Actividad 3: Análisis de la deforestación en la selva amazónica con técnicas de segmentación

Objetivos

El objetivo central de esta actividad es aplicar técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes para analizar el fenómeno de la deforestación en la selva amazónica, con un enfoque particular en la evaluación del impacto de las iniciativas de conservación en el Bosque Nacional Jamanxim, situado en Brasil. Específicamente, se busca realizar un cálculo automatizado de la extensión de la región deforestada en este bosque utilizando imágenes satelitales de alta resolución.

El Bosque Nacional Jamanxim, con una extensión aproximada de 860 000 hectáreas, juega un papel crucial en la preservación de la biodiversidad y el equilibrio ecológico de la región amazónica. Debido a su relevancia, el estudio de su estado de conservación a lo largo del tiempo es fundamental para evaluar la eficacia de las políticas de protección y conservación implementadas en la región.

Para realizar este análisis, se emplearán veinte imágenes satelitales correspondientes a los años 2000-2019 (ver figura 1). Estas imágenes, obtenidas del observatorio de la Tierra de la NASA, permiten realizar un seguimiento temporal detallado de los cambios en la cobertura forestal. De este modo, se podrá evaluar no solo la extensión de la deforestación, sino también la efectividad de las estrategias de conservación a lo largo de las dos últimas décadas.

La **figura 1** es un **GIF** que contiene las veinte imágenes satelitales correspondientes a los años mencionados, permitiendo observar los cambios en la cobertura forestal a lo largo del tiempo. El procesamiento de estas imágenes incluirá el uso de técnicas avanzadas de análisis de imágenes, como las transformaciones de intensidad y mejora de contraste, los filtros espaciales para eliminar ruido y realce de detalles, y técnicas de segmentación para identificar áreas deforestadas, lo que permitirá una evaluación precisa de los cambios en la cobertura forestal del Bosque Nacional Jamanxim.

A green area with many light spots

Description automatically generated with medium confidence

Figura 1: Evolución de la deforestación del Bosque Nacional Jamanxim, en la región amazónica de Brasil (entre los años 2000-2019). Un Análisis a través de imágenes Landsat en color natural. Fuente: NASA Earth Observatory. (s.f.). *Making Sense of Amazon Deforestation Patterns.*<https://earthobservatory.nasa.gov/images/145888/making-sense-of-amazon-deforestation-patterns>

Pautas de elaboración

En esta actividad, se implementarán diversas técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes con el objetivo de analizar y evaluar la deforestación en el Bosque Nacional Jamanxim a lo largo del tiempo. Las técnicas aplicadas incluyen:

* **Ajuste de intensidad y mejora de contraste**: se emplearán métodos como la **ecualización del histograma** o la **transformación de la intensidad** para resaltar las áreas deforestadas de manera efectiva. Estas técnicas permiten mejorar la visibilidad de las zonas de interés y aumentar el contraste entre las áreas deforestadas y el fondo, facilitando su identificación.
* **Segmentación por umbral**: para aislar las áreas deforestadas, se utilizarán técnicas de **segmentación por umbral**, como el **método de Otsu** y **Otsu adaptativo**. Estos métodos permiten determinar el umbral óptimo para separar las áreas de interés del fondo, ofreciendo una primera aproximación para identificar las zonas afectadas por la deforestación.
* **Segmentación por color**: en este caso, la segmentación basada en el color puede ser muy relevante, ya que las áreas deforestadas suelen tener tonos marrones o rojizos, mientras que la vegetación intacta tiene una tonalidad verde. Se utilizarán espacios de color como **Lab** y **HSV** para realizar la segmentación, ya que en estos espacios los colores se separan de manera más clara y son más fáciles de manipular que en el espacio RGB. El uso de estos espacios permite una segmentación más precisa, al aprovechar las diferencias de color entre la vegetación y las zonas deforestadas.
* **Mejora de la segmentación por umbral**: para refinar los resultados obtenidos en la segmentación inicial, se aplicarán **operadores morfológicos**. Estos operadores ayudan a limpiar los resultados, eliminando pequeños artefactos o ruidos, y mejorando la definición de las áreas deforestadas. La combinación de la segmentación por umbral y la morfología proporciona resultados más robustos.
* **Obtención de imágenes binarias**: tras la segmentación y su mejora, las imágenes se transformarán en representaciones **binarias**. Este paso facilita el análisis, ya que las zonas deforestadas se representan como píxeles blancos, mientras que el resto de la imagen se convierte en negro. La conversión a imágenes binarias simplifica los cálculos y la interpretación de los resultados.
* **Cálculo del área deforestada en km²**: para cuantificar la extensión de la deforestación, se calculará el área afectada en **kilómetros cuadrados (km²)**, teniendo en cuenta que **20 km equivalen aproximadamente a 51 píxeles** en las imágenes satelitales utilizadas. Este cálculo permitirá determinar con precisión la magnitud de la deforestación en la región.
* **Análisis de los resultados obtenidos**: finalmente, se llevará a cabo un análisis detallado de los resultados, evaluando las tendencias y variaciones de la deforestación a lo largo del tiempo. Este análisis permitirá comprender cómo han cambiado las áreas deforestadas y proporcionar información sobre la efectividad de las estrategias de conservación en la región.

**Extensión y formato**

La memoria explicativa debe tener el formato de un artículo científico y debe ser entregada en formato PDF con un máximo de 15 páginas. A continuación, se proporcionan directrices detalladas para cada sección de la memoria:

* **Resumen:** en esta sección, se debe ofrecer una breve sinopsis del propósito de la actividad, los resultados obtenidos y las conclusiones alcanzadas, centrándose en el uso de técnicas de segmentación para analizar la deforestación en imágenes satelitales. Se debe incluir una visión general de cómo estas técnicas, como la segmentación por umbral y por color, han permitido identificar y cuantificar las áreas deforestadas. Además, se deben destacar los resultados más relevantes obtenidos en cuanto a la precisión de la segmentación, el impacto en la visibilidad de las áreas deforestadas y cómo los métodos utilizados contribuyeron al análisis temporal de los cambios en la cobertura forestal.
* **Introducción**: contextualiza la importancia del análisis de la deforestación mediante técnicas de segmentación dentro del procesamiento digital de imágenes. Explica cómo las técnicas de segmentación permiten identificar áreas específicas de interés, como las zonas deforestadas, en imágenes de satélite. Además, describe cómo la segmentación por umbral, junto con técnicas como la segmentación basada en color, puede mejorar la identificación y el análisis de la deforestación. Se debe abordar el contexto de la conservación ambiental y cómo estos métodos son fundamentales para la evaluación y monitoreo de los cambios en la cobertura forestal a lo largo del tiempo.
* **Material y métodos**: en esta sección, se describen los materiales utilizados, incluyendo el software empleado y las imágenes satelitales de entrada. Se debe explicar detalladamente las técnicas de segmentación aplicadas para analizar la deforestación, tales como la segmentación por umbral (como Otsu y Otsu adaptativo) y la segmentación basada en color (espacios de color como Lab o HSV). Proporcione una descripción clara de cada técnica sin hacer referencia a un lenguaje de programación específico, para asegurar que cualquier lector pueda comprender y aplicar las metodologías descritas. También es importante detallar los pasos experimentales para que el lector pueda reproducir el proceso, incluyendo la obtención de imágenes binarias y el cálculo del área deforestada.
* **Resultados**: esta sección debe incluir un análisis detallado de las imágenes antes y después de aplicar las técnicas de segmentación. Utilice figuras, tablas y gráficos para ilustrar el impacto de las técnicas de segmentación en la calidad y precisión de las áreas identificadas como deforestadas. Por ejemplo, se pueden mostrar los resultados de la segmentación por umbral y cómo se aislaron las áreas deforestadas en función de los cambios en los valores de intensidad y color. La interpretación debe incluir reflexiones sobre cómo las técnicas de segmentación mejoraron la identificación de las zonas deforestadas y cómo el análisis temporal ha mostrado las tendencias y variaciones en la deforestación a lo largo del tiempo.
* **Conclusiones**: en esta sección, se deben resumir los hallazgos más relevantes de la actividad, destacando la efectividad de las técnicas de segmentación en el análisis de la deforestación. Reflexione sobre la precisión de cada técnica aplicada (segmentación por umbral, segmentación basada en color) y su impacto en la identificación de las áreas deforestadas, destacando cuál fue la más eficaz para cada tipo de imagen. Además, se debe considerar si hubo limitaciones en los métodos aplicados, como la influencia de la variabilidad en las condiciones de iluminación o el riesgo de introducir errores en la segmentación debido a la calidad de las imágenes.
* **Referencias**: incluye todas las fuentes bibliográficas utilizadas para comprender y justificar las técnicas de mejora de imagen aplicadas en la actividad. Asegúrate de citar libros, artículos científicos, manuales de software y cualquier otro recurso relevante. Asegúrate de seguir un formato de citación adecuado (como APA o IEEE) y de incluir todas las fuentes que hayas consultado para realizar la actividad.

**Nota:** si algunos detalles técnicos, cálculos extensos o ejemplos adicionales complementan el análisis sin ser esenciales en el cuerpo principal del informe, pueden incluirse en los anexos. Estos deben estar bien organizados, numerados y titulados de manera clara, asegurando que se haga referencia a ellos en el texto cuando sea necesario. De este modo, se mantiene la claridad y fluidez del informe sin omitir información relevante.

Rúbrica

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Análisis de la deforestación en la selva amazónica con técnicas de segmentación | Descripción | Puntuación máxima  (puntos) | Peso  % |
| Criterio 1 | Resumen | 1 | 10 % |
| Criterio 2 | Introducción | 1,5 | 15 % |
| Criterio 3 | Material y métodos | 2 | 20% |
| Criterio 4 | Resultados | 3,5 | 35 % |
| Criterio 5 | Conclusiones | 1,5 | 15 % |
| Criterio 6 | Referencias | 0,5 | 5 % |
| Criterio 7 | Existe plagio, no debidamente referenciado o el trabajo es similar y con los mismos puntos de fallo que el de otro trabajo | -10 | -100 % |
|  |  | **10** | **100 %** |