

Inteligencia Artificial

Ayudantía C2 - Parte 2

Laura Bermeo

laura.bermeo.12@sansano.usm.cl

Departamento de Informática

Universidad Técnica Federico Santa María

1. Algoritmos Genéticos
2. Algoritmos Evolutivos
3. Ejercicios

Algoritmos Genéticos

Algoritmo que trabaja sobre una **Población** compuesta de muchos **Cromosomas** o **Individuos** (soluciones).

Los Cromosomas están compuestos de **Genes** (variables), y a cada Gen se le asigna un **Alelo** (valor del dominio de la variable).

Representación

Los Algoritmos Genéticos Estándar usan representación **binaria**.

Para que el algoritmo pueda manipular las soluciones, puede haber un costo de codificación/decodificación asociado.

Población

Conjunto de soluciones.

Inicialmente debería ser lo más diversa posible.

A medida que se avanza en las generaciones, la calidad de las soluciones debería ir mejorando.

Es necesario definir el tamaño n de la población:

- Si n es muy pequeño, está el riesgo de convergencia prematura y que el algoritmo se estanque en óptimos locales.
- Si n es muy grande, existe un mayor esfuerzo computacional.

Función de Evaluación

Mide la calidad de las soluciones candidatas.

En AG es conocida como **función de aptitud/fitness**.

Proceso de Selección

Filtro por el cual se determina qué individuos serán padres para la siguiente generación.

El grado de consideración de la calidad de los individuos se determina a través de la **presión de selección**.

- **Alta presión** → tiende fuertemente a elegir los mejores individuos.
- **Baja presión** → tiende a elegir individuos independiente de su calidad.

En un AG estándar se hace la selección a través de una ruleta (Roulette Wheel Selection)

Roulette Wheel Selection

Considerando un problema de maximización donde el individuo i tiene una función de aptitud f_i y una población de tamaño n , la probabilidad del individuo i de ser seleccionado se calcula como:

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{1 \leq k \leq n} f_k}$$

Proceso de Transformación

Aplicación de transformadores binarios y unarios.

- Transformador binario: Operador de **Cruzamiento** → Cruzamiento en un punto
- Transformador unario: Operador de **Mutación** → Bitflip

Cruzamiento en un punto

A partir de dos padres se crean 2 descendientes (hijos).

Se elige aleatoriamente un punto de corte y se intercambian las colas.

| | | |
|-------|--------|--------|
| 01101 | 01-101 | 11-101 |
| ⇒ | ⇒ | |
| 11000 | 11-000 | 01-000 |

La probabilidad p_c del uso del operador de cruzamiento entre dos padres es un parámetro del AG estándar. Suele estar en el rango $[0.6, 1.0]$.

Mutación Bitflip

Cada individuo se recorre bit a bit; que ocurra o no un bitflip depende de la probabilidad de mutación.

01000 \Rightarrow 11000

La probabilidad p_m es un parámetro del AG estándar y suele estar en el rango $[0.001, 0.1]$.

Elitismo

El proceso de elitismo consiste en mantener siempre en la población al mejor individuo de la población anterior.

Síntesis

PROCESO AG

$i = 0$

inicializar población $P(i)$

evaluar población $P(i)$

mantener el mejor de $P(i)$

MIENTRAS (no se cumpla criterio de parada) HACER

$i = i+1$

seleccionar $P(i)$ desde $P(i-1)$

transformar $P(i)$ usando operadores

evaluar población $P(i)$

elitismo desde $P(i)$

FIN MIENTRAS

FIN PROCESO AG

Síntesis

| Componente | Exploración | Explotación |
|------------------|---------------------------|---------------------------|
| Selección | Presión de selección baja | Presión de selección alta |
| Transformaciones | Mutación | Cruzamiento |
| Tamaño Población | Grande | Pequeño |

Nota: La **epistasis** es el grado de interrelación entre los genes. Alta epistasis significa que el problema tiene muchas restricciones.

Algoritmos Evolutivos

Es, en el fondo, una versión más libre o generalizada de los algoritmos genéticos (representación no necesariamente binaria, más libertad para definir los operadores de cruzamiento y mutación). Mantiene el elitismo.

Proceso de selección

Se puede separar en dos tipos:

- Selección determinista
 - Considera los k mejores individuos, pero suele estancarse en óptimos locales
- Selección probabilista
 - Selección por ranking
 - Selección por torneo

Selección por ranking

Se le asigna un puntaje i al peor individuo, $2i$ al segundo peor, hasta llegar al mejor individuo con puntaje in . En base a estos puntajes se arma la ruleta.

Selección por torneo

Se seleccionan k individuos al azar, y se selecciona el mejor de ellos.

La presión de selección es determinada por el tamaño k .

- Si $k \rightarrow n$, presión de selección alta.
- Si $k \rightarrow 2$, presión de selección baja.

Consideraciones

Los parámetros pueden ser determinados de manera empírica, basado en lo reportado por otras investigaciones, utilizando algún sintonizador de parámetros, entre otros.

Además pueden ser variados durante la ejecución del algoritmo mediante monitoreo.

Ejercicios

Ejercicio 1

La Universidad tiene que planificar n conferencias. Para cada conferencia se tiene como parámetro su hora de inicio y término. Se quiere planificar las n conferencias asignándole a cada una alguna de las s salas de manera que no haya dos conferencias en una misma sala al mismo tiempo. El objetivo es minimizar la cantidad de salas.

- i) Proponga una representación y una función de evaluación.
- ii) Considerando que se quiere usar un algoritmo evolutivo, proponga un operador asexual y uno bisexual. Explique el manejo de los operadores mediante pseudocódigo simple.

Ejercicio 2

Considere un problema de maximización que usa 5 variables con representación binaria y la función de evaluación

$$f_i = 18x_1 + 25x_2 + 11x_3 + 14x_4 + 15x_5$$

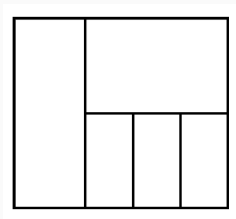
Además considere la siguiente población inicial

- | | |
|----------|----------|
| 1. 11001 | 5. 10101 |
| 2. 01000 | 6. 10011 |
| 3. 01101 | 7. 01001 |
| 4. 00111 | 8. 10001 |

Construya la ruleta de selección.

Ejercicio 3

Considere el problema de coloreo de 3 colores para el siguiente mapa:



Se usa la siguiente representación para ser utilizada en un algoritmo evolutivo:

x_i : color de la región i , $i \in \{1..5\}$, $x_i \in \{R, A, V\}$

f_i : cantidad de restricciones insatisfechas

Ejercicio 3 (continuación)

Dada la población inicial:

1.RRAVR

2.AAARR

3.VRRRR

4.AAVVV

5.AAVRV

Arme la ruleta usando el método de ranking.

Ejercicio 4

Considere la población del Ejercicio 1 y la ruleta de selección obtenida.

Dados los siguientes números aleatorios:

0.48 0.70 0.58 0.62 0.15 0.30 0.91 0.05 0.43 0.21 0.45 0.84 0.15 0.78 0.05
0.02 0.26 0.27 0.26 0.01 0.95 0.38

- i) Realice el proceso de selección hasta llenar una nueva población con el mismo tamaño fijo 8.
- ii) Determine los pares de padres que se utilizarían para el operador de cruzamiento en un punto. Obtenga los cromosomas hijos usando como elección "aleatoria" para el punto de corte los números del 1 al 4 secuencialmente (considere probabilidad de cruzamiento 0.6).