

# Computación Evolutiva

## Algoritmos Genéticos

Diego Milone  
Inteligencia Computacional  
Departamento de Informática

FICH-UNL

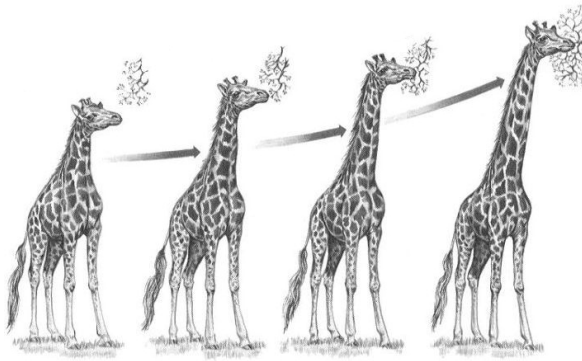
## Hace 200 años...

La idea de que las especies cambian ya se confrontaba al creacionismo.

# Hace 200 años...

La idea de que las especies cambian ya se confrontaba al creacionismo.

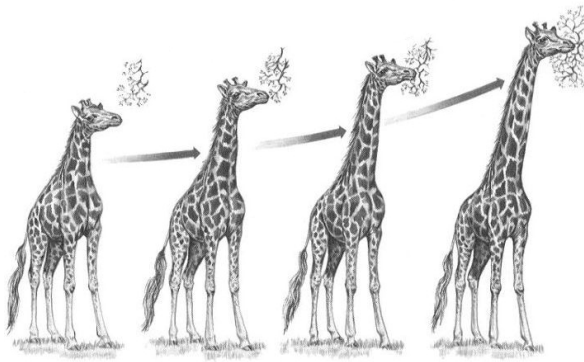
El cuello de las jirafas según **Jean-Baptiste Lamarck**



## Hace 200 años...

La idea de que las especies cambian ya se confrontaba al creacionismo.

El cuello de las jirafas según **Jean-Baptiste Lamarck**



Buena idea pero... ¿se heredan los caracteres adquiridos?

## Hace 150 años...

La idea de la *evolución* genera un cambio de paradigmas tan grande que hasta hoy, incluso en computación, estamos hablando de **Charles R. Darwin**

## Hace 150 años...

La idea de la *evolución* genera un cambio de paradigmas tan grande que hasta hoy, incluso en computación, estamos hablando de **Charles R. Darwin**

**Variación y selección natural:** si hay variabilidad en la longitud del cuello de las jirafas, las de cuello corto tendrán menos probabilidades de sobrevivir y procrear. Así...



## Hace 150 años...

La idea de la *evolución* genera un cambio de paradigmas tan grande que hasta hoy, incluso en computación, estamos hablando de **Charles R. Darwin**

**Variación y selección natural:** si hay variabilidad en la longitud del cuello de las jirafas, las de cuello corto tendrán menos probabilidades de sobrevivir y procrear. Así...



...en la próxima generación habrá menos jirafas de cuello corto.

# Y...

¿Qué tiene que ver todo esto con la computación?

¿Y con la “inteligencia” computacional?

¿Podremos ver las ideas de Darwin como un algoritmo?

¿Podremos usar estas ideas para resolver problemas con la computadora?



# La evolución como un algoritmo

Diego Milone  
Inteligencia Computacional  
Departamento de Informática  
FICH-UNL

## La inspiración biológica

- ✓ El creacionismo y las ideas de Lamarck
- ✓ Darwin versus Lamarck

## La inspiración biológica

- ✓ El creacionismo y las ideas de Lamarck
- ✓ Darwin versus Lamarck
  - Poblaciones versus individuos

## La inspiración biológica

- ✓ El creacionismo y las ideas de Lamarck
- ✓ Darwin versus Lamarck
  - Poblaciones versus individuos
  - Mejores versus “adaptados”

## La inspiración biológica

- ✓ El creacionismo y las ideas de Lamarck
- ✓ Darwin versus Lamarck
  - Poblaciones versus individuos
  - Mejores versus “adaptados”
  - Aleatoriedad en la selección natural

## La inspiración biológica

- ✓ El creacionismo y las ideas de Lamarck
- ✓ Darwin versus Lamarck
  - Poblaciones versus individuos
  - Mejores versus “adaptados”
  - Aleatoriedad en la selección natural
  - Diversidad y operadores de variación en la población

# La evolución como un algoritmo

# La evolución como un algoritmo

Inicializar(Población)

MejorAptitud  $\leftarrow$  Evaluar(Población)

**mientras** MejorAptitud < AptitudRequerida



# La evolución como un algoritmo

Inicializar(Población)

MejorAptitud  $\leftarrow$  Evaluar(Población)

**mientras** MejorAptitud < AptitudRequerida

    Progenitores  $\leftarrow$  SelecciónNatural(Población)

# La evolución como un algoritmo

Inicializar(Población)

MejorAptitud  $\leftarrow$  Evaluar(Población)

**mientras** MejorAptitud < AptitudRequerida

    Progenitores  $\leftarrow$  SelecciónNatural(Población)

    Población  $\leftarrow$  ReproducciónVariación(Progenitores)

# La evolución como un algoritmo

Inicializar(Población)

MejorAptitud  $\leftarrow$  Evaluar(Población)

**mientras** MejorAptitud < AptitudRequerida

    Progenitores  $\leftarrow$  SelecciónNatural(Población)

    Población  $\leftarrow$  ReproducciónVariación(Progenitores)

    MejorAptitud  $\leftarrow$  Evaluar(Población)

**fin**

# Elementos de un algoritmo evolutivo

# Elementos de un algoritmo evolutivo

- Representación de los individuos

# Elementos de un algoritmo evolutivo

- Representación de los individuos
- Función de aptitud

## Elementos de un algoritmo evolutivo

- Representación de los individuos
- Función de aptitud
- Mecanismo de selección

## Elementos de un algoritmo evolutivo

- Representación de los individuos
- Función de aptitud
- Mecanismo de selección
- Operadores de variación



## Elementos de un algoritmo evolutivo

- Representación de los individuos
- Función de aptitud
- Mecanismo de selección
- Operadores de variación
- Reproducción y reemplazo generacional

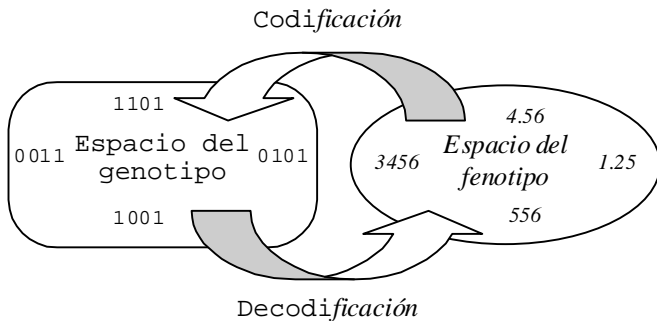
# Algoritmos genéticos: representación de los individuos

Diego Milone  
Inteligencia Computacional  
Departamento de Informática

FICH-UNL

# Representación de los individuos

## (Algoritmos Genéticos)



# Representación de los individuos: ejemplos

- Ubicación de figuras para el llenado de un área

# Representación de los individuos: ejemplos

- Ubicación de figuras para el llenado de un área
- Entrenamiento de una red neuronal

## Representación de los individuos: ejemplos

- Ubicación de figuras para el llenado de un área
- Entrenamiento de una red neuronal
- Programación de un robot

## Representación de los individuos: ejemplos

- Ubicación de figuras para el llenado de un área
- Entrenamiento de una red neuronal
- Programación de un robot
- Circuito para un filtro multibanda

## Representación de los individuos: ejemplos

- Ubicación de figuras para el llenado de un área
- Entrenamiento de una red neuronal
- Programación de un robot
- Circuito para un filtro multibanda
- Problema del agente viajero
- ...



# Algoritmos genéticos: función de aptitud

Diego Milone  
Inteligencia Computacional  
Departamento de Informática

FICH-UNL

# Función de aptitud

- Características generales:
  - Monotonicidad
  - Precisión
  - Suavidad regulable
  - Penalización de complejidad

## Función de aptitud

- Características generales:
  - Monotonicidad
  - Precisión
  - Suavidad regulable
  - Penalización de complejidad
- Algunos ejemplos típicos:
  - Promedios de error: cuadrados medios, desviación media absoluta, error relativo medio,...
  - Estadísticas: estimación de la varianza, validación cruzada, verosimilitud, predicción de error,...
  - Medidas de información: criterio de Akaike, criterio de información Bayesiano, descriptor de mínima longitud, información mutua, minimización del riesgo empírico
  - Otras: correlaciones, distancias,...

## Función de aptitud: ejemplos

- Ubicación de figuras para el llenado de un área

## Función de aptitud: ejemplos

- Ubicación de figuras para el llenado de un área
- Entrenamiento de una red neuronal

## Función de aptitud: ejemplos

- Ubicación de figuras para el llenado de un área
- Entrenamiento de una red neuronal
- Programación de un robot

## Función de aptitud: ejemplos

- Ubicación de figuras para el llenado de un área
- Entrenamiento de una red neuronal
- Programación de un robot
- Circuito para un filtro multibanda

## Función de aptitud: ejemplos

- Ubicación de figuras para el llenado de un área
- Entrenamiento de una red neuronal
- Programación de un robot
- Circuito para un filtro multibanda
- Problema del agente viajero
- ...



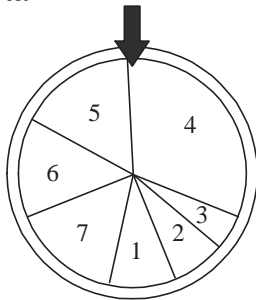
# Algoritmos genéticos: operadores

Diego Milone  
Inteligencia Computacional  
Departamento de Informática

FICH-UNL

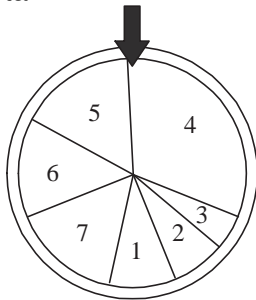
## Estrategias de selección

- Rueda de ruleta



## Estrategias de selección

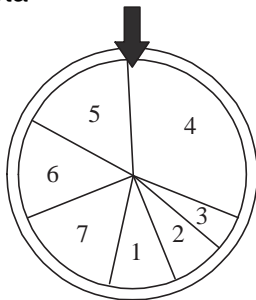
- Rueda de ruleta



- Ventanas

## Estrategias de selección

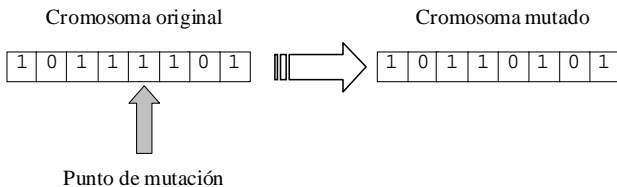
- Rueda de ruleta



- Ventanas
- Competencias

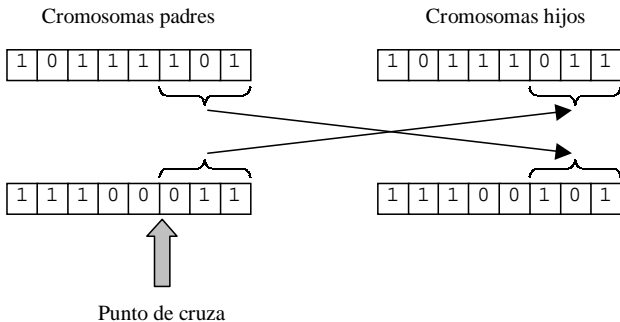
# Operadores de variación

- Mutaciones



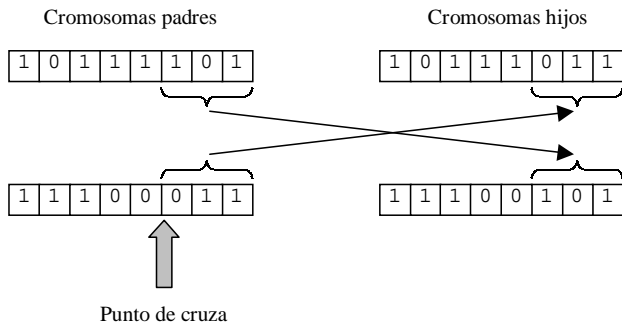
## Operadores de variación

- Cruzas simples



## Operadores de variación

- Cruzas simples



- ¿Qué rol cumple cada operador en la búsqueda?

# Reemplazo durante la reproducción

- Reemplazo total



## Reemplazo durante la reproducción

- Reemplazo total
- Reemplazo con brecha generacional

## Reemplazo durante la reproducción

- Reemplazo total
- Reemplazo con brecha generacional
- Elitismo

# Algoritmos evolutivos: características principales

Diego Milone  
Inteligencia Computacional  
Departamento de Informática

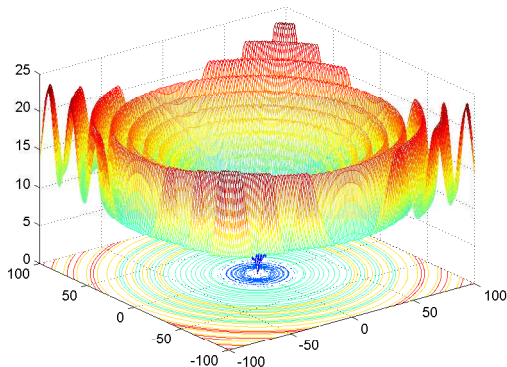
FICH-UNL

# Análisis de las características principales

- Búsqueda en un espacio codificado de parámetros

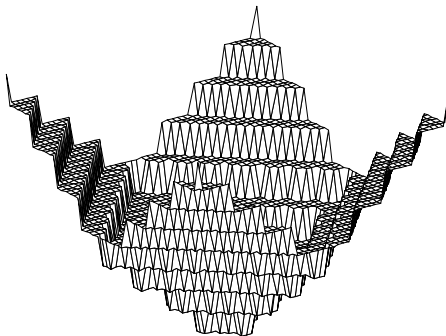
# Análisis de las características principales

- Búsqueda en un espacio codificado de parámetros
- Búsqueda en múltiples puntos del espacio de soluciones
  - Ejemplo 1:



# Análisis de las características principales

- Búsqueda en un espacio codificado de parámetros
- Búsqueda en múltiples puntos del espacio de soluciones
  - Ejemplo 2:



## Análisis de las características principales

- Búsqueda en un espacio codificado de parámetros
- Búsqueda en múltiples puntos del espacio de soluciones
- Pocos requisitos sobre la función objetivo

## Análisis de las características principales

- Búsqueda en un espacio codificado de parámetros
- Búsqueda en múltiples puntos del espacio de soluciones
- Pocos requisitos sobre la función objetivo
- Algoritmo de naturaleza estocástica



## Análisis de las características principales

- Búsqueda en un espacio codificado de parámetros
- Búsqueda en múltiples puntos del espacio de soluciones
- Pocos requisitos sobre la función objetivo
- Algoritmo de naturaleza estocástica
- La estructura de los operadores los hace muy efectivos al realizar búsquedas globales

## Análisis de las características principales

- Búsqueda en un espacio codificado de parámetros
- Búsqueda en múltiples puntos del espacio de soluciones
- Pocos requisitos sobre la función objetivo
- Algoritmo de naturaleza estocástica
- La estructura de los operadores los hace muy efectivos al realizar búsquedas globales
- Múltiples objetivos

## Análisis de las características principales

- Búsqueda en un espacio codificado de parámetros
- Búsqueda en múltiples puntos del espacio de soluciones
- Pocos requisitos sobre la función objetivo
- Algoritmo de naturaleza estocástica
- La estructura de los operadores los hace muy efectivos al realizar búsquedas globales
- Múltiples objetivos
- Algunas desventajas...?

## Comparación con otros métodos

Métodos tradicionales	Algoritmos evolutivos
Trabajan con los propios parámetros a optimizar	Emplea una codificación de los parámetros*
Utilizan información de las derivadas de la función objetivo u otro conocimiento adicional	Utilizan la información de la función objetivo en forma directa
Reglas de transición deterministas	Reglas de transición probabilísticas
Exploran el espacio de soluciones a partir de un punto	Exploran el espacio de soluciones en múltiples puntos a la vez
...	...

# Paralelismo

