



## PROCESAMIENTO DE DATOS GEOSÍSMICOS USANDO LA TRANSFORMADA HILBERT-HUANG (THH)

A diferencia del análisis de Fourier, la transformada de Hilbert-Huang (THH) permite a los ingenieros analizar oscilaciones no estacionarias provenientes de sistemas no lineales.

Los doctores Miguel P Romo Organista y Silvia R García Benítez, investigadores de la Coordinación de Geotecnia del II UNAM, son pioneros en la aplicación ingenieril, en geotecnia y sismología, de la THH, que es el primer método, con fundamentos matemáticos sólidos, con el que se pueden analizar datos no estacionarios y no lineales. Hay ejemplos exitosos de su uso en aeronáutica, mecánica, neurofisiología, reconocimiento de voz, reconocimiento de patrones, control de maquinaria, transmisión en materiales superconductores y vulcanología. Existen algunos trabajos donde se presenta parcialmente el uso de la THH en ingeniería estructural.

Para profundizar en el uso de la THH los investigadores mexicanos se pusieron en contacto con el NASA Goddard Space Flight Center, dónde el creador de la técnica, el doctor Huang, mantenía un reconocido grupo de trabajo. Esta comunicación, después de una evaluación de seis meses, les gratificó con los permisos para ser usuarios académicos de esta herramienta. En la evaluación se confirmó que Romo y García representan un grupo de investigación con respaldo sólido de publicaciones y amplia experiencia en *Emerging computing* (redes neuronales, algoritmos genéticos, lógica difusa y minería de datos).

La aportación de los investigadores Romo Organista y García Benítez cobra relevancia por el sentido práctico de sus estudios y publicaciones. Algunos de los temas de sus investigaciones con THH incluyen la obtención de propiedades dinámicas de los suelos, la definición del tiempo de duración de un sismo, la estimación de los efectos de sitio y la caracterización temporo-frecuencial de los trenes de onda con impacto en las estructuras y los suelos. Algunas de estas propuestas, además de haber sido presentadas en foros internacionales, se han sometido a evaluación y próximamente serán publicadas en destacadas revistas científicas.

### EL ANÁLISIS DE FOURIER Y LA TRANSFORMADA HILBERT-HUANG

El tradicional análisis de Fourier no captura adecuadamente la naturaleza local y evolutiva de las respuestas de sistemas naturales. Las dificultades de este análisis espectral están asociadas con su incapacidad para revelar información detallada sobre las propiedades de disipación de energía, deformación de las ondas y distribución de la energía/frecuencia.

DE SILVIA GARCÍA  
INVESTIGADORES DE LA SUBDIRECCIÓN DE ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA

POR VERÓNICA BENÍTEZ

Existe consenso en la comunidad geosísmica sobre las peligrosas malinterpretaciones respecto a la intensidad, el contenido de frecuencias y la duración de las oscilaciones cuando se analizan grandes bases de datos con herramientas limitadas. Fourier oscurece características de las señales sísmicas con espectros “generales” por lo que resulta muy difícil una discriminación objetiva de patrones de comportamiento entre tipo de suelos, mecanismos de falla, distancias epicentrales e incluso magnitudes.

La THH se presenta como una alternativa a la aproximación espectral, un método para el procesamiento de datos no estacionarios/no lineales. Esta transformada consta de dos partes: la descomposición empírica en modos y el análisis espectral de Hilbert. La primera parte le otorga su carácter adaptativo, lo que significa que puede producir representaciones físicamente significativas de los datos que provienen de procesos naturales. Entre las tareas matemáticas más importantes donde la THH cuenta con remarcables ventajas están i) el análisis adaptativo de datos, ii) la identificación de sistemas no lineales, y iii) la predicción de comportamientos de procesos no estacionarios.

### LA THH PARA ACELEROGRAMAS

El esquema de análisis con THH que proponen Romo y García ha demostrado ser una magnífica alternativa para discernir sobre la no linealidad de los suelos e inferir aspectos relativos a la intensidad de las sacudidas y su efecto sobre la movilización de propiedades dinámicas en los depósitos. Estos investigadores han mostrado, a través de la distribución temporo-frecuencial de la energía contenida en los acelerogramas (fig a), que la THH mejora la exploración, caracterización y cuantificación de los efectos inducidos por sismos. Con base en los resultados de sus trabajos, ellos defienden el potencial de la THH para localizar las frecuencias, la intensidad y el tiempo en que suceden los episodios de alteración de las distintas masas de suelo (fig b).

Los ejemplos no son exhaustivos, pero sin duda los resultados son suficientemente atractivos para las sociedades científicas relacionadas con esta crítica y desafiante área de investigación.

