



Algoritmos Genéticos

José Jesús Martínez Páez, Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia.

Es una técnica que comenzó a popularizarse hace unos diez años, para la solución de problemas, especialmente de optimización. Se basa en el concepto de evolución a través de selección de los mejores individuos, y de los operadores genéticos de selección, reproducción y mutación.

Se trata entonces, de definir un espacio de soluciones para el problema que se quiere solucionar, en una cadena de bits. A esto se le conoce como la codificación del cromosoma, donde cada bit, denominado gen, tiene cierto significado especial. Inicialmente el algoritmo genera al azar muchas de estas cadenas o seres, es decir, una población, que luego confronta con un ambiente, que es el problema a solucionar o función que se quiere optimizar.

De esta confrontación o evaluación a que se somete cada ser, se obtiene información sobre cómo se comportó cada uno. A través de métodos aleatorios, pero con probabilidad de selección proporcional a su comportamiento, es decir, a mejor comportamiento mayor probabilidad, se selecciona una nueva población de seres supuestamente mejores que la generación anterior.

Luego, a través de otra selección

aleatoria se conforman parejas que se reproducen en parejas de hijos. Esta reproducción se hace intercambiando, o cruzando los cromosomas, cadenas de bits, de los padres, eligiendo aleatoriamente el punto de cruce. Por ejemplo, si se han seleccionado los padres

```
1 0 1 0 1 0
1 1 0 0 1 1
```

Aleatoriamente se selecciona un punto entre 1 y 5, por ejemplo 3, y se obtienen los hijos

```
1 0 1 0 1 1
1 1 0 0 1 0
```

Luego se somete la población al operador mutación, con base en una probabilidad de mutación, que en este contexto consiste en cambiar un 0 por un 1, ó 0 un 1 por un 0. Ahora, se somete nuevamente la población a la evaluación, y así sucesivamente. Este ciclo continúa hasta cuando se satisface alguna condición de parada. Veamos el algoritmo genético pseudolenguaje:

```
Algoritmo Genético
Comienzo
M Número de generaciones genera población
Genera población
Evalúa población
```

```
Generación ← 1
Mientras (no satisfaga) o (Generación <M>)
    Selecciona población
    Reproduce población
    Muta población
    Evalúa población
    Generación ← Generación + 1
Fin- Mientras
Presenta resultados
Termina.
```

Supongamos que se quiere encontrar el máximo de la ecuación $Y = X^2 - 3$, en el intervalo [1,2]. Vamos a darle a ese rango una longitud de cinco bits, es decir lo dividimos en 32 porciones.

```
1 Corresponde a 0 0 0 0 0
2 Corresponde a 1 1 1 1 1
```

Vamos a tener una población de cuatro individuos. Generamos aleatoriamente (lanzando una moneda) los individuos de la primera generación:

```
1 0 1 1 1
0 0 1 1 0
0 0 0 0 0
0 0 0 1 0
```

Ahora evaluamos cada ser. Primero decodificamos el valor de cada X_1

$$X_1 = 1 + (1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0) / 31 = 1.742$$

El valor de la función $Y_1 = X_1^2 - 3$
 $= (1.742)^2 - 3 = 0.03$. Así se obtiene
 la tabla siguiente:

	X	Y
1 0 1 1 1	1.742	0.035
0 0 1 1 0	1.161	-1.652
0 0 0 0 0	1.000	-2.000
0 0 0 1 0	1.019	-1.962

Hasta aquí, se ha estudiado la primera generación. Ahora hacemos la selección de los padres de la siguiente generación, supongamos que la población quedó:

1 0 1 1 1
 1 0 1 1 1
 0 0 1 1 0
 0 0 0 1 0

Se han seleccionado como parejas, con puntos de cruce:

1 0 ^ 1 1 1 1 0 1 ^ 1 1
 0 0 ^ 1 1 0 y 0 0 0 ^ 1 0

Obteniéndose los descendientes:

1 0 1 1 0 1 0 1 1 0
 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1

Suponga que se seleccionó el bit 2 del segundo hijo de la primera pareja para mutar. La población queda:

	X	Y
1 0 1 1 0	1.677	-0.186
0 1 1 1 1	1.484	-0.798
1 0 1 1 0	1.677	-0.186
0 0 0 1 1	1.098	-1.797

En la tercera generación se tiene la población:

Población	Padres	Hijos	Con Mutac.
10110	10110	10111	10111
01111	⇒01111	01110	01110
10110	10110	00110	10110
01111	01110	11110	11110

	X	Y
1 0 1 1 1	1.742	0.035
0 1 1 1 0	1.452	-0.892
1 0 1 1 0	1.710	-0.076
1 1 1 1 0	1.968	0.873

En la cuarta generación:

Población	Padres	Hijos	Con Mutac.
11110	11110	10111	10111
10111	⇒10111	11110	11110
10111	10111	10110	10010
11110	11110	11111	11111

	X	Y
1 0 1 1 1	1.742	0.035
1 1 1 1 0	1.968	0.873
1 0 0 1 0	1.581	-0.500
1 1 1 1 1	2.000	1.000

Como se puede observar se ha obtenido el valor máximo de la función. Este método se está empleando en la solución de muchos problemas, porque su complejidad, sus soluciones analíticas o no existen o son muy difíciles de encontrar.