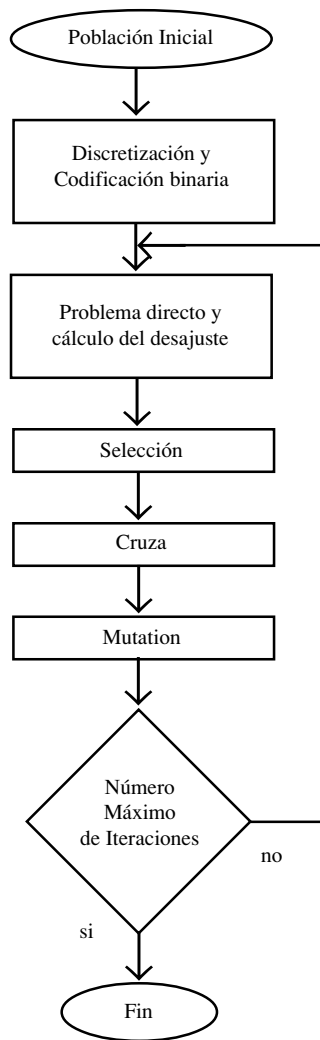


Desde luego por estas ventajas se paga un costo, y éste es el tiempo de cómputo. Para tener una idea de la diferencia de tiempo de cómputo podemos decir que mientras una aproximación lineal puede tardar algunos segundos en una computadora, el método de algoritmos genéticos puede llevarse varias horas.



Esquema clásico de un algoritmo genético

Como ustedes podrán ver, se puede decir que el método de algoritmos genéticos tiene muy poco de ficción y mucha utilidad.

UNA OJEADA A LOS AUTORES

El Dr. Peter Shaaf nació en Munich, Alemania donde estudió la carrera de Geología en la Universidad de Munich y obtuvo su doctorado en la misma Universidad. Actualmente es el responsable del Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS) y del Laboratorio de Termoluminiscencia. Ambos laboratorios se encuentran en el Instituto de Geofísica de la UNAM. Lo puedes contactar en el teléfono 56 22 43 47.

El M. en C. Arturo Iglesias estudia actualmente el doctorado en sismología en el Posgrado de Ciencias de la Tierra de la UNAM. Adquirió su formación profesional como Ingeniero Geofísico en la Facultad de Ingeniería de la misma universidad y obtuvo el grado de Maestro en Sismología en el Posgrado ya mencionado.

Su motivación para estudiar sismología viene de la gran importancia que tiene esta disciplina en el país, ya que México está ubicado en una zona de alta sismicidad. La UNAM es una de las pocas instituciones en las que se desarrolla investigación en sismología en nuestro país, la cual es reconocida internacionalmente. Por esta y por muchas razones más se siente orgullosamente universitario. Te puedes comunicar con él en el teléfono 56 22 41 38.

Los que lo Hacemos

Geofisicosas es preparado por miembros del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El Instituto se encuentra en Ciudad Universitaria. Los que formamos parte de este Instituto hemos estudiado carreras tales como Ingeniería, Ingeniería Geofísica, Geología, Física, Matemáticas, Química o Geografía.

Dra. Blanca Mendoza Ortega
Tel. 56 22 41 13
blanca@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Dra. Ofelia Morton Bermea
Tel. 56 22 81 27
omorton@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Dr. Carlos Mortera
Tel. 56 22 41 38
carlosm@ollin.igeofcu.unam.mx

Mtro. Jaime Durazo
Tel. 56 22 41 33
durazo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Dr. Enrique Cabral Cano
56 22 41 17
ecabral@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Edición Técnica:

Francois Graffé Schmit
Freddy Godoy
Impreso en la Unidad de Apoyo Editorial del Instituto de Geofísica, UNAM



Geofísica
UNAM

GEOFISICOSAS



Nº 15

Instituto de Geofísica
<http://www.igeofcu.unam.mx>

Septiembre,
2002

¡ HOLA !

Después de las vacaciones de verano seguramente vendrás con muchas ganas de aprender cosas nuevas. En este número queremos que te enteres que la Geofísica se aplica en la Arqueología leyendo *¿Auténtico o falso? Aplicaciones de métodos geofísicos en arqueología*. Las matemáticas también se aplican a la Geofísica, como verás en *Algoritmos genéticos ¿ciencia o ficción?*

En la sección *UNA OJEADA A LOS AUTORES* te contamos algo sobre el articulista y te damos su teléfono y correo electrónico. La razón es que nos interesa que nos busques, si quieres saber más sobre los temas que encuentres aquí. Así que léenos, comunícate con nosotros y

¡ llégale a las Ciencias de la Tierra!

**¿Auténtico o falso?
Aplicaciones de
métodos geofísicos en
arqueología**

Peter Schaaf

Uno de los retos más importantes en Ciencias de la Tierra es la determinación de la edad de las rocas y minerales. En los últimos 50 años se han desarrollado más de 100 diferentes métodos para resolver este problema. Entre ellos cabe mencionar las técnicas con isótopos radioactivos naturales (uranio, rubidio, potasio) que normalmente se aplican para fechamientos de muestras con edades entre 1 millón de años hasta 4.6 mil millones de años (edad de la Tierra).

Para muestras con edades menores de 1 millón de años (cuaternarias) y muestras arqueológicas existen otros métodos isotópicos (como el Radiocarbono) o métodos basados en el daño causado por radiación como la Termoluminiscencia (TL).

En el Instituto de Geofísica se aplican con éxito desde hace 7 años los métodos mencionados anteriormente (con excepción del Radiocarbono) en proyectos de investigación en Ciencias de la Tierra y Arqueología.

Recientemente hemos realizado otra aplicación del método de TL: Pruebas de autenticidad de muestras arqueológicas de museos y colecciones. Estos análisis no son estrictamente fechamientos, pero sirven para determinar si una muestra arqueológica es falsa o auténtica.

Como se menciono anteriormente, el fenómeno de TL se basa en los daños causados por radiación en la estructura molecular de la muestra (en su red cristalina). Los elementos radioactivos naturales como el uranio, el torio y el potasio causan agujeros en la red cristalina y en estos lugares se quedan electrones en posiciones semiestables.



Algoritmos genéticos ¿ciencia o ficción?

Arturo Iglesias Mendoza

Introducción

Al escuchar el término “algoritmos genéticos”, quizá lo primero que se nos viene a la mente es la imagen de una película de ciencia-ficción que bien pudiera ser la primera parte de aquella llamada “Inteligencia artificial”.

La realidad es que los algoritmos genéticos son una poderosa herramienta matemática para optimizar funciones matemáticas. El método de algoritmos genéticos se ha utilizado en ámbitos tan diversos como la mecánica, las finanzas y por supuesto la Geofísica.

Desde luego lo, que tienen en común estas disciplinas es que los problemas que tratan pueden ser modelados a través de funciones matemáticas. A pesar de que el método es útil para encontrar los puntos extremos de casi cualquier función (su punto máximo o su punto mínimo por ejemplo), normalmente se aplica en funciones multiparamétricas, no lineales y/o multimodales.

Multiparamétrico indica que la función depende de un gran número de parámetros libres cuyos valores deben ser determinados para encontrar el

punto extremo de la función.

Por otro lado “no-linealidad” implica que la función sufre cambios bruscos cuando hay cambios pequeños del valor de los parámetros libres. Finalmente el término multimodal quiere decir que la función tiene más de un punto extremo del mismo tipo (por ejemplo dos mínimos o dos máximos). La razón para solamente usar el método en los casos mencionados, es que, para aquellas funciones que se comportan “estables”, existen otros tipos de métodos que encuentran los puntos extremos en menor tiempo y sin tanto esfuerzo computacional.

El método

El método de algoritmos genéticos consiste básicamente en imitar a la naturaleza en el proceso de evolución de las especies, el cual ha sido sumamente efectivo para mantener el equilibrio entre presa y depredador, evitando una ruptura en la cadena alimenticia. El primer paso es establecer valores discretos de los diferentes parámetros. El segundo paso consiste en la codificación en código binario de estos valores discretos; este paso es muy importante ya que facilitará las operaciones genéticas adelante descritas. El siguiente paso consiste en formar modelos (también llamados individuos por analogía), lo cual se hace combinando aleatoriamente el

código binario de los diferentes parámetros.

De esta manera todos los individuos tendrán asignada una cadena genética (gen), que contendrá información de todos los parámetros involucrados en la función a optimizar. La cadena genética de cada combinación es irreplicable, por lo que si en algún momento del proceso existe un cambio en ésta, implicará una combinación diferente de parámetros. Para cada una de las diferentes combinaciones o modelos se evalúa la función y el valor de ésta se asigna como una calificación para cada combinación.

La primera operación genética es la cruza, la cual consiste en separar por pares las diferentes cadenas y partirlas en un punto aleatorio intercambiando la información entre ambos.

La siguiente operación genética es la mutación: de un número pequeño de individuos nuevamente escogidos al azar se cambia la paridad de un bit (cromosoma) de la cadena. De esta manera, si el bit tenía valor cero, se establece como uno y viceversa. El último proceso genético es la selección, donde los mejores modelos sustituyen a los peores. Este proceso simula a la selección natural, donde los individuos más débiles sucumben ante sus depredadores.

Para que el problema llegue a una solución confiable,

las operaciones genéticas deben ser iterativas (simulando el paso del tiempo en la evolución de las especies), por lo que este método suele programarse en una computadora.

Aplicaciones en geofísica.

En geofísica el problema de *optimizar* funciones generalmente consiste en encontrar el mínimo error entre las observaciones geofísicas y los modelos matemáticos que representan el fenómeno. Por ejemplo, las mediciones de gravedad de la anomalía provocada por algún cuerpo, que se llevan a cabo en una zona específica, son modeladas con el fin de encontrar las propiedades del cuerpo enterrado que produce dicha anomalía.

Para resolver el problema se propone una función de error que mide la diferencia de los datos con respecto al modelo teórico. El mínimo de esta función indica la combinación óptima de los parámetros involucrados en el problema. Muchos de los problemas en geofísica son fuertemente no lineales, pero tradicionalmente para resolverlos se acostumbra considerar como una primera aproximación que el problema es lineal. Entonces se propone un modelo inicial, que si no se encuentra cercano a la solución real no se podrá resolver. El uso de un método como el de algoritmos genéticos, permite resolver el problema sin linealizarlo y por lo tanto encontrar la solución.

Con el calentamiento de la muestra (hasta 500 °C) se liberan estos electrones con una emisión de luz irreversible. Si una muestra es una falsificación reciente, no presenta una señal luminiscente.

Como ejemplo se presenta aquí una muestra de la colección de la Fundación Televisa. Se trata de una figura de cerámica de una mujer de la cultura del Zapotal, Veracruz, llamada la Gorda del Zapotal.

La edad estimada (a partir de hoy) es de 1350-1900 años. Como había dudas respecto a la autenticidad de la figura, antes de mandarla a exposiciones en Europa, se le hicieron pruebas de TL.

El análisis por TL mostró una curva luminiscente bien definida y confirmó la edad estimada. La muestra se mandó con el certificado “AUTÉNTICO” del laboratorio a las exposiciones en Europa.