

Introducción a la Inteligencia Artificial

Unidad IV

Algoritmos Genéticos.

Agenda

4.1 Optimización.

4.2 Caracterización de Problemas de Optimización.

4.3 Conceptos Básicos de Algoritmos Genéticos.

4.4 El Algoritmo Genético y los operadores genéticos.

4.5 Análisis, Diseño e Implementación de un Algoritmo Genético.

Optimización

Primera aproximación

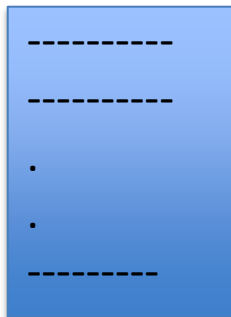
“Es el proceso de hacer algo mejor”

- La optimización consiste del tratamiento de las variaciones de un concepto inicial y usar la información obtenida para mejorar la idea.

Optimización

- Vamos a hacer un programa para un dispositivo móvil

Programa



Parámetros Iniciales del programa

- Tamaño (T)
- Memoria requerida (M)
- Tiempo de Ejecución (TX)

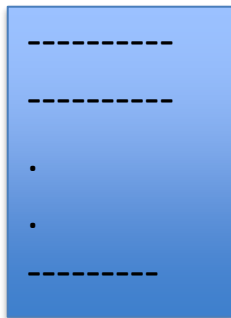


Resultado:
Ejecución
muy lenta

Optimización

- Analizamos y reducimos tamaño, eliminamos variables, etc. (T,M,TX)

Programa nuevo



Parámetros nuevos del programa

- Tamaño (T)
- Memoria requerida (M)
- Tiempo de Ejecución (TX)

Resultado:
Ejecución
Ok

Optimización

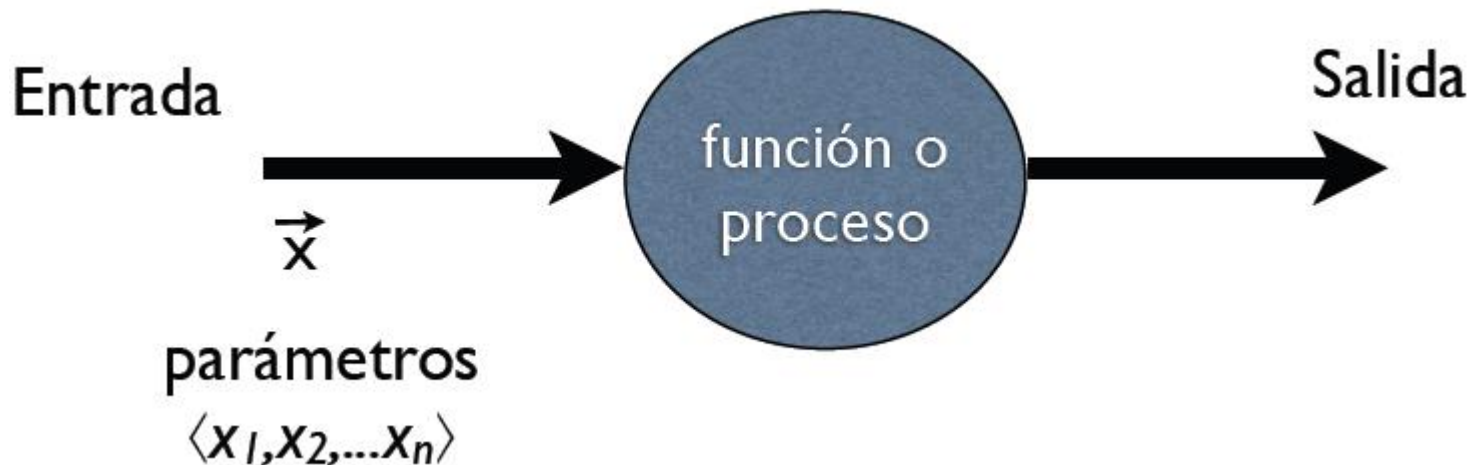
- El término “mejor” solución implica que hay mas de una solución y que cada solución no tiene valores iguales.
- La definición de “mejor” es relativa al problema que se esta manejando, su método de solución y las tolerancias permitidas.
- Luego entonces la solución óptima depende de la formulación personal del problema

Optimización

- Existen innumerables oportunidades de problemas de optimización con diferentes grados de complejidad.
- ¿ Por cual ruta debo irme para llegar al tecnológico ?
- ¿ Que arreglo hago de los muebles de la sala para que me quede el mayor espacio posible ?
- ¿ Que rutas debo tomar para no consumir tanta gasolina ?
- ¿ Cuales acciones debo comprar para maximizar mis ganancias ?
- ¿ Cuales son los parámetros óptimos de una turbina de viento para maximizar la potencia de salida ?

Optimización

- La optimización es el proceso de ajustar las entradas a las características de un dispositivo, proceso matemático o experimento para encontrar la salida con un resultado mínimo o máximo.



Optimización

- La entrada consiste en un conjunto de parámetros. Se le conoce también como **vector de entrada**.
- Al proceso o función se le conoce como la función costo, función objetivo o función **fitness**
- La salida es el **costo**

Optimización

¿Y luego ? ¿ Cual es el problema ?

- Nike: *Just do it*
- No es tan simple
- Existen problemas que son simples para describirlos formalmente que pueden ser intratables
- Depende del enfoque
- La *teoría de la complejidad* es una herramienta que usamos para describir y reconocer problemas intratables.

¿ Para que optimizar ?

- En la mayoría de los casos, todos los diseños de ingeniería son optimización; seleccionar los parámetros de diseño para mejorar algún objetivo.
- Mucho del análisis de datos es también optimización; extraer parámetros del modelo de datos, mientras se minimiza el error de medición.
- La mayoría de las decisiones de negocios = optimización; variación de algunos parámetros de la decisión para maximizar ganancias.

Caracterización de problemas de optimización

Elementos típicos de un problema de optimización

- **Entrada.**- Formada por un grupo de parámetros o variables. Los cuales se van a extraer del modelo o del problema real.
- Función ***Fitness***.- Es la función con la que podremos evaluar una combinación de parámetros de entrada.
- **Salida.**- El costo de una solución del problema

Caracterización de problemas de optimización

- Ejemplo: La empresa que produce la cerveza Vudweiser le solicita a su equipo de diseño de productos, diseñar una lata de cerveza que minimice la pérdida de calor después que se saque del refrigerador.
- La pérdida de calor es proporcional a la superficie del cilindro (k constante valor de 1)
- Pérdida de Calor = $k * (\text{Superficie del Cilindro})$

Caracterización de problemas de optimización



Primero, identificaremos la entrada de problema de optimización, es decir identificar los parámetros

Parámetro 1 = radio del cilindro en cms, r

Parámetro 2 = altura del cilindro en cms, h

Caracterización de problemas de optimización

- Función *Fitness*

```
fitness(r,h){  
    const pi=3.1416  
    k=1  
    /* superficie=superficietapas+superficiecilindro */  
    supericietapas=2*pi*r*r;  
    superficiecilindro=h*pi*r*2;  
    superficie=superficietapas+superficiecilindro;  
    perdida=k*superficie;  
    return perdida;  
}
```

- Salida : suponiendo una entrada $r=2$ cm y $h=6$ cm

$$f(2,6)=100.53 \text{ (el costo)}$$

Conceptos Básicos de Algoritmos Genéticos

Historia:

Charles Darwin y La Teoría de la Evolución.

Charles Darwin (1809 – 1882), fue un científico británico que sentó las bases de la moderna teoría evolutiva, al plantear el concepto de que todas las formas de vida se han desarrollado a lo largo de un proceso de selección natural que involucra millones de años.

Conceptos Básicos de Algoritmos Genéticos

La teoría de Darwin sostiene que la variación entre las especies ocurre al azar y que la supervivencia o extinción de cada organismo está determinado por la capacidad de dicho organismo a adaptarse a su medio ambiente.

Puntos clave:

Las especies tienen gran fertilidad.

Las poblaciones permanecen casi del mismo tamaño con fluctuaciones muy pequeñas.

Los alimentos son limitados pero relativamente constantes.

En ciertas condiciones habrá lucha por la supervivencia entre individuos

En la reproducción sexual, dos individuos no serán idénticos.

La variación es extensa, mucha de estas variaciones son heredadas.

Conceptos Básicos de Algoritmos Genéticos

Elementos de la teoría de la evolución.

- *Variación*: Existe una variación en cada población.
- *Competición*: Los organismos compiten por recursos limitados.
- *Procreación*: Los organismos procrean más de lo que pueden vivir.
- *Genética*: Los organismos traspasan rasgos genéticos a sus crías.
- *Selección Natural*: Aquellos organismos con los rasgos más beneficiosos tendrán más probabilidades de sobrevivir y reproducirse.

Conceptos Básicos de Algoritmos Genéticos

Los Algoritmos Genéticos parte de la premisa de emplear la evolución natural como un procedimiento de optimización que se caracteriza por tener operaciones básicas que son:

Selección

Cruzamiento

Mutación

Conceptos Básicos de Algoritmos Genéticos

Respecto a los Algoritmos Genéticos, la primera idea surgió en la tesis de J.D. Bagley, “El funcionamiento de los sistemas adaptables empleando algoritmos genéticos y correlativos”, en 1967.

Dicha tesis influyó decisivamente en J.H. Holland, quien se puede considerar como el pionero de los algoritmos genéticos.

Conceptos Básicos de Algoritmos Genéticos

- Los algoritmos genéticos son un subconjunto de los algoritmos evolutivos que modelan procesos biológicos para optimización de funciones costo altamente complejas.
- Un algoritmo genético permite a una población compuesta de muchos individuos, evolucionar a un estado bajo reglas de selección específicas que maximizan la función "**fitness**"

Conceptos Básicos de Algoritmos Genéticos

Ventajas de los Algoritmos Genéticos

- Optimizan con parámetros continuos o discretos
- No requieren información de derivadas.
- La búsqueda es simultánea en un amplio muestreo de la superficie del costo.
- Pueden saltar mínimos locales
- Nos ofrecen una lista de parámetros óptimos, no solo una solución.

Conceptos Básicos de Algoritmos Genéticos

- Algoritmos Genéticos Binarios (su representación es con números binarios)
- Algoritmos Genéticos No Binarios

Analógia entre la evolución biológica y los algoritmos genéticos binarios

1010101010
1110001000
0011011100
0100001111
1101100011
0011101010

**Poblacion
Inicial**

Generada Aleatoriamente



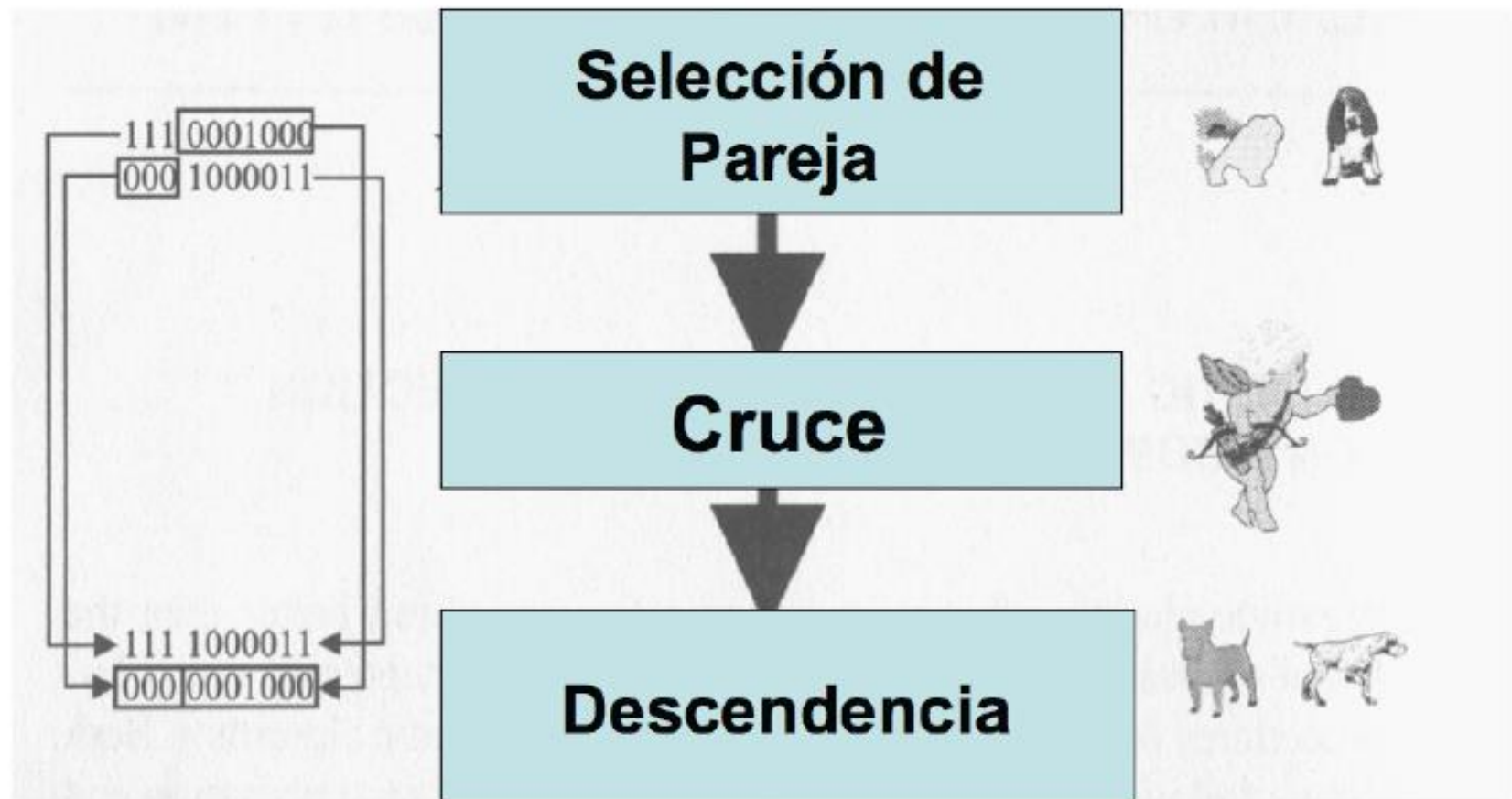
Analógia entre la evolución biológica y los algoritmos genéticos binarios

1111001101
1110001000
0001000011
0100001111

**Mating
Pool**



Analógia entre la evolución biológica y los algoritmos genéticos binarios



Analógia entre la evolucion biologica y los algoritmos geneticos binarios

1111001101
1110001000
0001000011
0100001111
1111000011
0000001000

**Nueva
Poblacion**



Conceptos Básicos de Algoritmos Genéticos

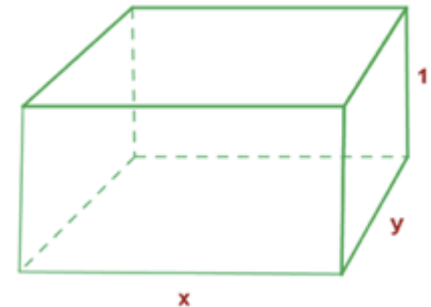
- El algoritmo genético empieza como cualquier otro algoritmo de optimización, definiendo los parámetros de la optimización, la función costo y estimar el costo.
- El algoritmo genético termina como cualquier otro algoritmo de optimización, con las pruebas de convergencia.

Ejemplos de problemas de Algoritmos Genéticos

- Caso 1: La empresa productora de la cerveza ***vudweiser*** les encarga el diseño de una lata con capacidad de 1 litro, ¿Cuales deben ser las dimensiones para minimizar la cantidad de metal ?
- A) Definir la entrada
- B) Definir la función costo
- C) Calcular un costo para 10 entradas propuestas

Ejemplos de problemas de Algoritmos Genéticos

- Caso 2: Hallar las dimensiones que hacen mínimo el costo de un contenedor que tiene forma de paralelepípedo rectangular sabiendo que su volumen ha de ser 9 m^3 , su altura 1 m y el costo de su construcción por m^2 es de \$1000.00 para la base; 1200 para la etapa y 800 para cada pared lateral.



- A) Definir la entrada
- B) Definir la función costo
- C) Calcular un costo para 10 entradas propuestas

Ejemplos de problemas de Algoritmos Genéticos

- Caso 3: Una hoja de papel debe tener 18 cm^2 de texto impreso, márgenes superior e inferior de 2 cm de altura y márgenes laterales de 1 cm de anchura. Obtener las dimensiones que maximizan la superficie del papel.
- A) Definir la entrada
- B) Definir la función costo
- C) Calcular un costo para 10 entradas propuestas