

COMPUTACIÓN BIOLÓGICA

Pedro Isasi¹

¹Departamento de Informática
Universidad Carlos III de Madrid
Avda. de la Universidad, 30. 28911 Leganés (Madrid). Spain
email: isasi@ia.uc3m.es

Presentación

1 INTRODUCCIÓN

2 ALGORITMOS GENÉTICOS

- **Introducción a los Algoritmos Genéticos**
- Algoritmos Genéticos Canónicos
- Ejemplo de Algoritmo Genético
- Propiedades de los Algoritmos Genéticos
- Metodos de comparticion y soluciones multiples
- Manejo de restricciones en Algoritmos Genéticos
- Fundamentos de los Algoritmos Genéticos

3 COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

4 COMPUTACIÓN CON INSPIRACIÓN BIOLÓGICA

5 BIOLOGÍA Y COMPUTACIÓN

1 INTRODUCCIÓN

2 ALGORITMOS GENÉTICOS

- Introducción a los Algoritmos Genéticos
- **Algoritmos Genéticos Canónicos**
- Ejemplo de Algoritmo Genético
- Propiedades de los Algoritmos Genéticos
- Metodos de comparticion y soluciones multiples
- Manejo de restricciones en Algoritmos Genéticos
- Fundamentos de los Algoritmos Genéticos

3 COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

4 COMPUTACIÓN CON INSPIRACIÓN BIOLÓGICA

5 BIOLOGÍA Y COMPUTACIÓN

1 INTRODUCCIÓN

2 ALGORITMOS GENÉTICOS

- Introducción a los Algoritmos Genéticos
- Algoritmos Genéticos Canónicos
- **Ejemplo de Algoritmo Genético**
- Propiedades de los Algoritmos Genéticos
- Metodos de comparticion y soluciones multiples
- Manejo de restricciones en Algoritmos Genéticos
- Fundamentos de los Algoritmos Genéticos

3 COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

4 COMPUTACIÓN CON INSPIRACIÓN BIOLÓGICA

5 BIOLOGÍA Y COMPUTACIÓN

1 INTRODUCCIÓN

2 ALGORITMOS GENÉTICOS

- Introducción a los Algoritmos Genéticos
- Algoritmos Genéticos Canónicos
- Ejemplo de Algoritmo Genético
- **Propiedades de los Algoritmos Genéticos**
- Metodos de comparticion y soluciones multiples
- Manejo de restricciones en Algoritmos Genéticos
- Fundamentos de los Algoritmos Genéticos

3 COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

4 COMPUTACIÓN CON INSPIRACIÓN BIOLÓGICA

5 BIOLOGÍA Y COMPUTACIÓN

1 INTRODUCCIÓN

2 ALGORITMOS GENÉTICOS

- Introducción a los Algoritmos Genéticos
- Algoritmos Genéticos Canónicos
- Ejemplo de Algoritmo Genético
- Propiedades de los Algoritmos Genéticos
- **Metodos de comparticion y soluciones multiples**
- Manejo de restricciones en Algoritmos Genéticos
- Fundamentos de los Algoritmos Genéticos

3 COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

4 COMPUTACIÓN CON INSPIRACIÓN BIOLÓGICA

5 BIOLOGÍA Y COMPUTACIÓN

- Los AG's tienden a converger hacia una única solución. Es importante mantener al máximo posible la diversidad genética
- Se debe intentar mantener “nichos” de individuos parecidos, pero diferentes de un nicho a otro
- Existen diferentes técnicas para mantener la diversidad genética y obtener más de una solución:
 - Métodos de nichos
 - Métodos de sobrepoblación
 - Sobrepoblación determinista
 - Selección restrictiva de torneos

- La compartición modifica el espacio de búsqueda reduciendo el beneficio en regiones más densamente pobladas
- Reduce el fitness de un individuo en una cantidad proporcional al número de individuos similares a él en la población:

$$f'_i = \frac{f_i}{m_i}$$

- m_i es una medida de la similitud entre el individuo i y el resto de individuos de la población y se calcula mediante:

$$m_i = \sum_{j=1}^N sh(d_{ij})$$

- N es el tamaño de la población, d_{ij} es la distancia entre i y j y $sh(d_{ij})$ mide la similitud entre i y j
- Devolverá uno si los dos individuos son iguales y cero si su diferencia es mayor que un cierto umbral σ_s :

$$sh(d_{ij}) = \begin{cases} 1 - \left(\frac{d_{ij}}{\sigma_s}\right)^\alpha, & \text{si } d < \sigma_s \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

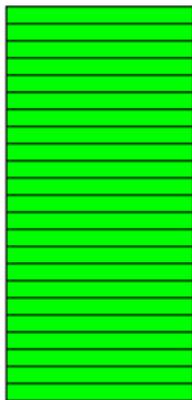
- Con este método un buen individuo, se convierte en menos buenos, si en la población existen un gran número de individuos parecidos a él
- Por el contrario un mal individuo, si está aislado, verá incrementado su valor de fitness
- De esta forma se mantienen zonas independientes de buenos individuos, pero poco abundantes
- Esto permite mantener la variabilidad genética y convergar a más de una solución, siempre que todas ellas sean lo suficientemente buenas

- La distancia puede ser:
 - Genotípica. Se mide la distancia de la codificación de dos individuos. Si la codificación es binaria se suele utilizar hamming
 - Fenotípica. Se mide lo que se parecen las soluciones generadas por cada uno de los individuos a comparar. Depende del dominio del problema suele ser la euclídea
- La distancia fenotípica suele dar mejores rendimientos en los métodos de nichos
- Los métodos de nichos favorecen la búsqueda en regiones inexploradas del espacio y favorece la formación de subpoblaciones estables
- Asignar apropiadamente el umbral depende del dominio, no en todos los problemas es posible
- El umbral es el mismo para todos los individuos, esto presupone que todos los picos son equidistantes

- Para mejorar la eficacia de los nichos se puede escalar el valor del fitness $f'_i = \frac{f_i^\beta}{m_i}$
- El escalado incrementa la diferenciación entre óptimos y reduce el problema de la decepción
- El problema de la decepción es cuando, habitualmente, dos individuos buenos producen un individuo malo
- Si el valor de β es demasiado alto, se pueden producir superindividuos que hagan converger prematuramente al método
- Si el valor de β es demasiado bajo la diferenciación entre los óptimos puede ser insuficiente y no ser posible de detectar
- Se puede hacer un buen balance entre explotación y exploración variando el valor de β a lo largo del tiempo. P.Ej. mediante “simulating annealing”

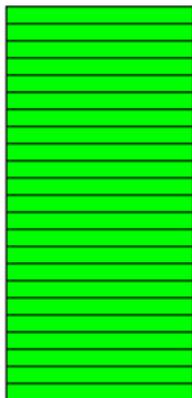
- Se mantiene la diversidad haciendo que los nuevos individuos sustituyan a individuos similares
- Se utiliza un esquema de estado estacionario en el que se sustituye solo parte de la población en cada generación
- Se generan n individuos nuevos. $n < N$
- Se seleccionan m individuos de la población de forma aleatoria $n < m < N$
- De entre los m individuos se eliminan los n más parecidos a los n nuevos generados

SOBREPOBLACIÓN

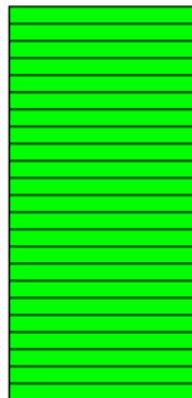


Poblacion (t)

SOBREPOBLACIÓN



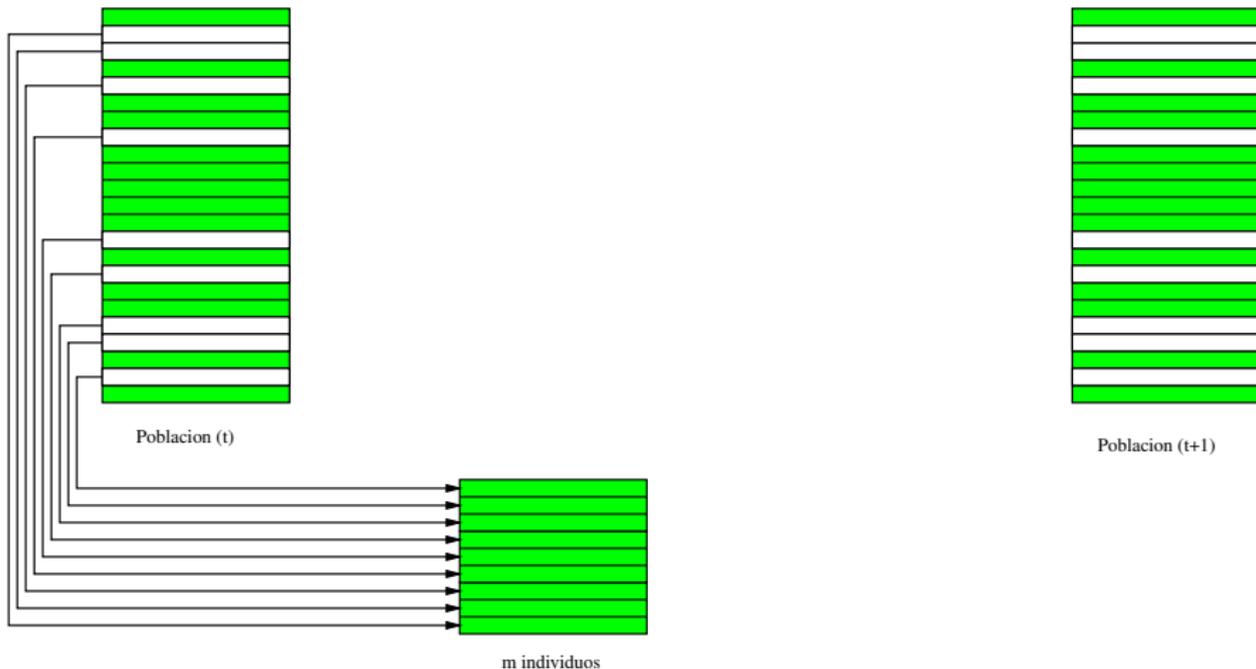
Poblacion (t)



Poblacion (t+1)

SOBREPOBLACIÓN

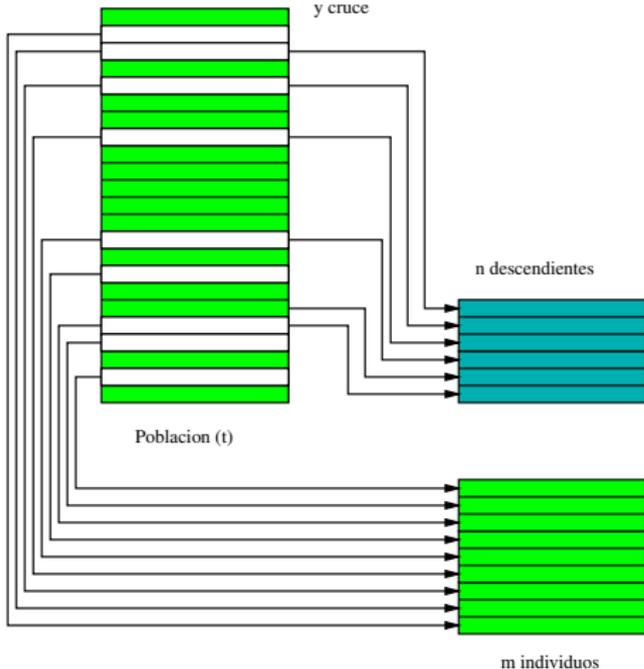
Aleatoriamente



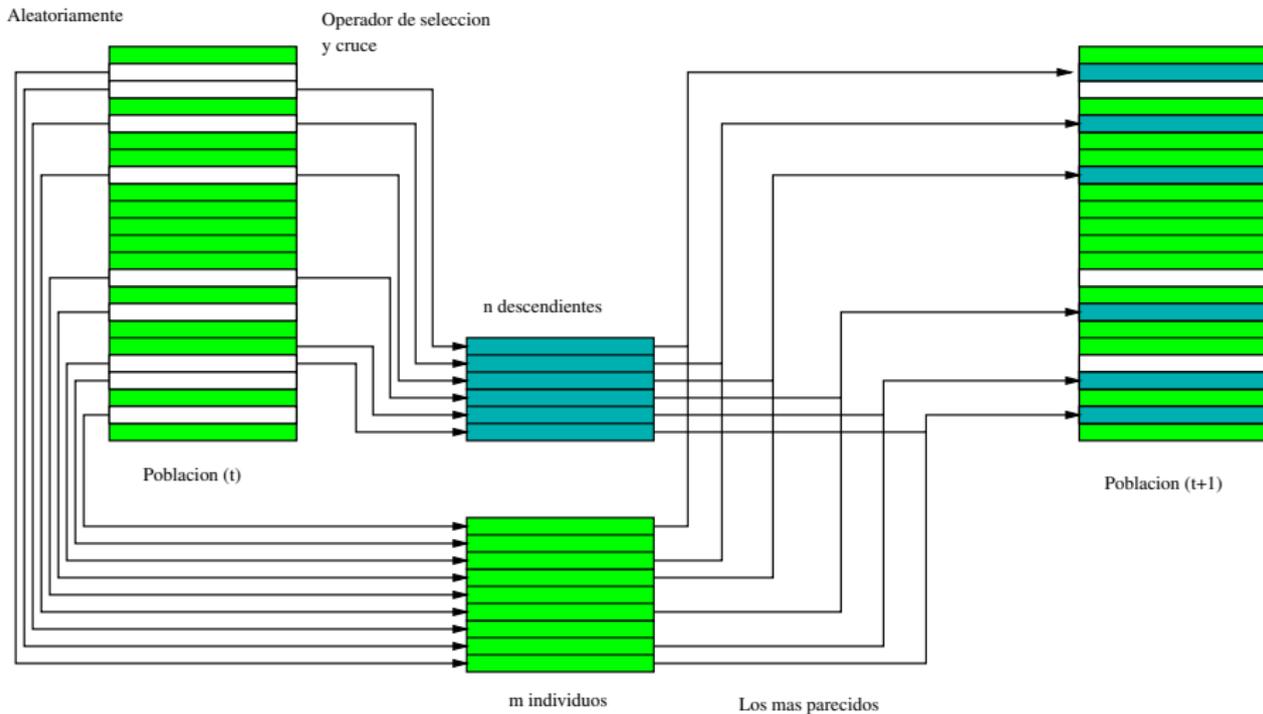
SOBREPOBLACIÓN

Aleatoriamente

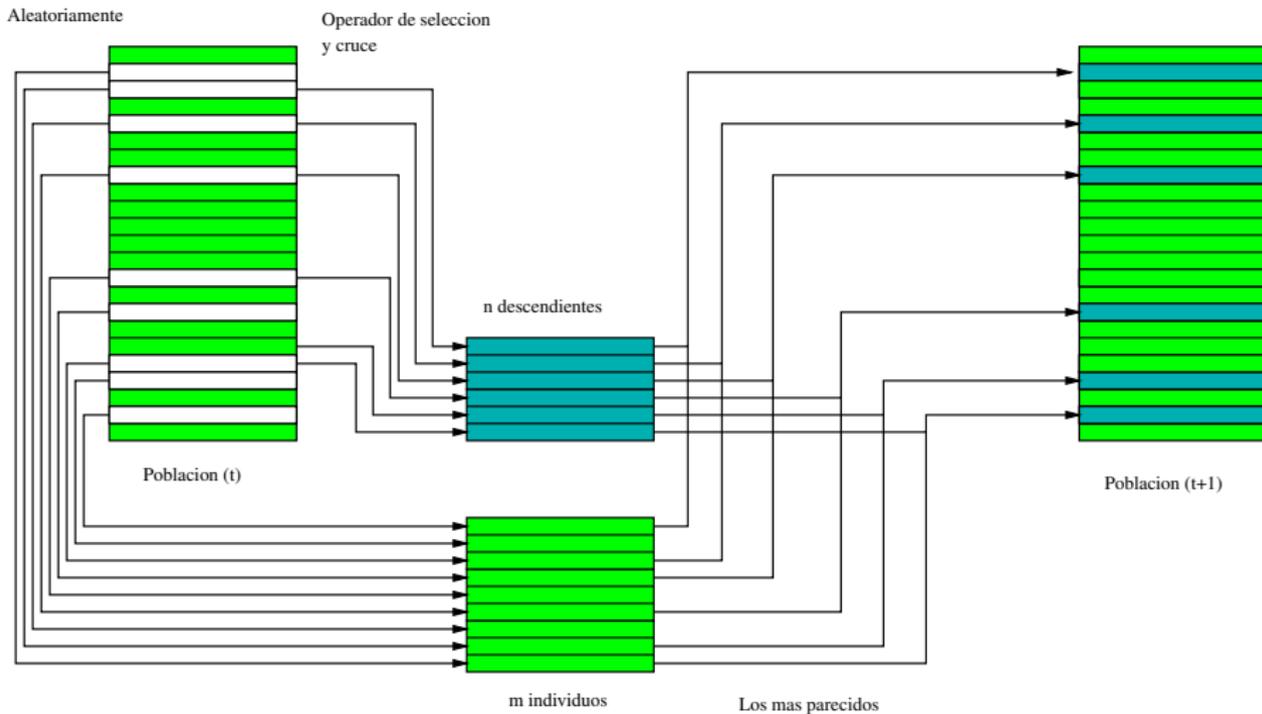
Operador de selección
y cruce



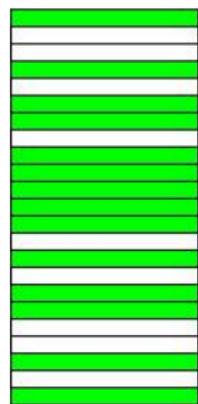
SOBREPOBLACIÓN



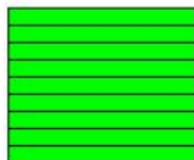
SOBREPOBLACIÓN



SOBREPOBLACIÓN

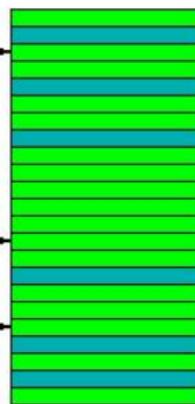


Poblacion (t)



10 individuos

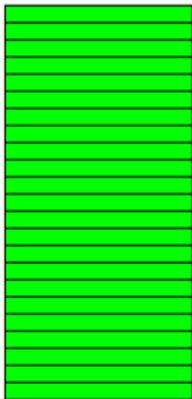
El resto



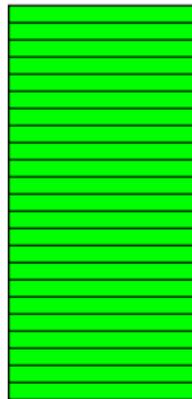
Poblacion (t+1)

- Se introduce competición entre progenitores y descendientes por los mismos nichos
- Cada descendiente reemplaza al progenitor más cercano, pero sólo si tiene mejor fitness que él
- Para la medida de similitud se utiliza la distancia fenotípica
- Después del cruce se generan dos conjuntos:
 - El padre 1 compite con el hijo 1, el padre 2 compite con el hijo 2
 - El padre 1 compite con el hijo 2, el padre 2 compite con el hijo 1
- Se selecciona el conjunto cuya distancia entre sus elementos sea menor

SOBREPOBLACIÓN DETERMINISTA

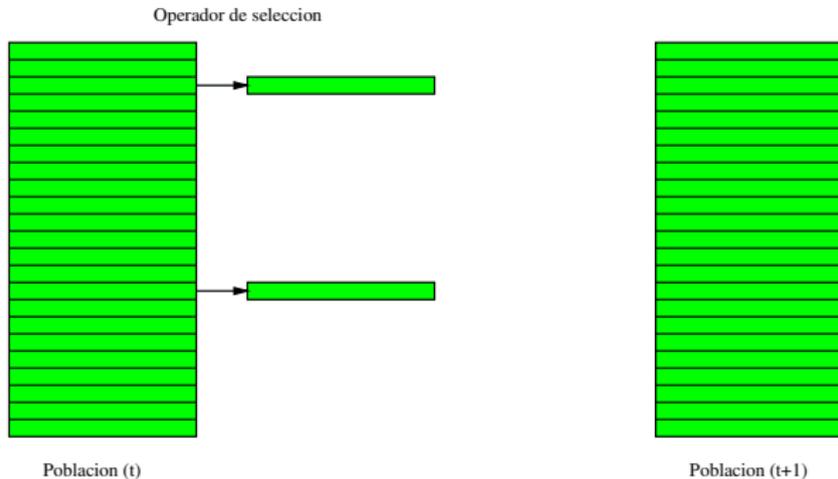


Poblacion (t)

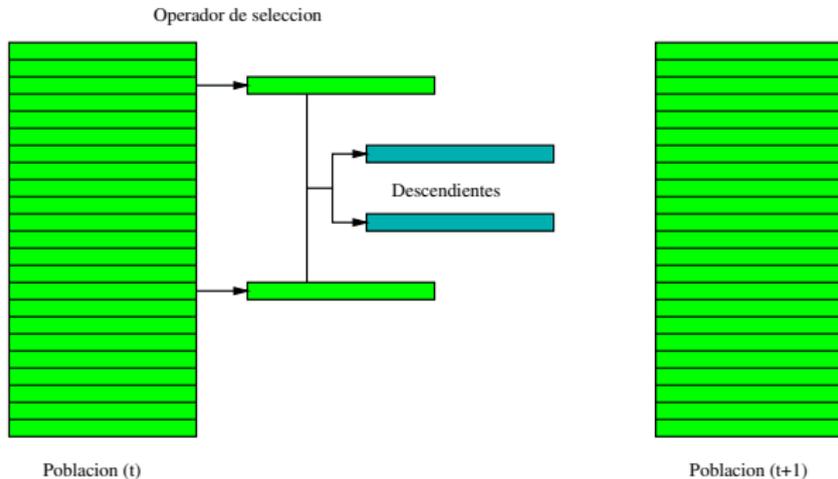


Poblacion (t+1)

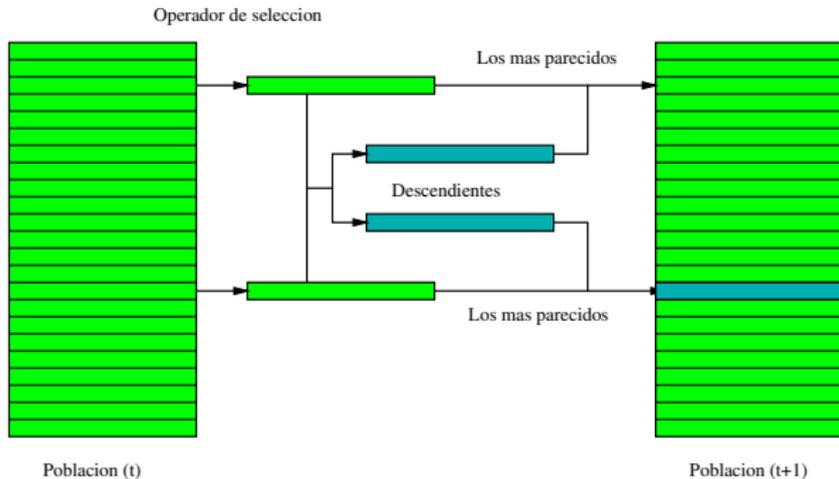
SOBREPOBLACIÓN DETERMINISTA



SOBREPOBLACIÓN DETERMINISTA



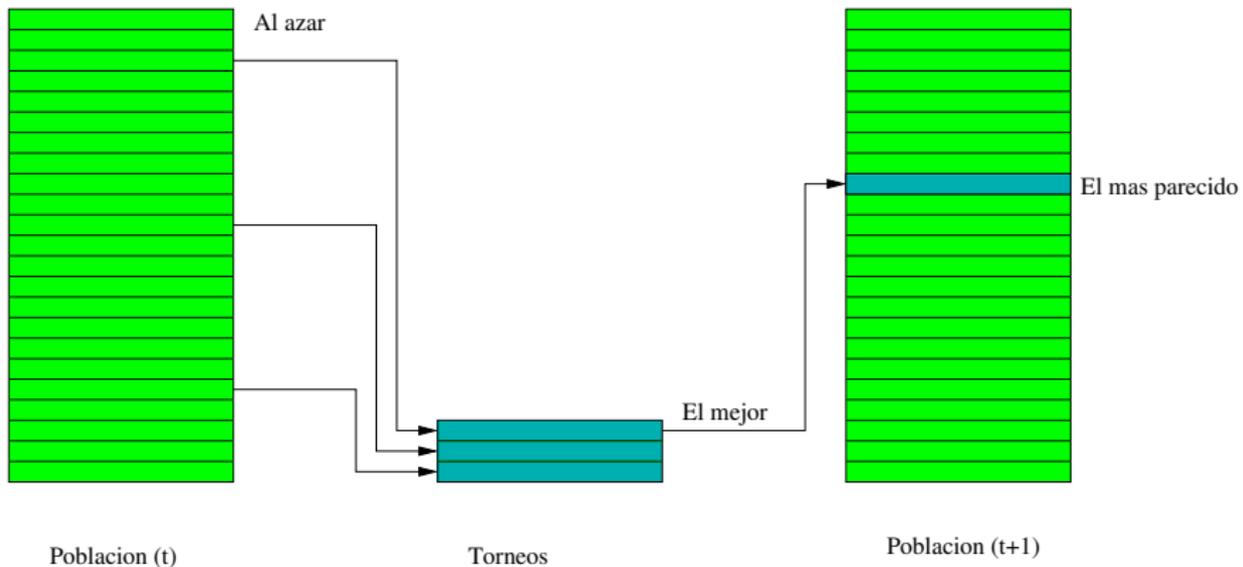
SOBREPOBLACIÓN DETERMINISTA



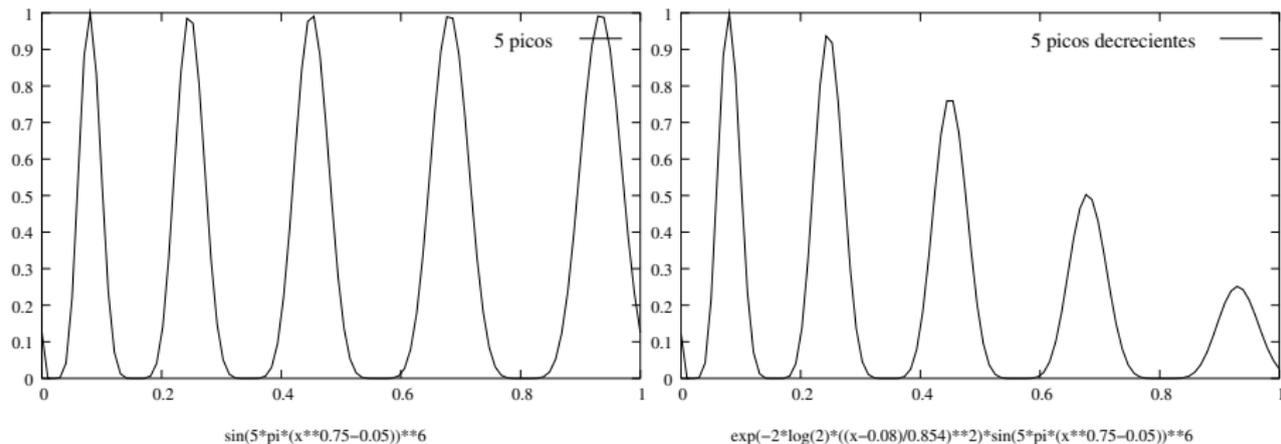
SELECCIÓN DE TORNEOS RESTRINGIDA

- Es una mezcla entre sobrepoblación y torneos
- Se seleccionan dos individuos mediante el operador de selección
- Se generan dos nuevos individuos mediante cruce y mutación
- Se seleccionan aleatoriamente m individuos de la población
- Cada descendiente compite con el individuo de la subpoblación anterior que más se le parece
- Los ganadores pasan a la siguiente generación
- Igual que Superpoblación, pero los descendientes no siempre pasan a la nueva generación, solo si son mejores que los individuos a los que van a sustituir

TORNEOS RESTRINGIDOS



FUNCIONES DE PRUEBA



1 INTRODUCCIÓN

2 ALGORITMOS GENÉTICOS

- Introducción a los Algoritmos Genéticos
- Algoritmos Genéticos Canónicos
- Ejemplo de Algoritmo Genético
- Propiedades de los Algoritmos Genéticos
- Metodos de comparticion y soluciones multiples
- Manejo de restricciones en Algoritmos Genéticos
- Fundamentos de los Algoritmos Genéticos

3 COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

4 COMPUTACIÓN CON INSPIRACIÓN BIOLÓGICA

5 BIOLOGÍA Y COMPUTACIÓN

1 INTRODUCCIÓN

2 ALGORITMOS GENÉTICOS

- Introducción a los Algoritmos Genéticos
- Algoritmos Genéticos Canónicos
- Ejemplo de Algoritmo Genético
- Propiedades de los Algoritmos Genéticos
- Metodos de comparticion y soluciones multiples
- Manejo de restricciones en Algoritmos Genéticos
- Fundamentos de los Algoritmos Genéticos

3 COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

4 COMPUTACIÓN CON INSPIRACIÓN BIOLÓGICA

5 BIOLOGÍA Y COMPUTACIÓN

1 INTRODUCCIÓN

2 ALGORITMOS GENÉTICOS

- Introducción a los Algoritmos Genéticos
- Algoritmos Genéticos Canónicos
- Ejemplo de Algoritmo Genético
- Propiedades de los Algoritmos Genéticos
- Metodos de comparticion y soluciones multiples
- Manejo de restricciones en Algoritmos Genéticos
- Fundamentos de los Algoritmos Genéticos

3 COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

4 COMPUTACIÓN CON INSPIRACIÓN BIOLÓGICA

5 BIOLOGÍA Y COMPUTACIÓN