

Algoritmos Genéticos: Maximizando funciones a través de EpiMarcas

Lifeth Alvarez Camacho¹ and Eduar Castrillo Velilla²

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

lalvarezc@unal.edu.co¹, emcastrillov@unal.edu.co²

Abstract. Los Algoritmos genéticos modelan el proceso de evolución como una sucesión de frecuentes cambios en los genes, con soluciones análogas a cromosomas. Trabajan con una población de cadenas binarias para la representación del problema, y el espacio de soluciones posibles es explorado aplicando transformaciones a éstas soluciones candidatas tal y como se observa en los organismos vivientes: cruce, inversión y mutación. Constituyen el paradigma más completo de la computación evolutiva ya que resumen de modo natural todas las ideas fundamentales de dicho enfoque. Son muy flexibles ya que pueden adoptar con facilidad nuevas ideas, generales o específicas, que surjan dentro del campo de la computación evolutiva[1]. Además, se pueden hibridar fácilmente con otros paradigmas y enfoques, aunque no tengan ninguna relación con la computación evolutiva. Se trata del paradigma con mayor base teórica. En este artículo se plantea un algoritmo genético para maximizar las funciones maxOnes y deceptive orden 3 usando marcas epigenéticas.

Keywords: algoritmos genéticos, marcas epigenéticas , maxOnes, deceptive.

1 Introducción

Los algoritmos genéticos usan una analogía directa con el comportamiento natural. Trabajan con una población de individuos, cada uno de los cuales representa una solución factible a un problema dado. A cada individuo se le asigna un valor ó puntuación, relacionado con la bondad de dicha solución. En la naturaleza esto equivale al grado de efectividad de un organismo para competir por unos determinados recursos.

Los problemas engañosos son aquellos en los que los bloques de construcción de bajo orden dirigen la búsqueda hacia un óptimo local particular en lugar de conducir hacia el óptimo global. Por otra parte para la definición de la función max ones sólo es necesario definir la longitud de la cadena de bits (N). Para un N dado, la solución óptima del problema es una cadena con N , es decir, todos los bits de la cadena se establecen en uno. Este trabajo propone la solución de estos problemas utilizando marcas epigenéticas las cuales cambian el estado del gen, esto es alteran su comportamiento. Para estos casos si un bit es contiene una marca, el gen se leerá de

forma contraria a su valor normal. Este documento contiene 3 secciones; la primera sección define el marco teórico; la segunda sección define los experimentos llevados a cabo junto con los resultados; en la última sección se describen las conclusiones.

2 Marco Teórico

2.1 Marcas epigenéticas

Son etiquetas o grupos químicos vinculados al ADN. Son características no directamente reguladas por el código genético. Funcionalmente, los patrones de modificaciones epigenéticas pueden servir como marcadores epigenéticos para representar la actividad y la expresión génica, así como el estado de la cromatina[4].

Las marcas epigenéticas silencian ciertas secuencias de genes y activan otras. Las marcas epigenéticas se utilizan en este caso para leer los bits 0 como uno y viceversa. Se representan de la siguiente manera:

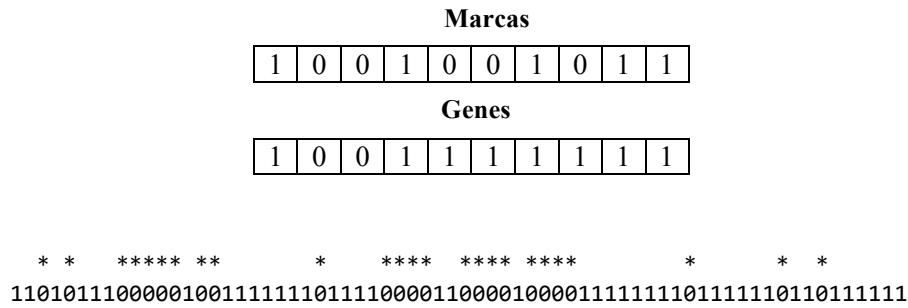


Fig. 1. Representación binaria de una solución con el problema max ones, las epi marcas quedan sobre los bits en cero, permitiendo así ser leídos como uno.

2.2 Función Max Ones

Está restringida al dominio $\{0,1\}$. El problema MaxOnes (o BitCounting) es un problema simple que consiste en maximizar el número de bits en 1 de una cadena. Normalmente contiene 100 bits, y la aptitud de un individuo se define como el número de bits que son 1[3]. Formalmente, este problema se puede describir como encontrar una cadena $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, donde $x_i \in \{0,1\}$, que maximiza la siguiente ecuación:

$$f(x) \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

2.3 Función Order-Three deceptive

Una función engañosa es aquella en la que el esquema de orden inferior dirige la búsqueda hacia un óptimo local particular en lugar de conducir hacia el óptimo global. El término función engañosa se refiere a un problema donde el número de bits usados para codificar el espacio de soluciones corresponde a un orden de decepción[2]. Las funciones engañosas constituyen una familia de funciones diseñadas para engañar a los métodos de búsqueda, ya que atraen la búsqueda hacia atractores engañosos. Una función engañosa se puede construir utilizando una función como sigue:

$$f(\vec{x}) = \begin{cases} \frac{a}{z}(z - u(\vec{x})) & \text{if } u(\vec{x}) \leq z \\ \frac{b}{l-z}(u(\vec{x}) - z) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

Donde l es la longitud de una solución x , a es el óptimo local, b es el óptimo global, z es la localización del cambio de pendiente, y $u(x)$ es la unión de la función.

El fitness es calculado como la suma de los siguientes valores presentes en la cadena.

Table 1. Función Order-Three deceptive.

String	Value	String	Value
000	28	100	14
001	26	101	0
010	22	110	0
011	0	111	30

```

BEGIN GA
  Generar poblacion inicial al azar.
  WHILE NOT stop DO
    BEGIN
      Seleccionar padres de la poblacion.
      Producir hijos a partir de los padres seleccionados.
      Mutar los hijos.
      Reemplazar(generacional, u otro tipo de método de selección)
    END
  END GA

```

Fig. 2. Pseudo-código del algoritmo GA generacional.

3 Experimentos

Las funciones mencionadas en la sección anterior fueron implementados en java. Los parametros de los experimentos para cada algoritmo están listados en la Tabla 1.

Tabla 2. Parametros de los experimentos para el algoritmo genetico generacional.

Funcion	Población	Dimensiones	Valor Máx fitness	Iteraciones	Ejecuciones
Max Ones	100.000	100	100	100.000	30
The Order-3 deceptive problem	100.000	300	1500	100.000	30

3.1 Resultados

Table 3. Optimos globales encontrados, desviación estandar e iteración.

Funciones	No Marcas	EpiMarcas
The Order-Three deceptive problem	1500 ± 9.5411992 [38766] 1500 ± 0.0000000 [96537]	1500 ± 7.1196668 [35835] 1500 ± 0.0000000 [91047]
Max Ones	100.0 ± 0.96490128 [28] 100.0 ± 0.0 [38]	100.0 ± 1.106407669 [27] 100.0 ± 0.0 [40]

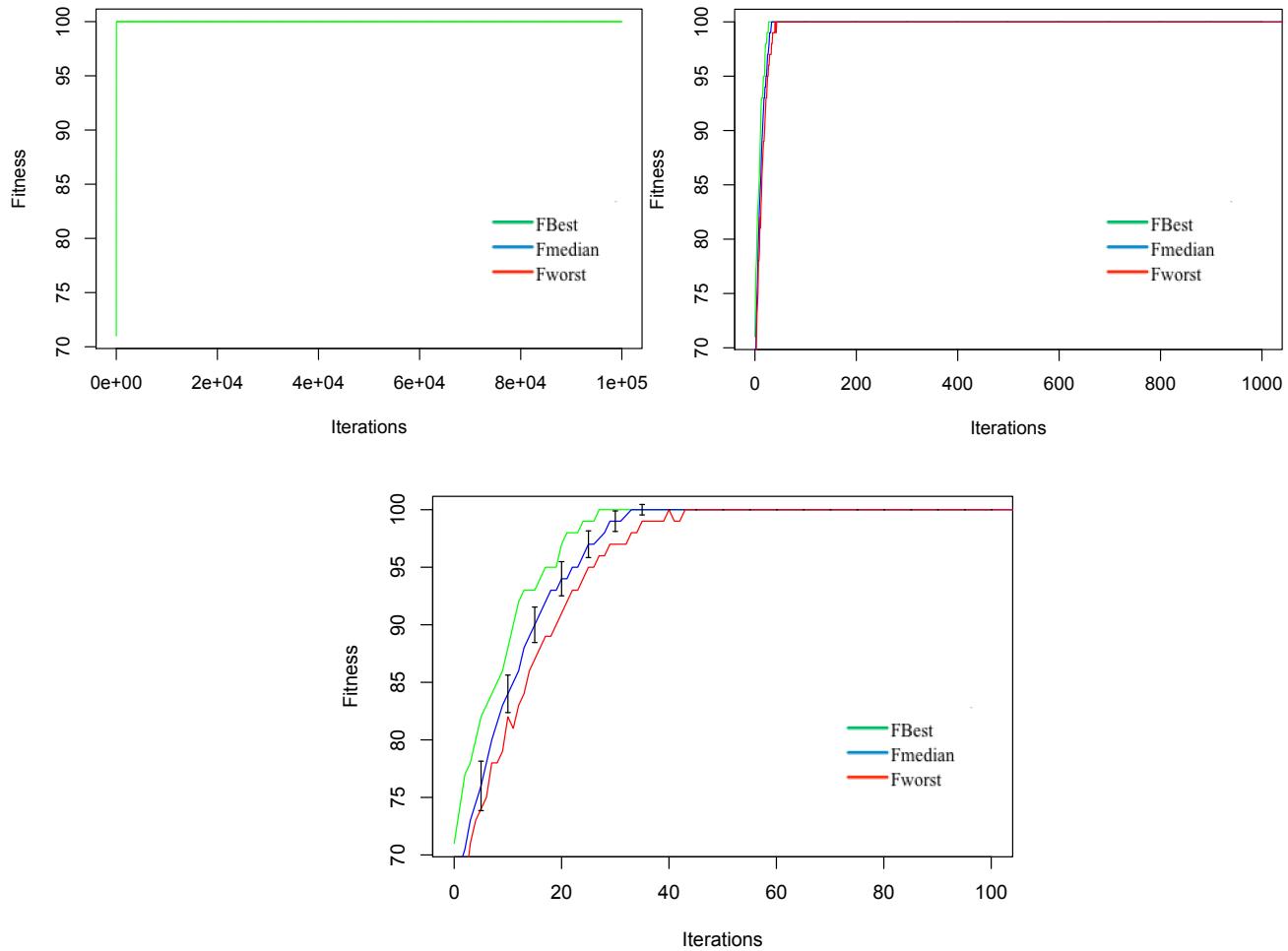


Fig. 4 Gráficas de la función Max ones con EpiMarcas. Para este caso, se utilizó algoritmo generacional. Para el cual se aplicó los siguientes operadores: cruce de punto simple con probabilidad de 1.0/0.8; mutación: 1.0 – (1.0/tamaño del genoma). La selección de los padres fue por torneo (4).

Ejemplo de un individuo con fitness igual a 100:

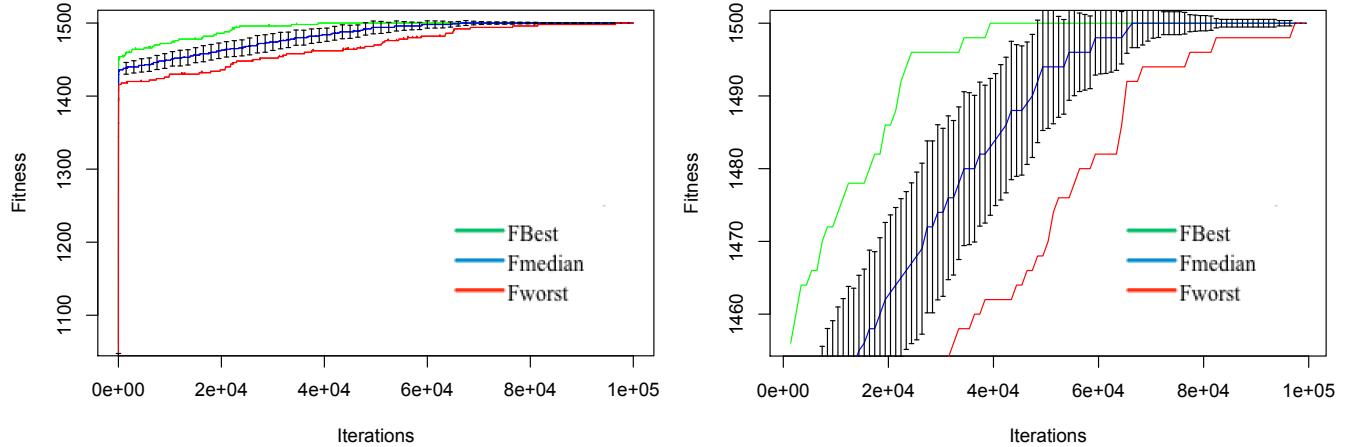


Fig. 5 Gráficas de la función Deceptive. Para este caso, se utilizó algoritmo generacional. Para el cual se aplicó los siguientes operadores: cruce de punto simple con probabilidad de 1.0 y 0.8; mutación: $1.0 - (1.0/\text{tamaño del genoma})$. La selección de los padres fue por torneo (4).

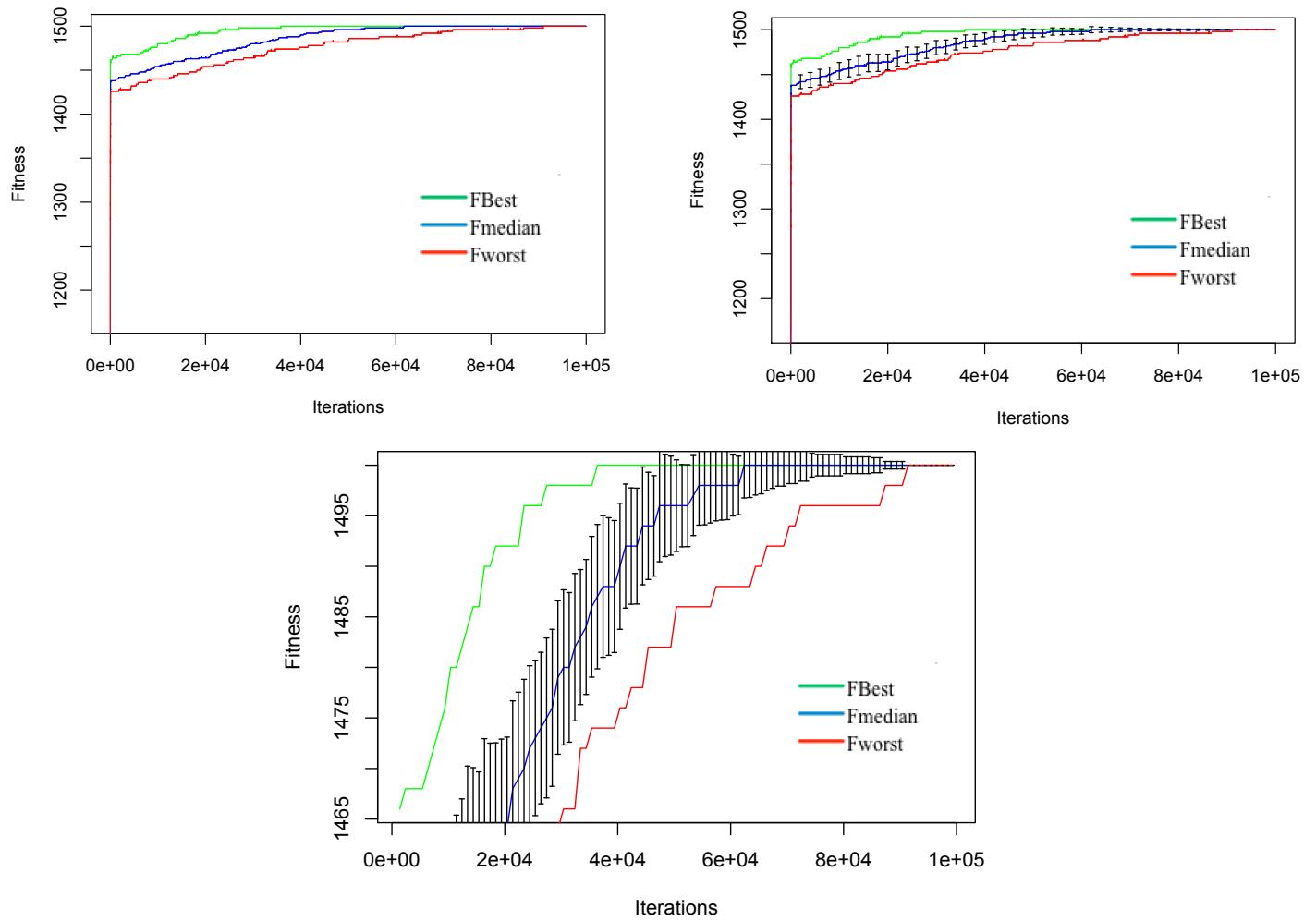


Fig. 6 Gráficas de la función Deceptive con EpiMarcas. Para este caso, se utilizó algoritmo generacional. Para el cual se aplicó los siguientes operadores: cruce de punto simple con probabilidad de 1.0 y 0.8; mutación: $1.0 - (1.0/\text{tamaño del genoma})$. La selección de los padres fue por torneo (4).

4 Conclusiones

Este trabajo ha sido resultado del curso de computación evolutiva, el objetivo fue aplicar los conocimientos adquiridos durante el curso sobre algoritmos evolutivos y sus técnicas de cruce, mutación y selección. Se propuso un problema para maximizar dos funciones: MaxOnes y Deceptive orden 3. Para solucionarlos se utilizó algoritmos genéticos generacionales, reemplazando la totalidad de la generación anterior por una nueva. Además se utilizó una estrategia para lograr la solución en iteraciones más tempranas. La estrategia utilizada aprovecha las ventajas del proceso biológico llamado marcas epigenéticas para activar y desactivar genes (cambiar de cero a uno y viceversa).

Referencias

1. Goldberg. D. Construction of High order Deceptive Functions Using Low order Walsh Co
e cients IlliGAL Report No 90002 Department of General Eng Univ of Illinois at Urbana
Champaign (1990).
2. Darrell Whitley. Fundamental principles of deception in genetic search. Technical Report
CS-91-101, Department of Computer Science, Colorado State University, Fort Collins,
February 1991.
3. Marco Dorigo, Mauro Birattari, Simon Garnier, Theoretical Computer Science and General
Issues. Swarm Intelligence: 9th International Conference, ANTS 2014, Brussels, Belgium,
September 10-12, 2014.
4. Waddington CH. The epigenotype. Endeavour.;1:18–20. doi: 10.1093/ije/dyr184. 1942.