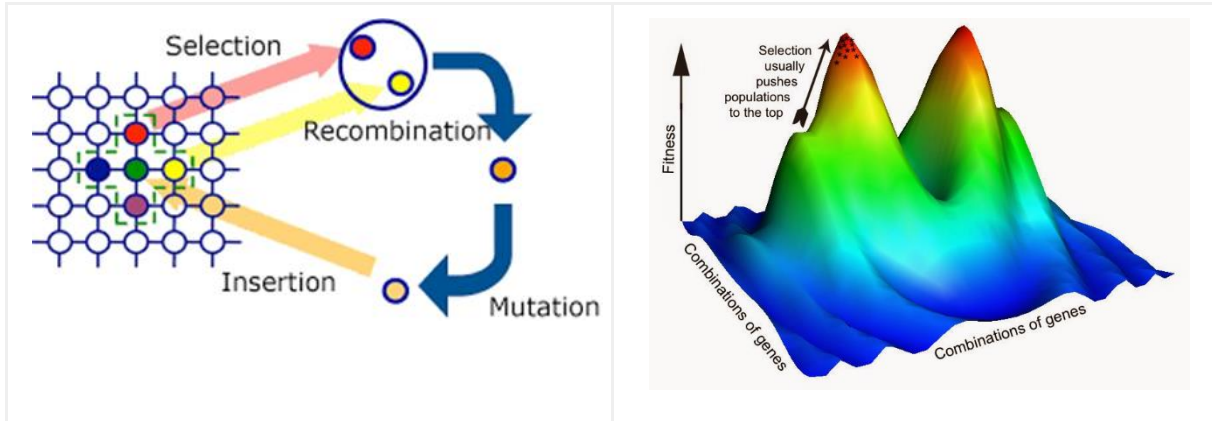


Inteligencia Computacional

Unidad 4: Algoritmos Genéticos



Los Algoritmos Evolutivos, algoritmos bio-inspirados, considerados como técnicas de Inteligencia Artificial, han cobrado gran importancia debido a su capacidad para dar solución a problemas complejos y no-lineales que los métodos “clásicos” o analíticos no pueden resolver.

En los últimos tiempos, por ejemplo, se ha motivado la aplicación de estas técnicas para el desarrollo de algoritmos inteligentes que permitan identificar, pronosticar, optimizar y controlar el clima para cultivos en ambientes protegidos (invernaderos) y generar condiciones climáticas cercanas a las óptimas de los biosistemas para el crecimiento y desarrollo de los cultivos y obtener así un mayor rendimiento y calidad de los productos.

Los Algoritmos Genéticos son algoritmos de búsqueda basados en la mecánica de selección natural y de la genética natural. Combinan la supervivencia del individuo más apto entre estructuras de secuencias con un intercambio de información estructurado, aunque aleatorizado, para constituir así un algoritmo de búsqueda que tenga algo de las genialidades de las búsquedas humanas (Goldberg, 1989).

Se comienza con una población de soluciones codificadas de forma similar a cromosomas. Cada uno de estos cromosomas tendrá asociado, a través de una función de evaluación, un valor de ajuste, bondad o fitness, que cuantifica su validez como solución al problema. En función de este valor se le darán más o menos oportunidades de reproducción. Además, con cierta probabilidad se realizarán mutaciones de estos cromosomas (Goldberg, 2002). Este proceso hará posible que los individuos genéticos tiendan hacia las soluciones buscadas, determinadas por la función de evaluación (Grefenstette, 1992).

1. ¿Qué son los Algoritmos Genéticos y cuáles son sus ventajas y limitaciones?
2. Describa aplicaciones, requerimientos, características y técnicas de la computación evolutiva.
3. ¿Qué es una función de evaluación, costo o *fitness*? Dé ejemplos al menos 5 ejemplos de posibles funciones y sus respectivos parámetros a optimizar.
4. Describa cómo evolucionan las poblaciones y mencione algunos métodos de selección, mutación y cruzamiento.
5. Describa los algoritmos de torneo y ruleta.
6. Defina gen, mutación, cruzamiento, genotipo, fenotipo. Dé un ejemplo donde se realice una codificación que permita alcanzar un objetivo, proponga los algoritmos necesarios y evalúelo.
7. En caso de contar con datos ¿es necesario preprocesarlos? Justifique.
8. Esquematice un posible cruzamiento y mutación entre dos individuos representados con palabras binarias de longitud 10. Luego responda las siguientes preguntas.
 - a) ¿Cómo realiza la codificación de un entero con rango entre 10 y 150 con precisión de dos dígitos decimales en una palabra binaria?
 - b) ¿Cómo realiza la codificación de un número real con rango entre 10 y 150 con precisión de dos dígitos decimales en una palabra binaria?
9. Dado el siguiente video donde se aplican Algoritmos Genéticos a la búsqueda del camino más corto para que una víbora se coma a un ratón: <https://www.youtube.com/watch?v=XcinBPhgT7M>
 - a) Describa la metodología y herramientas utilizadas para realizar esta aplicación.
 - b) Implemente y evalúe el costo computacional de la aplicación en MATLAB. Para ello utilice el código provisto en la página web. De no utilizar MATLAB, haga un análisis similar en el lenguaje que esté utilizando.
10. Optimización con MATLAB: ¿Qué algoritmos tiene implementados MATLAB? ¿Cuáles son sus requerimientos parámetros, técnicas de mejora y evaluación? <https://la.mathworks.com/products/optimization.html> (optim_tb.pdf). Si no utiliza MATLAB, evalúe alguna librería para el lenguaje que esté utilizando. O asegúrese de comprender los conceptos en el documento propuesto.
11. Graficar y encontrar mínimos de la función dada por el siguiente script de MATLAB, reproducible en cualquier otro lenguaje:

```
function y = find_min(x)
    y = find_min(x)
    if x <= 100
        f(x) = -exp(-(x/100).^2);
    else
        f(x) = -exp(-1) + (x-100)*(x-102);
    end
```

Considerar $x = [-100:0.5:110];$

12. Graficar y encontrar mínimos en las siguientes funciones.
 - a) @shufcn de MATLAB, entre -2 2; -2 2.
 - b) @rastriginsfcn de MATLAB.
 - c) $f(x) = \left| \frac{x-5}{2+\sin(x)} \right|$ entre -10 y 15 con un paso de 0.5.
 - d) $f(x) = 6x + 9 + x^2$; $x = [-10:0.1:10];$

13. Búsqueda del mínimo con restricciones: utilice la herramienta de optimización de MATLAB u otro software para encontrar el mínimo por AG de la función `ps_example`, cuyo código se da a continuación:

```
for i = 1:size(x,1)
    if x(i,1) < -5
        f(i) = (x(i,1)+5)^2 + abs(x(i,2));
    elseif x(i,1) < -3
        f(i) = -2*sin(x(i,1)) + abs(x(i,2));
    elseif x(i,1) < 0
        f(i) = 0.5*x(i,1) + 2 + abs(x(i,2));
    elseif x(i,1) >= 0
        f(i) = .3*sqrt(x(i,1)) + 5/2 +abs(x(i,2));
    end
end
```

Se consideran dos restricciones:

$$-x(1) - x(2) \leq -1 \text{ and } -x(1) + x(2) == 5$$

- Visualizar la función. ¿Qué tipos de mínimos posee?
 - Establezca la optimización en una variable y la función de selección cómo el mínimo.
 - ¿Qué métodos de selección y cruce utiliza? ¿Qué parámetros?
 - Muestre el comportamiento del AG durante la búsqueda del mínimo. Si se anima, intente ver la evolución de la población (requiere más programación).
 - Analice los resultados y verifique su validez.
 - Realice los cambios necesarios en los parámetros para obtener la respuesta esperada.
 - Ejecute el algoritmo al menos 5 veces y analice los resultados en base a su inicialización, algoritmos y parámetros.
 - Elija el mejor y justifique.
14. **Opcional:** Problema de optimización: minimizar número de amenazas. Problema de las 8-reinas: colocar 8 reinas en un tablero de ajedrez de tal manera que ningún par de reinas se amenacen entre sí. Dos reinas se amenazan si se encuentran en la misma fila, columna o diagonal. Variables de decisión: 'C' es la columna donde se encuentra la reina en la fila 'F'.
15. **Opcional:** Dada la función 12.c, optimice los parámetros de un modelo de Sugeno utilizando un Algoritmo Genético. Esto requiere interactuar con el generador del modelo de modo de que los parámetros de los antecedentes no se generen por clustering y que los parámetros de los consecuentes no se generen por la resolución de un sistema de ecuaciones. Puede comenzar optimizando solo los parámetros de los antecedentes.