanas: Geografía, Antropología y Estudios de África y Asia por la Universidad Autónoma de Madrid

Dirección:

> **Director:** JAVIER ESPIAGO GONZALEZ

> **Tutor/Ponente:** Rosa Cañada Torrecilla

Tribunal:

> **presidente:** PILAR CHIAS NAVARRO

> **secretario:** LAURA GARCÍA JUAN

> **vocal:** Andrés Arístegui Cortijo

Descriptor:

> CARTOGRAFIA GEOGRAFICA

> INTELIGENCIA ARTIFICIAL

> REDES NEURONALES

> SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

El fichero de tesis ya ha sido incorporado al sistema

> <http://hdl.handle.net/10486/699365>

Localización: REPOSITORIO DE TESIS ¿ BIBLIOTECA UAM

Resumen: Como consecuencia del desarrollo tecnológico experimentado en los últimos años, actualmente nos encontramos ante una avalancha de datos, los cuales ofrecen oportunidades en el campo de la geografía hasta ahora inimaginables. Este maremágnum de datos supone a la vez un reto y una gran oportunidad de acceso al conocimiento, para lo que se hace necesaria la adaptación de estrategias y técnicas basadas en la Inteligencia Artificial y el Big Data al trabajo con datos geográficos.

En esta tesis se comprueba la aplicabilidad en el campo de la cartografía digital de distintas técnicas de procesamiento de datos que actualmente son utilizadas principalmente para la corrección, manipulación, enriquecimiento de grandes volúmenes de datos y su correcta visualización.

Las técnicas analizadas en esta tesis no han sido aplicadas al campo de la información geográfica hasta ahora,

al menos de forma general, sin embargo los resultados de esta investigación muestran cómo no solo es factible su aplicación sino que, de hecho, ésta mejora y agiliza en gran medida distintos procedimientos de manipulación de datos geográficos. Dentro de las técnicas analizadas cabe destacar aquellas que se basan en la Inteligencia Artificial, mediante la aplicación de Deep Learning.

Dentro de la aplicabilidad de diversas redes neuronales existentes para el tratamiento de imágenes, se ha podido comprobar que si bien en determinados casos ofrecen unos resultados que superan a los proporcionados por las técnicas utilizadas hasta ahora, en el análisis y tratamiento de datos geográficos, estos resultados pueden mejorarse mucho entrenando nuevos modelos de redes neuronales profundas con datos geográficos, basadas en arquitecturas aptas para la realización de las tareas buscadas. En el caso de las inteligencias artificiales generadas en esta investigación se ha recurrido a una arquitectura cGAN (Redes Generativas Antagónicas Condicionales), por lo tanto, disponiendo de arquitecturas adecuadas y entrenando las redes neuronales con los datos convenientes (como ortoimágenes debidamente seleccionadas y tratadas), pueden automatizarse una amplia variedad de trabajos de procesamiento de la información geográfica que hasta ahora debían hacerse manualmente, o al menos necesitaban de intervención humana (como por ejemplo la generación de mapas de usos del suelo o la corrección de errores), además de la automatización de procesos, las inteligencias artificiales orientadas al trabajo con datos geográficos que se han desarrollado durante esta investigación permiten el enriquecimiento de los datos y la mejora de la calidad de los mismos, no solo corrigiendo errores sino agregando información faltante con los datos más plausibles basados en el aprendizaje de estas redes, ya sea completando la información oculta por nubosidad, censura o deterioro de los datos (lo cual a su vez implica posibles aplicaciones militares de ocultación de zonas sensibles de forma mucho más verosímil que las técnicas actuales), consiguiendo incluso restaurar ortoimágenes antiguas mejorando su resolución y asignándoles colores realistas, alcanzando éstas una calidad y características similares a las ortofotografías más actuales con las cuales han sido entrenadas.

Por otra parte, esta investigación explora la posibilidad de aplicación de técnicas de tratamiento de datos y visualización de los mismos para extraer conocimiento a partir de la información disponible en diversas fuentes, para ello durante la investigación se han desarrollado dos herramientas orientadas al tratamiento y a la visualización de datos geográficos. La primera de estas herramientas consiste en la integración de distintas fuentes de ortofotografía digital, mapas vectoriales e información contenida en diversas bases de datos geográficas, proyectables sobre modelos de elevación del terreno globales en un sistema de información geográfica con realidad virtual, que permite no solo el acceso a la información presente en las distintas bases de datos haciendo clic en el elemento a consultar que se está visualizando, sino que además permite el tratamiento de datos y la edición gráfica a tiempo real desde el propio sistema de información geográfica, sin la necesidad de descarga, ya que la herramienta se encuentra disponible a través de internet y es consultable a través de los navegadores web. La segunda de las herramientas desarrolladas es un software de tratamiento de datos tridimensionales, esta herramienta agiliza el tratamiento y la visualización de este tipo de datos, pudiendo ingestarse éstos en distintos formatos. Mediante el uso de esta herramienta pueden realizarse correcciones y filtros a los datos procedentes, por ejemplo, de nubes de puntos, lo cual permite al usuario generar salidas gráficas con mayor resolución y corrección de errores que las disponibles actualmente, gracias a distintos métodos de interpolación, pudiendo de esta forma extraer conocimiento a partir de los datos en bruto de forma sencilla gracias a la interfaz gráfica que se ha creado y a la automatización de los procesos que se ha incluido en este software.

Gracias a la investigación desarrollada en esta tesis han podido crearse las primeras inteligencias artificiales basadas en Redes Generativas Antagónicas Condicionales capaces de automatizar diferentes labores geográficas y realizar tratamientos a ortoimágenes que hasta ahora eran imposibles, además de crear herramientas para el tratamiento y visualización de datos bidimensionales y tridimensionales que automatizan, agilizan y facilitan algunos de los procesos más tediosos en el trabajo con información geográfica, devolviendo datos más precisos y de mayor resolución que los existentes hasta este momento.