

Whale Optimization Algorithm (WOA)



Iván Rodríguez Chacón

¿Qué tienen de especiales las ballenas?

Las ballenas jorobadas tienen una forma muy peculiar de caza, dichos animales buscan una zona donde haya muchos peces, en dicha zona comienzan a soltar burbujas por sus espiráculos formando una especie de barrera que los peces no pueden atravesar, mientras hacen esto van rodeando a dicho banco de peces y ascendiendo poco a poco, hasta que están lo suficientemente juntos para que puedan comerlos de un bocado.

Esta estrategia se puede modelar como un algoritmo de optimización, donde las “ballenas” de nuestro problema serán distintas soluciones, estas se irán moviendo aleatoriamente (exploración), pasado un tiempo donde se encuentre la “mejor ballena” (la mejor solución) será el punto al que deban desplazarse el resto de “ballenas” una vez ahí comenzarán a girar (exploración) alrededor del objetivo.





Funcionamiento del algoritmo

El algoritmo de optimización de ballenas contiene una variable llamada “a” dicha variable controla cuándo se debe explorar y cuando se debe explotar el espacio de soluciones, dicha variable comienza siendo 2 pero va decreciendo hasta llegar a 0 a lo largo de las ejecuciones. Cuando la variable pasa un umbral (cuyo valor es 1) el algoritmo cambia de una estrategia de exploración a una de explotación.



Componentes: Exploración

La estrategia de exploración de este algoritmo se basa en tomar valores aleatorios de soluciones, que se van “aproximando” a una solución aleatoria distinta en cada iteración. Para aproximarse a dicha solución utilizan la siguiente ecuación para cada “ballena” (o cada solución de la población):

$$X(t+1) = X'(t) - A \cdot |C \cdot X'(t) - X(t)|$$

Dónde:

- $X(t)$: Solución actual
- $X'(t)$: Solución aleatoria
- $X(t+1)$: Valor que sustituirá a $X(t)$
- A : Vector de coeficiente de convergencia que disminuye linealmente de 2 a 0 con a . Se calcula como $A = 2a \cdot r1 - a$
- C : Es un vector de números aleatorios que sean múltiplos de 2.



Componentes: Explotación (encierro)

La explotación se divide en dos tipos, el encierro y el comportamiento en espiral, en cada iteración se escoge uno de estos dos aleatoriamente.

La explotación mediante el encierro se realiza de forma muy similar a la exploración, pero cambiando la solución aleatoria a la que se aproxima por la mejor solución encontrada hasta el momento.

$$X(t+1) = X'(t) - A \cdot |C \cdot X'(t) - X(t)|$$

Dónde:

- $X'(t)$: Mejor solución actual

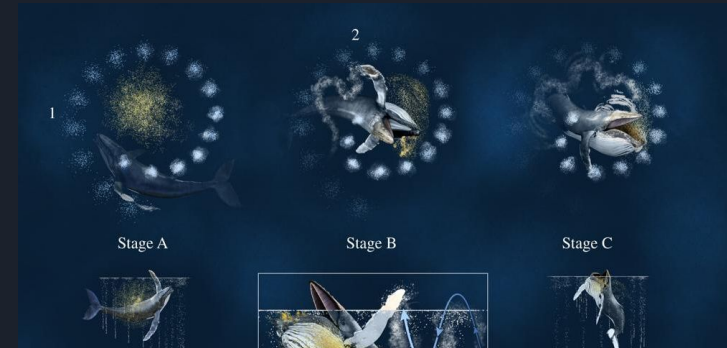
Componentes: Explotación (Movimiento en espiral)

El movimiento en espiral trata de simular el movimiento helicoidal alrededor de la mejor solución actual esto refina las soluciones, se realiza de la siguiente forma:

$$D' = |X^*(t) - X(t)| \quad X(t+1) = D' \cdot e^{bl} \cdot \cos(2\pi l) + X'(t)$$

Dónde:

- D' : Distancia a la mejor solución
- $X(t+1)$: Valor que sustituirá a la solución actual
- b : se trata de una constante que define la curvatura
- l : Número aleatorio entre -1 y 1.
- $X'(t)$: Mejor solución





¿Es un buen algoritmo?

Este algoritmo tiene métodos de exploración y explotación bastante potentes sin embargo el equilibrio entre estos, con el parámetro nombrado como “a” no es para nada bueno, el algoritmo se estanca en óptimos locales muy fácilmente. Algunas de las variaciones más famosas de dicho algoritmo implementan estrategias como la división en tres grupos de ballenas, donde cada grupo sigue a su líder, para solucionar este problema.



Propuesta: Hibridación con SA

Pude encontrar cierta similitud entre el algoritmo de optimización de ballenas y el enfriamiento simulado (SA) ya que ambos controlan el cambio de exploración a explotación con una variable, donde el enfriamiento simulado para evitar caer en óptimos locales utiliza unas fórmulas especiales extraídas de la física. Mi experimento se basa en aplicar a el parámetro “a” normalizando la “temperatura” de dichas fórmulas entre los valores de “a”, 2 y 0.

Resultados obtenidos

Mean Ranking by algorithm

	1	2	3	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
AEO	1.900	1.633	1.633	1.733	2.100	2.300	2.567	2.700	2.767	2.767	2.800	2.900	2.867	2.833
PSO	3.933	3.867	3.833	3.700	3.433	3.167	2.967	2.633	2.433	2.467	2.400	2.300	2.233	2.267
SSA	2.100	2.300	2.267	2.367	2.333	2.433	2.400	2.400	2.467	2.467	2.533	2.533	2.600	2.567
WoA-HYBRID	2.067	2.200	2.267	2.200	2.133	2.100	2.067	2.267	2.333	2.300	2.267	2.267	2.300	2.333

Mean Ranking by algorithm

	1	2	3	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
AEO	1.967	1.733	1.733	1.767	2.067	2.267	2.500	2.667	2.733	2.733	2.767	2.833	2.767	2.667
PSO	3.900	3.833	3.800	3.700	3.400	3.200	2.867	2.700	2.533	2.467	2.333	2.300	2.267	2.167
SSA	2.167	2.300	2.300	2.433	2.433	2.400	2.433	2.433	2.467	2.433	2.533	2.467	2.467	2.500
WOA	1.967	2.133	2.167	2.100	2.100	2.133	2.200	2.200	2.267	2.367	2.367	2.400	2.500	2.667

Comparativas para dim=10

Desafortunadamente aunque el algoritmo hibridado si da mejores resultados que el algoritmo inicial, ninguno de los dos obtiene buenos resultados. Por ello podemos concluir que la hipótesis sobre que no se ajustaba bien el parámetro que controlaba la exploración y explotación era cierta, aunque quizás esta no sea la mejor modificación que se le pueda hacer a este parámetro.