

# ALGORITMOS GENETICOS

2024

Autor  
**JOSE MOISES GRANADOS**



XVII COMPDES 2024

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA - SEDE GUANACASTE



# ALGORITMO GENETICO (AG)

Es una técnica de búsqueda basada en la evolución.

De la evolución tomamos la reproducción de individuos y mutaciones.





# ALGORITMO GENETICO (AG)

Se dice que es una técnica de aprendizaje ya que permite evaluar posibles soluciones, descartar las que nos son tan buenas soluciones y recombinar las mejores para encontrar la solución óptima, o una solución aceptable.



# ELEMENTOS DE UN AG

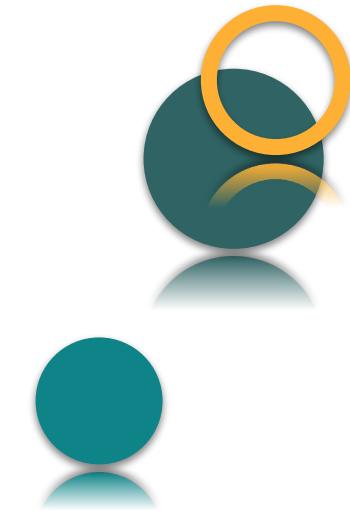
- Genes
- Cromosomas (Individuos)
- Poblacion
- Seleccion





# ELEMENTOS DE UN AG

- Reproducción o Cruce
- Mutación
- Función de aptitud
- Criterio de Finalización





# ESTRUCTURA DE UN AG

- Una población inicial con individuos creados al azar.
- Evaluar la población con la función de aptitud.
- Seleccionar los mejores individuos para la reproducción.





# ESTRUCTURA DE UN AG

- Reproducir individuos y obtener hijos que puedan resolver el problema.
- Introducción mutaciones en algunos individuos.
- Se finaliza cuando se cumpla el criterio de finalización.





# REPRESENTACIÓN DE GENES

Es importante decidir la forma que usaremos para representar las soluciones, esto implica la forma en representar cada gen de los individuos y su significado.



# REPRESENTACIÓN DE GENES

## Representación binaria

Es una representación simple y de las más utilizadas. Cada gen puede tomar el valor 1 o 0 y el individuo se representa por una cadena binaria.

Ejemplo: el problema de la mochila



# REPRESENTACIÓN DE GENES

Representación de valor entero

Para genes de valores discretos, no siempre podemos limitar el espacio de booleanos. Por ejemplo, si queremos codificar las cuatro distancias: norte, sur, este y oeste, podemos codificarlas como {0,1,2,3}.



# REPRESENTACIÓN DE GENES

Representación de valor decimal

Para los problemas en los que queremos definir los genes utilizando variables continuas en lugar de discretas, la representación de valor decimal es la más natural.



# REPRESENTACIÓN DE GENESO

Representación de permutación.

En muchos problemas, la solución está representada por un orden de elementos. En tales casos, la representación por permutación es la más adecuada.



# REPRESENTACIÓN DE GENESO

Representación de permutación.

Ejemplo: el problema del viajante de comercio (TSP). donde el vendedor tiene que visitar cada ciudad exactamente una vez y regresar a la ciudad de partida. La distancia total del recorrido debe minimizarse.



# POBLACIÓN

La población es importante ya que de ella se obtienen las soluciones.

La diversidad de la población debe mantenerse, de lo contrario podría conducir a una convergencia prematura.





# POBLACIÓN

El tamaño de la población no debe mantenerse muy grande, ya que puede hacer que una AG se desacelere.

Una población pequeña podría no ser suficiente para que la reproducción genere buenas soluciones.





# POBLACIÓN

Por lo tanto, el tamaño óptimo de la población  
debe decidirse por ensayo y error.

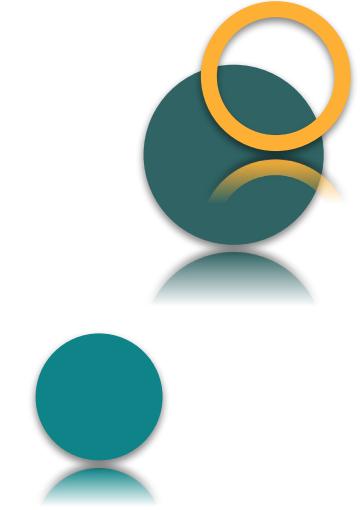




# MODELOS DE POBLACIÓN

Estado estable

Se generan uno o dos hijos en cada iteración y reemplazan a uno o dos individuos de la población.

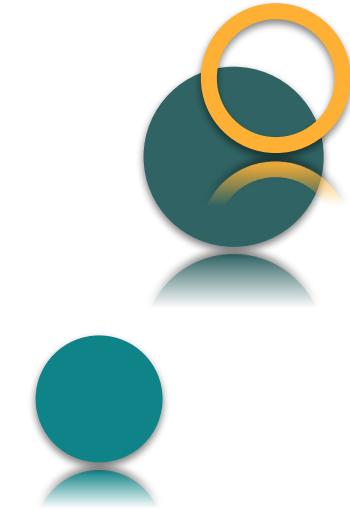




# MODELOS DE POBLACIÓN

## Generacional

En un modelo generacional, generamos ‘n’ descendientes, donde ‘n’ es el tamaño de la población, y toda la población se reemplaza por la nueva al final de la iteración.





# FUNCION DE APTITUD

Es una función que toma a un individuo como entrada e indica que tan “buena” solución puede ser dicho individuo.

El cálculo de la función se realiza muchas veces por lo que debe ser un cálculo rápido.





# FUNCIÓN DE APTITUD

Cuando se busca maximizar o minimizar, la mayoría de los casos la función de aptitud y la función objetivo son la misma.

Pero para problemas más complejos con múltiples objetivos se pueden desarrollar varias funciones de aptitud.





# FUNCIÓN DE APTITUD

Una función de aptitud debe poseer las siguientes características:

Debe ser lo suficientemente rápida para calcular.

Debe medir cuantitativamente qué tan apta es una solución dada o qué tan aptos son los individuos para reproducirse





# SELECCIÓN

Es el proceso de seleccionar a los padres que se reproducen y se recombinan para crear descendientes para la próxima generación.

La selección de los padres es muy importante para la tasa de convergencia de la AG, ya que los mejores padres llevan a soluciones mejores y más adecuadas.





# SELECCIÓN

Se debe tener cuidado para evitar que una solución extremadamente adecuada se apodere de toda la población en unas pocas generaciones, lo que conduce a una pérdida de diversidad.





# SELECCIÓN

El apoderamiento de toda la población por una solución extremadamente adecuada se conoce como convergencia prematura y es una condición indeseable en un AG.





# SELECCIÓN POR RULETA

Es una forma de selección proporcional a la aptitud en la que la probabilidad de que un individuo sea seleccionado es proporcional a la diferencia entre su aptitud y la de sus competidores.

Simula una ruleta donde los elementos más aptos poseen una sección mayor de la ruleta.



# SELECCIÓN POR RULETA

Es simple pero ineficiente. Posee complejidad  $O(n^2)$ .

Presenta el problema de que el individuo menos apto puede ser seleccionado más de una vez.





# SELECCIÓN POR RULETA

Es de notar que este método no sirve cuando los valores de la función de aptitud pueden ser valores negativos.





# SELECCIÓN POR RULETA

$S$  = suma de los valores de aptitud

Repetir  $N$  veces ( $N$  es el tamaño de la población)

Generar un número aleatorio  $A$  entre 0 y  $S$

Recorrer secuencialmente los individuos, sumando los valores de aptitud, hasta que la suma sea mayor o igual a  $A$ .

El individuo que haga que la suma exceda el límite  $A$  es el seleccionado.





# SELECCIÓN POR TORNEO (K-way)

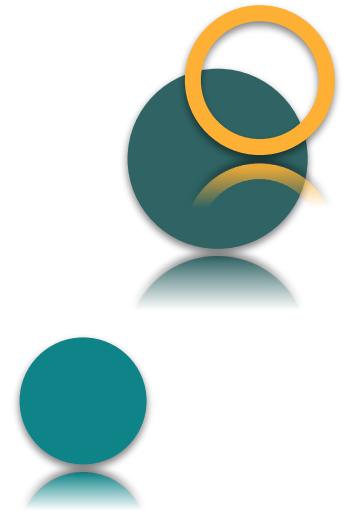
Se eligen subgrupos de cantidad  $k$  (normalmente de  $k = 2$  individuos) de individuos de la población, y los miembros de cada subgrupo compiten entre ellos. Sólo se elige a un individuo de cada subgrupo para la reproducción.



# SELECCIÓN POR TORNEO

Es facil de paralelizar.

Sirve para valores negativos.





# SELECCIÓN POR TORNEO

Escoger un número  $k$  de individuos (generalmente 2) de forma aleatoria.

Compararlos en base a su aptitud.

El ganador del “torneo” es el individuo más apto.

Debe repetirse un total de  $N$  veces para seleccionar  $N$  padres.  $N =$ poblacion





# SELECCIÓN POR RANGO

Tambien funciona con numeros negativos y es usado cuando los individuos tienen valores de aptitud muy cercanos (esto pasa usualmente al final del algoritmo genetico).





# SELECCIÓN POR RANGO

A cada individuo de la población se le asigna un rango numérico basado en su aptitud, y la selección se basa en este rango, en lugar de las diferencias absolutas en aptitud.





# REPRODUCCION O CRUCE

Cruce en un punto:

Se selecciona un punto al azar ( $n$ ) que representa a un gen y se generan dos hijos al combinar de 0 a  $n$  genes del padre A y de  $n$  a longitud genes del padre B

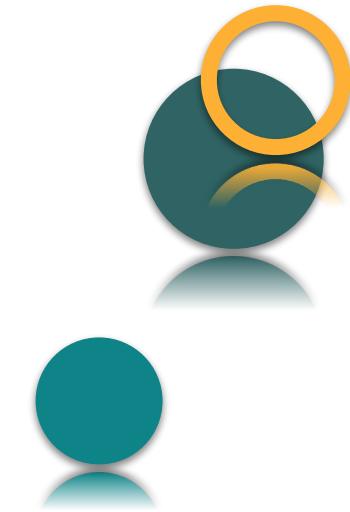




# REPRODUCCION O CRUCE

Cruce multipunto:

Se seleccionan x puntos de cruce, se separan los genes de los padres en grupos que representen los puntos de cruce, y luego se combinan los grupos de los padres





# MUTACIÓN

Representa un pequeño cambio alreatorio en algun gen de cierto individuo dando como resultado una nueva solucion. Se usa para introducir y mantener diversidad genetica en la poblacion.





# MUTACIÓN

Las mutaciones deben aparecer con probabilidad muy baja, ya que una cantidad grande de mutaciones reduce el algoritmo a una búsqueda aleatoria.





# MUTACIÓN

Mutacion Bit flip: Se selecciona uno o varios bits y se invierten.

Random resetting: es una extencion de Bit flip pero con genes enteros. Se escoge un gen aleatorio y se cambia su valor por un valor aleatorio dentro de los permitidos para el gen.





# MUTACIÓN

Mutación de intercambio: seleccionamos dos genes de un mismo individuo y los intercambiamos uno con otro.

Mutacion scramble: se selecciona un subset de genes y se “revuelven” aleatoriamente.





# MUTACIÓN

Mutacion de inversion: se selecciona un subset de genes y se reordenan de forma inversa.





# SUPERVIVIENTES PARA LA NUEVA GENERACIÓN

En un modelo de población generacional, la población es reemplazada por los individuos hijos.

Esta es una de las más usadas.



# SUPERVIVIENTES PARA LA NUEVA GENERACIÓN

En un modelo de población elitista, la nueva población se selecciona en base a edad o a mejor aptitud.



# SUPERVIVIENTES PARA LA NUEVA GENERACIÓN

Selección por aptitud: los individuos menos aptos de la generación actual son reemplazados por los hijos más aptos.

La selección de los menos aptos se puede hacer usando alguno de los métodos de selección.



# SUPERVIVIENTES PARA LA NUEVA GENERACIÓN

La decisión de cuántos individuos reemplazar  
puede ser arbitraria.



# CONDICIÓN DE FINALIZACIÓN

Es importante determinar la el criterio para dar por finalizada la ejecución de un AG.

Suele suceder que el AG mejora las soluciones en las primeras generaciones para luego ralentizarse en el mejoramiento de las soluciones.



# CONDICIÓN DE FINALIZACIÓN

Generalmente se requiere de una condición de finalización que permita encontrar una solución muy cercana a la óptima.



# CONDICIÓN DE FINALIZACIÓN

1. Criterio por cantidad de generaciones
2. Criterio por porcentaje de efectividad de la solución o por rango de valor
3. Criterio por estancamiento en la población
4. Criterio cuando se alcance un valor específico.



# BIBLIOGRAFIA

1. F. Buontemp, "Genetic Algorithms and Machine Learning for Programmers". Pragmatic Bookshelf, Enero 2019.
2. A. Bergel, "Agile Artificial Intelligence in Pharo: Implementing Neural Networks, Genetic Algorithms, and Neuroevolution", Apress, Junio 2020.
3. S. Russel and P. Norvig, "Inteligencia Artificial. Un Enfoque Moderno", Prentince Hall, España, 2004.
4. A. García, "Inteligencia Artificial. Fundamentos, práctica y aplicaciones", Alfaomega, Mexico, 2016.
5. M. LaRocca, "Advanced Algorithms and Data Structures", Manning Publications, Julio 2021



# GRACIAS

POR SU ATENCIÓN



XVII COMPDES 2024

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA - SEDE GUANACASTE