

ALGORITMOS GENÉTICOS (*GENETIC ALGORITHMS GA*)

ALAN REYES-FIGUEROA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

(AULA 10) 12.FEBRERO.2024

Algoritmos Genéticos

Los **algoritmos genéticos** (GA), son métodos de búsqueda heurística adaptativa que pertenecen a la familia de algoritmos evolutivos.

Se basan en las ideas de la selección natural y la genética. Se trata de una explotación inteligente de la búsqueda aleatoria proporcionada con datos históricos para dirigir la búsqueda a la región de mejor rendimiento en el espacio de soluciones. Se utilizan comúnmente para generar soluciones de alta calidad para problemas de optimización y problemas de búsqueda.

Los GA simulan el proceso de selección natural (adaptación, selección, cruce, mutación). Simulan la "supervivencia del más apto" entre individuos de generaciones consecutivas.

Cada generación consiste en una población de individuos y cada individuo representa un punto en el espacio de búsqueda y posible solución. Cada individuo se representa como una cadena (de caracteres/entero/flotante/bits). Esta cadena es análoga a una secuencia de cromosomas.

Algoritmos Genéticos

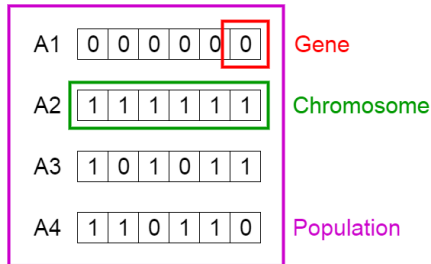
Fundamentos:

Los algoritmos genéticos se basan en una analogía con la estructura genética y el comportamiento de los cromosomas de la población. Los siguientes son los supuestos básicos de los GA:

- Los individuos de la población compiten por los recursos y se reproducen.
- Aquellos individuos que tienen éxito (más aptos) tienen mayor probabilidad de éxito para crear descendencia.
- Los genes de los padres "más aptos" se propagan a lo largo de la siguiente generación, (los padres crean descendencia que es mejor que ellos).
- En cada generación sucesiva, la población se adapta más a su entorno.

La población de individuos se mantiene siempre dentro del espacio de búsqueda. Cada individuo representa una solución en el espacio de búsqueda para un problema dado. Usualmente, cada individuo se codifica como un vector de longitud finita (análogo al cromosoma). Estas componentes son análogos a los genes.

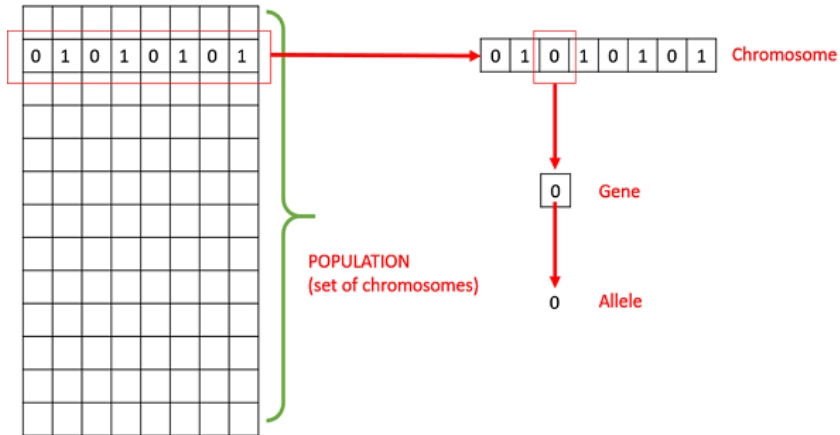
Algoritmos Genéticos



Representación de la población en un GA.

| Combinatorial optimization | Genetic algorithm |
|----------------------------|--------------------|
| Encoded solution | Chromosome |
| Solution | Decoded chromosome |
| Set of solutions | Population |
| Objective function | Fitness function |

Algoritmos Genéticos



Algoritmos Genéticos

Función de *Fitness*:

A cada individuo se le otorga una puntuación de *fitness*, que muestra la capacidad de un individuo para "competir". Se busca al individuo que tenga una puntuación de *fitness* óptima (o casi óptima).

Los GA mantienen la población de N individuos (cromosomas/soluciones) junto con su función de *fitness*. Los individuos que tienen mejor *fitness* tienen más posibilidades de reproducirse que otros. Se seleccionan los individuos con mejores puntajes *fitness*, para que se reproduzcan y generen mejores descendientes al combinar los cromosomas de los padres. El tamaño N de la población es estático, por lo que se debe crear lugar para los recién llegados. Entonces, algunos individuos mueren y son reemplazados por recién llegados, eventualmente creando una nueva generación cuando se agotan todas las oportunidades de reproducción de la población anterior. Se espera que, a lo largo de generaciones sucesivas, lleguen mejores soluciones mientras que los menos aptos mueren.

Algoritmos Genéticos

Cada nueva generación tiene en promedio más “mejores genes” que la solución de las generaciones anteriores. Así, cada nueva generación tiene mejores “soluciones parciales” que las generaciones anteriores. Una vez que la descendencia producida no tiene una diferencia significativa con la descendencia producida por poblaciones anteriores, la población converge. Se dice que el algoritmo converge a un conjunto de soluciones para el problema.

Usualmente, los algoritmos genéticos inician con una población inicial de tamaño N , la cual se elige de forma aleatoria dentro del espacio de soluciones.

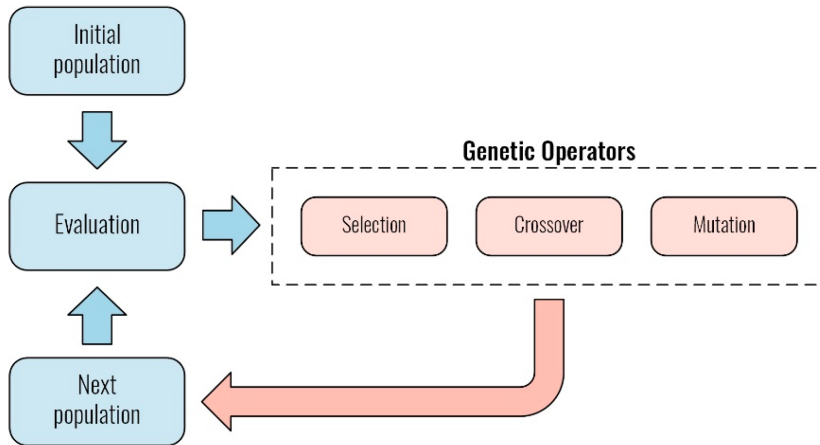
Algoritmos Genéticos

Operadores:

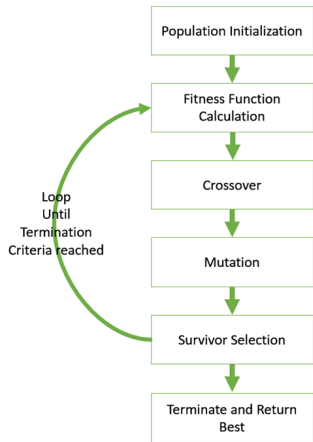
Una vez que se crea la generación inicial, el algoritmo evoluciona la generación utilizando los siguientes operadores:

1. **Operador de Selección:** La idea es dar preferencia a individuos con buenos puntajes fitness y permitirles pasar sus genes a generaciones sucesivas.
2. **Operador de Cruce:** Representa el apareamiento entre individuos. Se seleccionan dos individuos mediante el operador de selección y se diseña una estrategia para combinar sus genes, creando así un individuo completamente nuevo (descendencia).
3. **Operador de mutación:** La idea clave es insertar genes aleatorios en la descendencia para mantener la diversidad en la población y evitar la convergencia prematura. Se diseña un esquema que altera los genes de un solo individuo.

Algoritmos Genéticos

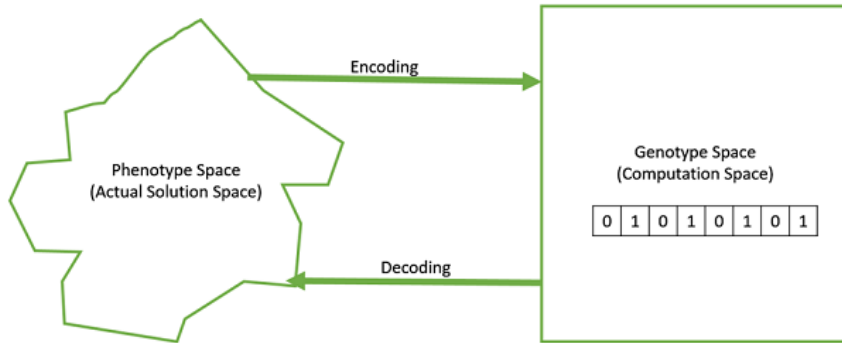


Algoritmos Genéticos



Esquema general de un GA.

Algoritmos Genéticos

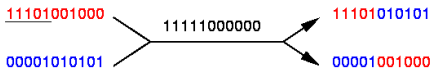


Esquema general de un GA.

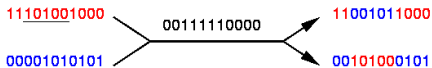
Operadores de Cruce

Initial strings Crossover Mask Offspring

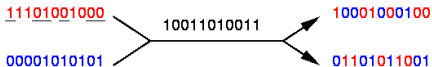
Single-point crossover:



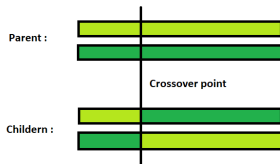
Two-point crossover:



Uniform crossover:

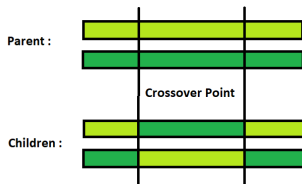


Operadores de Cruce



| | |
|-------------|---------------------|
| Chromosome1 | 11011 00100110110 |
| Chromosome2 | 11011 11000011110 |
| Offspring1 | 11011 11000011110 |
| Offspring2 | 11011 00100110110 |

Single Point Crossover

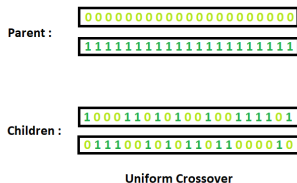


| | |
|-------------|------------------------|
| Chromosome1 | 11011 00100 110110 |
| Chromosome2 | 10101 11000 011110 |
| Offspring1 | 11011 11000 110110 |
| Offspring2 | 10101 00100 011110 |

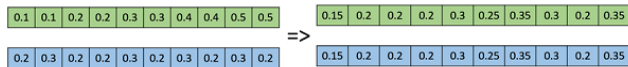
Two Point Crossover

Algunos ejemplos de operadores de cruce y mutación

Operadores de Cruce



Operador de cruce uniforme.



Operador de cruce de recombinación aritmética. Los descendientes se calculan mediante una combinación convexa $\alpha \mathbf{x}_1 + (1 - \alpha) \mathbf{x}_2$, con $0 < \alpha < 1$.