

REVISTA TIA

- Revista TIA - Tecnología, Investigación y Academia -
Publicación Facultad de Ingeniería y Red de Investigaciones de Tecnología Avanzada - RITA

Inteligencia artificial aplicada al estudio de imágenes satelitales

Autor (es): Viviana Carolina Sarmiento, Ladislao Morales Medina

Citar: Viviana-Carolina Sarmiento, Ladislao Morales M., (2021), Inteligencia artificial aplicada al estudio de imágenes satelitales. Technol. Investig. Academia TIA, 8(1), pp: 115-121

Inteligencia artificial aplicada al estudio de imágenes satelitales

Viviana Carolina Sarmiento¹, Ladislao Morales Medina²

Resumen: El auge que han tenido los algoritmos basados en inteligencia artificial han permitido que las maquinas sean capaces de predecir comportamientos, evaluar acciones y realizar análisis de millones de datos en cuestión de segundos.

En el artículo tiene como objetivo explorar el gran potencial de los algoritmos de inteligencia artificial basados en imágenes que implementan los métodos de clasificación basada en objetos y de esta manera aplicarlos en el estudio de datos satelitales.

Palabras Clave: imagen satelital, inteligencia artificial, clasificación, redes neuronales y teledetección

Abstrac: The boom that algorithms based on artificial intelligence have had allowed machines to be able to predict behaviors, evaluate actions and perform analyzes of millions of data in a matter of seconds. The article aims to explore the great potential of image-based artificial intelligence algorithms that implement object-based classification methods and apply them in the study of satellite data.

Keywords: satellite image, artificial intelligence, classification, neural networks and remote sensing.

I. Introducción

La clasificación de imágenes satelitales es un proceso de agrupación de píxeles en clases significativas [1]. Es un flujo de trabajo de varios pasos. La clasificación de imágenes satelitales también se puede referir a la extracción de información de estas. La clasificación no es compleja, pero el analista debe tomar muchas decisiones y elecciones en el proceso, además, implica la interpretación de imágenes de teledetección, la minería de datos espaciales, el estudio de diversos tipos de vegetación

Artículo de investigación

Fecha de recepción: 2019-11-30
Fecha de aceptación: 2020-03-30

ISSN: 2344-8288 Vol. 8 No. 1
2020 Bogotá-Colombia

¹ Especialización en Ingeniería de Software. Universidad Disrital Francisco José de Caldas, vivi.sar@hotmail.com

² Especialización en Ingeniería de Software Universidad Disrital Francisco José de Caldas, ladislao__morales@hotmail.com.

como la agricultura y la silvicultura, etc; el estudio urbano y la determinación de diversos usos del suelo en un área determinada.

Las imágenes satelitales juegan un papel fundamental en el suministro de información geográfica ya que proporcionan información cuantitativa y cualitativa que reduce la complejidad del trabajo de campo y el tiempo de estudio. Las tecnologías de detección recopilan datos de imágenes a intervalos regulares debido a esto el volumen de información está creciendo exponencialmente a medida que surgen nuevas mejoras tecnológicas, razón por la que existe una gran necesidad para extraer e interpretar información valiosa de las imágenes satelitales con mecanismos efectivos y eficientes. La clasificación de imágenes satelitales es una técnica valiosa para extraer información de una gran cantidad de imágenes satelitales.

II. Técnicas Para El Manejo De Imágenes Satelitales

A continuación, se describen tres métodos para la clasificación de imágenes satelitales.

- Automatizada.
- Manual.
- Híbrida.

A. Automatizada

Los métodos automatizados de clasificación de imágenes satelitales utilizan algoritmos que aplican sistemáticamente toda la imagen para agrupar píxeles en categorías significativas; la mayoría de los métodos de clasificación pertenecen a esta categoría. Existen dos métodos automatizados de clasificación: Supervisados y los no supervisados.

a. Supervisados

Los métodos de clasificación supervisados requieren la supervisión de un analista, esta entrada se conoce como conjunto de entrenamiento. La muestra de entrenamiento es el factor más importante en los métodos supervisados. La precisión de los métodos depende en gran medida de las muestras tomadas para el entrenamiento. Las muestras de capacitación son de dos tipos, una utilizada para la clasificación y otra para supervisar su precisión.

b. No supervisados

La técnica de clasificación no supervisada utiliza mecanismos de agrupación para agrupar píxeles de imágenes de satélite en clases ó agrupaciones sin etiquetar. Un analista posterior asigna etiquetas significativas a los grupos y produce una imagen satelital bien clasificada. La clasificación de imágenes de satélite sin supervisión más común es ISODATA [2], Support Vector Machine (SVM) y K-Means [3].

B. Manual

Los métodos manuales de clasificación de imágenes satelitales son métodos sólidos, efectivos y eficientes; aunque, este método es más lento y por consiguiente lleva más tiempo. En los métodos manuales, el analista debe estar familiarizado con el área cubierta por la imagen; por consiguiente, la eficiencia y precisión de la clasificación depende del conocimiento del analista y la familiaridad con el campo de estudio.

a. Híbrida

Los métodos de clasificación de imágenes satelitales híbridas combinan las ventajas de los métodos automáticos y manuales. El enfoque híbrido utiliza métodos automatizados de clasificación de imágenes satelitales para hacer la clasificación inicial, se utilizan métodos manuales adicionales para refinar la clasificación y corregir errores.

En la actualidad los diferentes modos en los cuales son posibles realizar la clasificación de las imágenes satelitales han evolucionado al desarrollo de algoritmos a partir de inteligencia artificial, los cuales permiten hacer el análisis de las imágenes satelitales de una forma más ágil, siendo acertada en cuanto a la clasificación de cobertura y análisis de la imagen, puesto que estos algoritmos son desarrollados y alimentados por el analista de forma tal que sean autónomos. Se presenta las diferentes aplicaciones de inteligencia artificial aplicada al análisis y clasificación de las imágenes satelitales.

III. Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial se considera como una ciencia que trata de establecer las bases para el posterior desarrollo de un conjunto de técnicas destinadas a dotar a las máquinas de una cierta autonomía, realizando esfuerzos que con lleven al desarrollo autónomo de la máquina [4].

Las máquinas aprenden de la experiencia y esto es posible gracias a la inteligencia artificial puesto que permite que se aprenda y se ajuste a nuevos datos, con esto realice tareas en diferentes campos en los cuales se desenvuelve y trabaja el ser humano. La mayoría de los ejemplos de inteligencia artificial de los que se desarrollan en la actualidad se sustentan mayormente en aprendizaje a fondo (deep learning) y procesamiento del lenguaje natural.

Mediante el uso de nuevas tecnologías las máquinas pueden ser entrenadas para realizar tareas específicas procesando grandes cantidades de datos y reconociendo patrones en los datos.

Un ejemplo de la utilización de la inteligencia artificial se presenta la predicción de la potencia eólica donde se trabaja con un método de Inteligencia Artificial (IA) basado en las Redes Bayesianas Dinámicas (RBD) y el aprendizaje automático, el cual resulta ser una buena alternativa para el pronóstico eólico. Las RBD son una extensión de las Redes Bayesianas Estáticas o simplemente Redes Bayesianas (RB) cuya característica principal permite codificar conocimiento y experiencia humana, además, ayudan a los usuarios al mantenimiento de sus modelos para incrementar su confianza en la exactitud de estos, adicionalmente utilizan múltiples algoritmos de aprendizaje de modelos, con base en datos históricos para diferentes tipos de aplicaciones [5].

Las situaciones de emergencias volcánicas también son de importancia donde se hace vital la utilización de inteligencia artificial, esto es posible lograrlo a partir de dos herramientas indispensables: incorporando las ventajas que hoy brinda la teledetección; utilizando inteligencia artificial para la planificación de secuencias que optimicen tiempos y recursos.

El significativo aporte que generan los datos ofrecidos por los sensores remotos en el monitoreo y seguimiento de un evento desfavorable asociado a la información geoespacial que administra un Sistema de Información Geográfica, brindan la posibilidad de identificar la disponibilidad de recursos y medios para ser empleados en los momentos de crisis [6].

La unión de las técnicas de inteligencia artificial y el procesamiento de las imágenes satelitales ha sido comúnmente utilizada en las últimas décadas donde se destacan las redes neuronales, los sistemas difusos y los algoritmos evolutivos resaltando los sistemas inmunes artificiales y la inteligencia de enjambre. El desarrollo de un sistema de clasificación de imágenes a partir de redes neuronales, un enjambre de abejas artificial como sistema de optimización en la recuperación de imágenes y los sistemas inmunes artificiales se utilizan como algoritmos de optimización de parámetros son las diferentes técnicas que permiten realizar un adecuado procesamiento de imágenes [7].

La inteligencia artificial se puede trabajar en diferentes campos de la ciencia y de la ingeniería, específicamente se abordarán algunas aplicaciones que se han realizado en el tratamiento de imágenes satelitales que permiten de esta manera hacer estudios más eficientes y robustos.

IV. Inteligencia Artificial Aplicada En Teledetección

El desarrollo continuo de las técnicas de observación de la Tierra ha permitido obtener una gran cantidad de imágenes satelitales disponibles las cuales se encuentran en una alta resolución espectral-espacial-temporal, haciendo posible que sean aplicables en una variedad de campos. Sin embargo, estos datos que se obtienen de los satélites ópticos cuentan con un conjunto de datos de alta dimensión (alta resolución espacial y características hiperespectrales), estructuras de datos complejas (distribuciones no lineales y superpuestas) y el problema de optimización no lineal (alta complejidad computacional). Es por eso por lo que se hace necesario la utilización de técnicas de inteligencia computacional, las cuales pueden proporcionar posibles soluciones a los problemas mencionados anteriormente [8].

A continuación, se presenta el flujo de proceso que se desarrolla en el procesamiento de las imágenes satelitales donde se realiza una aplicación de tecnologías de inteligencia artificial donde en primera instancia se hace una representación y selección de características, luego se realiza una clasificación y agrupamiento; por último se realiza una detección de cambios.

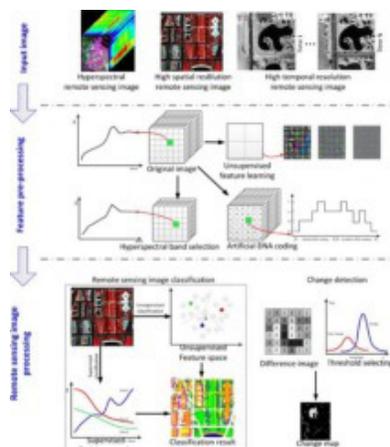


Figura1. Metodología de procesamiento de imágenes satelitales con inteligencia artificial, Zhong 2018.

A. Aplicación para la resolución mixta de píxeles

Los píxeles mixtos suelen ser la razón principal del éxito reducido en la precisión de la clasificación que se realiza a las imágenes satelitales. El problema de píxeles mixtos afecta directamente la mejora de la precisión al momento de realizar el proceso de clasificación en la imagen multiespectral e hiperespectral.

La teledetección es utilizada ampliamente en la clasificación de diferentes tipos de cobertura como lo son del suelo, la vegetación, cuerpos de agua o minerales sin embargo se presenta la dificultad de realizar la caracterización debido a la presencia de píxeles mezclados.

Una de las aplicaciones de inteligencia artificial que permiten resolver el problema que se presenta con la resolución mixta de píxeles es el algoritmo de resolución de píxeles mixtos basado en inteligencia de enjambre, este algoritmo presenta la función de optimización basada en biogeografía en vista de que cada píxel de una característica de terreno particular donde este se encuentra dentro del rango de valores DN

(reflejados) o están relacionados en función de la cercanía y similitud entre ellos [9].

B. Red Neuronal Artificial aplicada a la clasificación de imágenes satelitales

C.

Las redes neuronales artificiales son utilizadas en la clasificación de imágenes satelitales a partir de un aprendizaje supervisado, este tipo de clasificaciones realizadas a las imágenes permiten monitorear los diferentes recursos disponibles en la superficie de la tierra.

Las redes neuronales artificiales son los modelos de computación matemática que se inspiran en la red neuronal biológica. Es capaz de aprender los diferentes tipos de patrones en los datos y es usada ampliamente para la clasificación y el agrupamiento en la minería de datos. La popularidad se basa en su naturaleza dinámica y la tolerancia a fallas del modelo además de ser aplicable a todos los tipos de datos donde no existe una relación matemática aplicable entre los datos y sus clases. Consiste en tres componentes diferentes que son la capa de entrada, las capas ocultas y la capa de salida. La red neuronal artificial tiene una capa de entrada y una capa de salida con las neuronas múltiples y puede haber distintas capas ocultas con las neuronas múltiples. Todas las neuronas de la entrada al nodo oculto y oculto a la salida están conectadas a través del peso. Al principio, estos pesos son aleatorios, pero una vez que se entrena la red neuronal artificial, todos estos pesos se ajustan y se ajustan a los datos[10].

Las redes neuronales artificiales utilizándolas como un sistema de decisión original y conjunto de entrenamiento para la arquitectura de perceptrón multicapa explorar el efecto de las ambigüedades inherentes en el conjunto de entrenamiento sobre la clasificación en las imágenes satelitales. La red tiene diferentes formas de arquitecturas una de ellas es la arquitectura formada en 3-5-3 nodos de capa de entrada, oculto y de salida. La red está entrenada con una cantidad determinada de píxeles de las 3 bandas que cuenta la imagen. vez que se entrena la red, la imagen se somete a clasificación [11].

La red neuronal difusa basada en el aprendizaje de retroalimentación inmune es un algoritmo que mejora el aprendizaje lo cual lo convierte en un mecanismo efectivo para mantener su estabilidad en un entorno dinámico. Funciona de la siguiente manera, como un mecanismo de retroalimentación inmune, los anticuerpos identifican los antígenos rápidamente, luego eliminan los antígenos y mantienen la estabilidad del sistema inmunitario. Se presentan unas características que mejoran el gradiente descendente del algoritmo, lo cual puede acelerar la velocidad de aprendizaje y mantener la estabilidad de este. Debido a la complejidad del sistema inmune, su principio no se conoce completamente[12]. La siguiente figura muestra la red de retroalimentación.

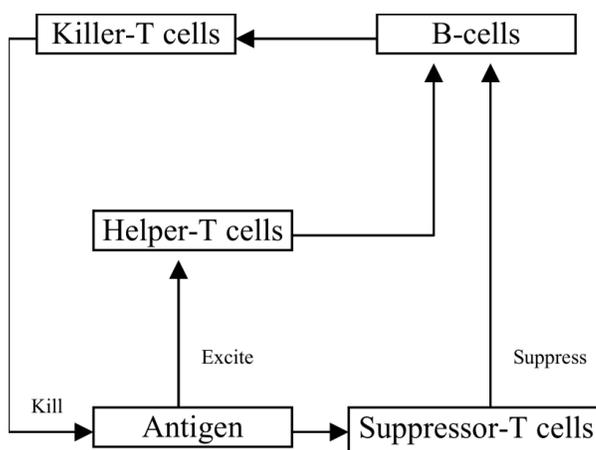


Figura 2: Red de retroalimentación de células T, H. Zheng, 2009.

V. Conclusiones

Este documento ofrece un resumen de los métodos automatizados de clasificación al igual que las diferentes aplicaciones que se realizan con inteligencia artificial a las imágenes satelitales. Los métodos automatizados de clasificación de imágenes satelitales se pueden clasificar en supervisados y no supervisados. Los métodos de clasificación de imágenes satelitales supervisadas y no supervisadas difieren en la forma de agrupar píxeles en categorías significativas. En la literatura, los investigadores han presentado encuestas sobre métodos de clasificación de imágenes satelitales y evaluaron el rendimiento frente a diferentes conjuntos de datos.

Por otra parte, la inteligencia artificial es una herramienta utilizada en el análisis y clasificación de coberturas con imágenes satelitales, un ejemplo de ello son las redes neuronales donde los algoritmos de aprendizaje generan una alta precisión de la clasificación, donde se implementa la red neuronal artificial con una variación del número de capas ocultas y el número de neuronas en la capa oculta. En cuanto exista un mayor aumento en el número de neuronas en la red neuronal artificial, existe una caída en la precisión de la clasificación de las coberturas de la imagen satelital. Es así como este documento resume las diversas revisiones sobre los métodos de clasificación de imágenes satelitales.

Referencias

- [1] A. Karlsson, “No Title,” “Classification high Resolut. Satell. images”, 2003.
- [2] Al-Ahmadi, F. S. and Hames, A. S. “Comparison of Four Classification Methods to Extract Land Use and Land Cover from Raw Satellite Images for Some Remote Arid Areas, Kingdom of Saudi Arabia”, Journal of King Abdulaziz University-Earth Sciences, Vol. 20, No.1, pp: 167-191. 2009.
- [3] Ahmed, R., Mourad, Z., Ahmed, B. H. and Mohamed, B. “An Optimal Unsupervised Satellite image Segmentation Approach Based on Pearson System and kMeans Clustering Algorithm Initialization”, International Science Index, Vol. 3, No. 11, pp. 948-955. 2009.
- [4] J. E. Rivera Estrada and D. V. Sánchez Salazar, “Inteligencia artificial ¿Reemplazando al humano en la psicoterapia?,” 2016.
- [5] P. H. Ibarguengoytia González, A. Reyes Ballesteros, M. Borunda Pacheco, and U. A. García López, “Predicción de potencia eólica utilizando técnicas modernas de Inteligencia Artificial,” Ing. Investig. y Tecnol., vol. 19, no. 4, pp. 1–11, Oct. 2018.
- [6] F. I. Casanola, “Implementación de herramientas de Teledetección e Inteligencia Artificial para la optimización de los recursos del Ejército Argentino en situaciones de emergencias volcánicas,” 2016.
- [7] O. J. Reyes Ortiz, M. Mejia, and J. S. Useche Castelblanco, “Técnicas de inteligencia artificial utilizadas en el procesamiento de imágenes y su aplicación en el análisis de pavimentos,” Rev. EIA, vol. 16, no. 31, p. 189, Jan. 2019.
- [8] Y. Zhong, A. Ma, Y. soon Ong, Z. Zhu, and L. Zhang, “Computational intelligence in optical remote sensing image processing,” Applied Soft Computing Journal, vol. 64. Elsevier Ltd, pp. 75–93, 01-Mar-2018.
- [9] N. Gupta and V. K. Panchal, “Artificial intelligence for mixed pixel resolution,” in International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2011, pp. 2801–2804.
- [10] A. Upadhyay, A. Upadhyay, and S. Maurya, “Regression and Artificial Neural Network based

Improved Classification of LISS-III Satellite Image,” in International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication, CTCEEC 2017, 2018, pp. 917–921.

[11] M. Juneja, E. Walia, P. S. Sandhu, and R. Mohana, “Implementation and comparative analysis of rough set, artificial neural network (ANN) and fuzzy-rough classifiers for satellite image classification,” in 2009 International Conference on Intelligent Agent and Multi-Agent Systems, IAMA 2009, 2009.

[12] H. Zheng, X. Wu, and Q. Cao, “Research on availability of satellite images based on immune feedback learning fuzzy neural network,” in 6th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, FSKD 2009, 2009, vol. 3, pp. 544–547.