

Introducción

La **Percepción Remota** es una ciencia moderna que ha cobrado importancia en las últimas décadas con el avance de la tecnología espacial; es un método de observación a distancia de un sistema físico.

La percepción remota nació como una de las técnicas relacionadas con las sondas espaciales Voyager enviadas a planetas cercanos al nuestro y tuvo un desarrollo acelerado con la prospección de los recursos naturales desde el espacio y ha culminado con una nueva rama en la ciencia (Lira, 1987).

La percepción remota involucra métodos de análisis de imágenes, diseño y construcción de arquitecturas computacionales espaciales, fabricación de sensores de alta eficiencia, y desarrollo de software computacional eficiente.

Una situación típica de la percepción remota involucra un detector adquiriendo una imagen de un objetivo el cual se encuentra a una gran distancia. La imagen es con frecuencia formada en un intervalo de longitudes de onda diferente al de la sensibilidad del sistema de visión humano.

Por ejemplo, un satélite con órbita geoestacionaria podría generar una imagen en infrarrojo de la costa noreste de México; como otro ejemplo, un radiotelescopio en el desierto del Sahara podría generar imágenes de microondas de sitios distantes. Tales imágenes poseen un número interesante de problemas en la interpretación.

Las imágenes obtenidas por los satélites (imágenes multispectrales) ofrecen una perspectiva única de la Tierra, sus recursos y el impacto que sobre ella ejercemos los seres humanos. La información extraída de las imágenes multispectrales nos muestra una visión global de objetos y detalles de la superficie terrestre.

Los científicos dedicados al estudio de la percepción remota, tales como geógrafos, geofísicos, vulcanólogos, etc., consientes de que la forma en la cual se interpreten los datos debe de ser la más adecuada dependiendo del estudio que se encuentren realizando se han dedicado al desarrollo de herramientas que faciliten la interpretación de las imágenes obtenidas.

Las observaciones o mediciones hechas a distancia con la ayuda de satélites llegan a formar una colección de datos en forma de imágenes que tienen que ser procesadas digitalmente por computadoras, por lo que no se puede pensar en la percepción remota sin el uso del análisis digital de imágenes. De acuerdo con Lira:

“La finalidad en el análisis de imágenes es la cuantificación de las propiedades de los objetos presentes en éstas, para lo cual es necesario entender los elementos que las componen, su origen, y su naturaleza. Los métodos de análisis están estrechamente relacionados con estos aspectos. La toma de decisiones en muchas áreas del conocimiento se basa en el resultado de este análisis” (Lira, 2002).

Un aspecto relevante a tomar en cuenta en el análisis de una imagen es la textura, ya que es una propiedad asociada con la superficie en estudio, como el suavizado, la rugosidad, la granularidad, la regularidad y la homogeneidad.

Además, en la textura podemos observar una repetición espacial de patrones en una superficie. Ejemplos de textura son: las puntadas de un suéter, las piedras de un camino empedrado y los granos de arena en la playa.

Estudiar las texturas en una imagen es importante ya que ellas están compuestas de varios subelementos estilizados que se repiten con cierto significado.

El operador **LBP** (**L**ocal **B**inary **P**attern) es un método para analizar texturas y se ha convertido en una poderosa medida de la textura de una imagen, mostrando excelentes resultados en términos de precisión y complejidad computacional. El operador LBP se puede ver como un acercamiento unificador hacia la estadística tradicionalmente divergente y los modelos estructurales del análisis de texturas.

Existen en la literatura numerosos métodos para caracterizar texturas; sin embargo, su uso no es siempre satisfactorio al no considerar aspectos de las aplicaciones prácticas, como por ejemplo el uso de imágenes multiespectrales.

Con base en lo anterior es como surge el interés de realizar esta tesis: ***“Textura multiespectral a partir de una variación del algoritmo LBP”*** en la cual se propone tomar como referencia al operador LBP y su generalización para la cuantificación de textura multiespectral ya que es idealmente apropiado para aplicaciones que requieren de una rápida extracción de características de manera eficiente.

Esta tesis fue realizada en el **Laboratorio de Percepción Remota** del **Instituto de Geofísica, UNAM**, bajo la dirección del **Dr. Jorge Lira Chávez**.

Objetivo

Implementar una modificación del algoritmo LBP para el análisis textural de imágenes multiespectrales que de como resultado una correcta interpretación en el estudio de estas.

Objetivos particulares

- Interpretar la textura de una imagen multiespectral de una zona de estudio con ayuda del software desarrollado. La zona que se decidió estudiar es el Valle de México.
- Realizar una modificación del algoritmo LBP y combinarlo con el algoritmo de Divergencia para evaluar los resultados que arroja al analizar la textura y los bordes de una imagen multiespectral

Metodología

1.- Realizar modificaciones al algoritmo LBP para analizar textura de imágenes multiespectrales.

Debido a que los satélites proporcionan imágenes multiespectrales, habrá que realizar modificaciones al algoritmo LBP para adecuarlo a que pueda trabajar con imágenes multiespectrales.

2.- Realizar pruebas en MATLAB para comprobar la eficiencia del algoritmo LBP.

Debido a que MATLAB (abreviación de “MATriz LABoratory”) es un lenguaje de programación, que es una magnífica herramienta de alto nivel para desarrollar aplicaciones se programará primero en este entorno la modificación del algoritmo LBP para imágenes multiespectrales. Posteriormente se realizarán diversas pruebas para que el código sea el más eficiente posible en cuanto a extracción de características texturales como desempeño computacional.

3.- Realizar pruebas con imágenes multiespectrales

Tomar una zona de estudio con las imágenes multiespectrales correspondientes.

4.- Interpretar los resultados que arroje el algoritmo LBP

Analizar la imagen resultante la cual contendrá las características texturales de la zona en cuestión.

Contenido de la tesis

Capítulo I Introducción a la Percepción Remota

Con el objeto de que el lector tenga una mejor comprensión del objetivo de esta tesis se describen en este primer capítulo los temas principales y conceptos básicos referentes a la ciencia de la Percepción Remota, así como una introducción a las características de las imágenes que se ocuparan en el desarrollo del presente trabajo las cuales son imágenes multiespectrales obtenidas del satélite Landsat TM.

Este capítulo tiene como objetivo que el lector se familiarice con ciertos términos y conceptos.

Capítulo II Imágenes

En este capítulo se toca el tema de la percepción visual, ya que en las aplicaciones del procesamiento de imágenes uno de los objetivos es mejorar la calidad visual de la imagen en estudio adaptándola lo mejor posible a la capacidad perceptiva del sistema de visión humana, para ello se introducen conceptos básicos sobre la formación de las imágenes en el ojo humano.

Además se introduce una definición general del concepto de imagen y los tipos básicos de éstas.

Las imágenes obtenidas la percepción remota ya sea desde un avión o una plataforma satelital están disponibles en formato digital, espacialmente los datos están compuestos por elementos discretos llamados píxeles y radiométricamente están cuantificados dentro de niveles discretos de brillantez. La gran ventaja de tener los datos disponibles en formato digital es que pueden ser procesados por una computadora. Por esta razón este capítulo está

también dedicado a las imágenes digitales para tener un panorama general del proceso de obtención y de las modificaciones que se le pueden realizar a las imágenes digitales.

Capítulo III Imagen Digital Multiespectral

En este capítulo se define lo que es una imagen digital multiespectral y algunos conceptos básicos sobre este tipo de imágenes, como por ejemplo: cuáles son los tipos de despliegue de estas imágenes, las relaciones de vecindad existentes en una imagen digital y los campos vectoriales asociados a las imágenes digitales multiespectrales

Capítulo IV Textura multiespectral

Este capítulo introduce varios conceptos para definir y analizar las texturas de imágenes complejas dentro de varios campos en el área científica, así como algunos métodos para analizar texturas, como por ejemplo la matriz de co-ocurrencia para imágenes monoespectrales además de la descomposición en componentes principales y del algoritmo de divergencia para cuantificar textura en imágenes multiespectrales

Capítulo V El Algoritmo LBP

Un descriptor de textura simple y relativamente nuevo es el Operador LBP (Local Binary Pattern, LBP). Este método está basado en el reconocimiento de ciertos patrones locales binarios, los cuales muestran propiedades fundamentales de la textura local de una imagen y la ocurrencia del histograma el cual provee una medida de las características texturales.

En este capítulo se detalla el funcionamiento del operador LBP además de algunas de sus aplicaciones en otros trabajos de investigación.

Como en principio el operador LBP no estaba pensado para imágenes multiespectrales, se realizó para esta tesis una modificación para adecuarlo al análisis de imágenes multiespectrales, en este capítulo se describen tales modificaciones y el proceso para llegar a éstas.

Capítulo VI Métodos y Materiales

En este capítulo se presentan algunos ejemplos de imágenes multiespectrales sobre las cuales se aplicó la modificación que se realizó al algoritmo LBP. Las imágenes de satélite

que se emplearon pertenecen a la serie Landsat TM. Las escenas analizadas corresponden al centro de la República Mexicana.

También se discuten los resultados obtenidos al aplicar el algoritmo de divergencia a la modificación al operador LBP.

En este capítulo se analiza la información de la textura obtenida a partir de objetos espectrales específicos, se discuten los resultados obtenidos sobre la imagen en estudio y se discute la aplicación de la modificación del operador LBP.

Capítulo VII Conclusiones Generales

En este capítulo se presentan las conclusiones del presente trabajo.

Anexo A Plataformas orbitales empleadas en percepción remota

En este anexo se presentan las fichas técnicas de algunas de las principales plataformas orbitales empleadas actualmente en la percepción remota para la generación de imágenes multispectrales.

Anexo B El Sistema Landsat

En este anexo se proporciona la información más relevante del sistema Landsat TM

Aportación de la tesis

La percepción remota es una ciencia cada vez más importante en las ciencias del medio ambiente y en las ciencias planetarias, pues hace posible coleccionar datos de áreas inaccesibles o peligrosas de exploración directa. Algunas de las aplicaciones incluyen el monitoreo de deforestación en áreas tales como el Amazonas en Brasil, los efectos del cambio climático sobre los glaciares en las regiones del ártica y antártica, el análisis del crecimiento urbano en ciudades como el DF, el monitoreo de contaminación de ríos, lagos y océanos y la localización de minerales en el área geológica, entre otros. El análisis de textura en las imágenes satelitales resulta de gran ayuda al momento de realizar un estudio en específico.