

Honey Badger Algorithm

Dr. Broderick Crawford Labrín

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Honey Badger Algorithm (HBA)

- Fue desarrollada por Kashif Hussain et. al. en el año 2015 ^a.
- Es una metaheurística basado en población diseñada para resolver problemas de optimización continuos.
- Sus soluciones (individuos) iniciales se generan aleatoriamente y se van alterando bajo un conjunto de reglas de movimiento con criterios estocásticos.

^a *Honey Badger Algorithm: New metaheuristic algorithm for solving optimization problems*, Elsevier (2021)

- Ecuaciones de movimientos general

$$X = \begin{bmatrix} X_{1,1} & X_{1,2} & X_{1,3} & \dots & X_{1,D} \\ X_{2,1} & X_{2,2} & X_{2,3} & \dots & X_{2,D} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{n,1} & X_{n,2} & X_{n,3} & \dots & X_{n,D} \end{bmatrix} \quad (1)$$

- Donde:
 - X es la población de soluciones candidatas

- Ecuaciones de movimientos general

$$X_i = lb_i + r_1 \cdot (ub_i - lb_i) \quad (2)$$

$$S = (X_{i,j} - X_{i+1,j})^2 \quad (3)$$

$$d_i = Best_j - X_{i,j} \quad (4)$$

$$l_i = r_2 \cdot \frac{S}{4\pi d_i^2} \quad (5)$$

- Donde:

- r_1 es un número aleatorio entre 0, 1
- S representa la locación de la presa
- d_i representa la distancia desde el badger y la presa
- r_2 es un número aleatorio entre 0, 1

- Ecuaciones de movimientos general

$$\alpha = C \cdot \exp^{\frac{-t}{\maxIter}} \quad (6)$$

$$X_{new} = Best_j + F \cdot \beta \cdot l \cdot Best_j + F \cdot r_3 \cdot \alpha \cdot d_j \cdot |\cos(2\pi r_4) \cdot [1 - \cos(2\pi r_5)]| \quad (7)$$

$$F = \begin{cases} 1 & r_6 \leq 0,5 \\ 1 & \end{cases} \quad (8)$$

- Donde:

- en α
 - C es una constante ≥ 1 , por defecto = 2
- $Best_j$ es la posición de la presa, que es la mejor posición encontrada hasta el momento
- r_3, r_4, r_5, r_6 son números aleatorio entre 0, 1
- eq.(6) representa la fase de excavación del badger

- Ecuaciones de movimientos general

$$x_{new} = Best_j + F \cdot r_7 \cdot \alpha \cdot d_j \quad (9)$$

- Donde:
 - *eq.(8)* representa cuando el badger va hacia la colmena
 - r_7 es un número aleatorio entre 0, 1

Algorithm 1 Honey Badger Algorithm

```
Input: Population  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ 
Output: Updated population  $X' = \{x'_1, x'_2, \dots, x'_N\}$  and Best
1: Initialize random honey badger population  $X$ ; constants  $C, \beta, \varepsilon$ 
2: for it = 1 to MaxIt do
3:     calculate the fitness of each  $X$ 
4:     select BestPosition
5:      $X_{\text{new}} = \text{zeros}(N, \text{dim})$ 
6:      $\alpha = C * \exp(-it / \text{MaxIter})$ 
7:     for i=0 to N do
8:          $r, r2, r3, r4, r5, r6, r7 = \text{random}()$ 
9:         if  $r6 \leq 0.5$ :  $F = 1$ 
10:        else:  $F = -1$ 
11:        for j=0 to dim do
12:             $d_i = \text{Best}[j] - X[i,j]$ 
13:            if  $r < 0.5$ 
14:                if  $i \neq N-1$ :  $S = (X[i,j] - X[i+1,j])^2$ 
15:                else:  $S = (X[i,j] - X[0,j])^2$ 
16:                 $I = r2 * S / (4 * \pi * (d_i + \varepsilon)^2)$ 
17:                 $X_{\text{new}}[i,j] = \text{Best}[j] + F * \beta * I * \text{Best}[j] + F * r3 * \alpha * d_i * |\cos(2 * \pi * r4) * (1 - \cos(2 * \pi * r5))|$ 
18:            else
19:                 $X_{\text{new}}[i,j] = \text{Best}[j] + F * r7 * \alpha * d_i$ 
20:            if  $f(X_{\text{new}}[i])$  is better than  $f(X[i])$ ,  $X[i] = X_{\text{new}}[i]$ 
21: return updated population  $X'$  and Best
```

Considerando

$$\text{Min } z = x_1^2 + x_2^2$$

Sujeto a

$$x_1, x_2 \in [-100, 100]$$

Configuración inicial de HBA:

- Tamaño de la población: 2 individuos
- Número máximo de iteraciones: 100 iteraciones
- $C = 2$
- $\beta = 6$
- $\epsilon = 0,000000000000000022204$

HBA: Ejemplo práctico - soluciones iniciales

Soluciones iniciales:

ind 1: [-20.8694, 8.9498] / fitness: 515.6335

ind 2: [67.1736, -40.3308] / fitness: 6138.8748

Mejor solución:

ind 1: [-20.8694, 8.9498] / fitness: 515.633

HBA: Ejemplo práctico - iter 1

Ecuaciones generales de la iteración 1:

$$\alpha = C \cdot \exp\frac{-t}{maxIter}$$

Ecuación general HBA:

$$\alpha = 2 \cdot \exp\frac{-1}{100} = 1,9800996674983362$$

HBA: Ejemplo práctico - iter 1 - ind 1

$$r_6 = \text{random}() = 0,2566$$

$$r_6 \leq 0,5$$

$$0,2566 \leq 0,5 \rightarrow F = 1$$

$$r = \text{random}() = 0,5102$$

$$r \geq 0,5$$

$$0,5102 \geq 0,5$$

$$r_7 = \text{random}() = 0,6500$$

HBA: Ejemplo práctico - iter 1 - ind 1 - dim 1

$$d_i = Best_j - X_{i,j}$$

$$x_{new} = Best_j + F \cdot r_7 \cdot \alpha \cdot d_i$$

$$d_i = -20,8694 + 20,8694 = 0,0000$$

$$x_{new} = -20,8694 + 1 \cdot 0,6500 \cdot 1,9801 \cdot 0,0000 = -20,8694$$

HBA: Ejemplo práctico - iter 1 - ind 1 - dim 2

$$d_i = Best_j - X_{i,j}$$

$$x_{new} = Best_j + F \cdot r_7 \cdot \alpha \cdot d_i$$

$$d_i = 8,9498 - 8,9498 = 0,0000$$

$$x_{new} = 8,9498 + 1 \cdot 0,6500 \cdot 1,9801 \cdot 0,0000 = 8,9498$$

$$X = \begin{bmatrix} -20,8694 & 8,9498 \\ 67,1736 & -40,3308 \end{bmatrix}$$

$$X_{new} = \begin{bmatrix} -20,8694 & 8,9498 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$ResultX = \begin{bmatrix} -20,8694 & 8,9498 \\ 67,1736 & -40,3308 \end{bmatrix}$$

$$r_6 = \text{random}() = 0,3950$$

$$r_6 \leq 0,5$$

$$0,3950 \leq 0,5 \rightarrow F = 1$$

$$r = \text{random}() = 0,5911$$

$$r \geq 0,5$$

$$0,5911 \geq 0,5$$

$$r_7 = \text{random}() = 0,6558$$

HBA: Ejemplo práctico - iter 1 - ind 2 - dim 1

$$d_i = Best_j - X_{i,j}$$

$$X_{new} = Best_j + F \cdot r_7 \cdot \alpha \cdot d_i$$

$$d_i = -20,8694 - 67,1736 = -88,0431$$

$$X_{new} = -20,8694 + 1 \cdot 0,6558 \cdot 1,9801 \cdot -88,0431 = -135,1979$$

HBA: Ejemplo práctico - iter 1 - ind 2 - dim 2

$$d_i = Best_j - X_{i,j}$$

$$X_{new} = Best_j + F \cdot r_7 \cdot \alpha \cdot d_i$$

$$d_i = 8,9498 + 40,3308 = 49,2807$$

$$X_{new} = Best_j + F \cdot r_7 \cdot \alpha \cdot d_i = 8,9498 + 1 \cdot 0,6558 \cdot 1,9801 \cdot 49,2807 = 72,9433$$

$$X = \begin{bmatrix} -20,8694 & 8,9498 \\ 67,1736 & -40,3308 \end{bmatrix}$$

$$X_{new} = \begin{bmatrix} -20,8694 & 8,9498 \\ -135,1979 & 72,9433 \end{bmatrix}$$

$$ResultX = \begin{bmatrix} -20,8694 & 8,9498 \\ 67,1736 & -40,3308 \end{bmatrix}$$

HBA: Ejemplo práctico - validación restricciones

Restricción: $x_1, x_2 \in [-100, 100]$

Soluciones obtenidas en la iteración 1:

ind 1: $[-20.8694, 8.9498]$, infactibles: 0

ind 2: $[67.1736, -40.3308]$, infactibles: 0

Reparación de soluciones:

ind 1: $[-20.8694, 8.9498]$ / fitness: 515.6335

ind 2: $[67.1736, -40.3308]$ / fitness: 6138.8748

Mejor solución:

ind 1: $[-20.8694, 8.9498]$ / fitness: 515.6335

Ecuaciones generales de la iteración 2:

$$\alpha = C \cdot \exp^{\frac{-t}{\text{maxIter}}}$$

Ecuación general HBA:

$$\alpha = 2 \cdot \exp^{\frac{-2}{100}} = 1,9603973466135105$$

HBA: Ejemplo práctico - iter 2 - ind 1

$$r_6 = \text{random}() = 0,7110$$

$$r_6 > 0,5$$

$$0,7110 > 0,5 \rightarrow F = -1$$

$$r = \text{random}() = 0,9563$$

$$r \geq 0,5$$

$$0,9563 \geq 0,5$$

$$r_7 = \text{random}() = 0,2473$$

HBA: Ejemplo práctico - iter 2 - ind 1 - dim 1

$$d_i = Best_j - X_{i,j}$$

$$x_{new} = Best_j + F \cdot r_7 \cdot \alpha \cdot d_i$$

$$d_i = -20,8694 + 20,8694 = 0,0000$$

$$x_{new} = -20,8694 - 1 \cdot 0,2473 \cdot 1,9604 \cdot 0,0000 = -20,8694$$

HBA: Ejemplo práctico - iter 2 - ind 1 - dim 2

$$d_i = Best_j - X_{i,j}$$

$$x_{new} = Best_j + F \cdot r_7 \cdot \alpha \cdot d_i$$

$$d_i = 8,9498 - 8,9498 = 0,0000$$

$$x_{new} = 8,9498 - 1 \cdot 0,2473 \cdot 1,9604 \cdot 0,0000 = 8,9498$$

$$X = \begin{bmatrix} -20,8694 & 8,9498 \\ 67,1736 & -40,3308 \end{bmatrix}$$

$$X_{new} = \begin{bmatrix} -20,8694 & 8,9498 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$ResultX = \begin{bmatrix} -20,8694 & 8,9498 \\ 67,1736 & -40,3308 \end{bmatrix}$$

$r_6 = \text{random}() = 0,7756$

$r_6 > 0,5$

$0,7756 > 0,5 \rightarrow F = -1$

$r = \text{random}() = 0,1599$

$r < 0,5$

$0,1599 < 0,5$

$r_2 = \text{random}() = 0,5433$

$r_3 = \text{random}() = 0,4987$

$r_4 = \text{random}() = 0,6704$

$r_5 = \text{random}() = 0,1264$

HBA: Ejemplo práctico - iter 2 - ind 2 - dim 1

$$d_i = Best_j - X_{i,j}$$

$$r < 0,5 \rightarrow 0,1599 < 0,5$$

$$S = (X_{i,j} - X_{i,j})^2$$

$$l_i = r_2 \cdot \frac{S}{4\pi d_i^2}$$

$$X_{new} = Best_j + F \cdot \beta \cdot l \cdot Best_j + F \cdot r_3 \cdot \alpha \cdot d_i \cdot |\cos(2\pi r_4) \cdot [1 - \cos(2\pi r_5)]|$$

$$d_i = 20,8694 - 67,1736 = -88,0431$$

$$S = (67,1736 + 20,8694)^2 = 7751,5862$$

$$l_i = 0,5433 \cdot \frac{7751,5862}{4 \cdot \pi \cdot (-88,0431 + 2,2204e-16)^2} = 0,0432$$

$$X_{new_{2,1}} = -20,8694 - 1 \cdot 6 \cdot 0,0432 \cdot -20,8694 - 1 \cdot 0,4987 \cdot 1,9604 \cdot -88,0431 \cdot |\cos(2 \cdot \pi \cdot 0,6704) \cdot (1 - \cos(2 \cdot \pi \cdot 0,1264))| = -3,1096$$

$$d_i = Best_j - X_{i,j}$$

$$r < 0,5 \rightarrow 0,1599 < 0,5$$

$$S = (X_{i,j} - X_{i,j})^2$$

$$l_i = r_2 \cdot \frac{S}{4\pi d_i^2}$$

$$X_{new} = Best_j + F \cdot \beta \cdot l \cdot Best_j + F \cdot r_3 \cdot \alpha \cdot d_i \cdot |\cos(2\pi r_4) \cdot [1 - \cos(2\pi r_5)]|$$

$$d_i = 8,9498 + 40,3308 = 49,2807$$

$$S = (-40,3308 - 8,9498)^2 = 2428,5851$$

$$l_i = 0,5433 \cdot \frac{2428,5851}{4 \cdot \pi \cdot (49,2807 + 2,2204e-16)^2} = 0,0432$$

$$X_{new_{2,2}} = 8,9498 + -1 \cdot 6 \cdot 0,0432 \cdot 8,9498 + -1 \cdot 0,4987 \cdot 1,9604 \cdot 49,2807 \cdot |\cos(2 \cdot \pi \cdot 0,6704) \cdot (1 - \cos(2 \cdot \pi \cdot 0,1264))| = -0,2823$$

$$X = \begin{bmatrix} -20,8694 & 8,9498 \\ 67,1736 & -40,3308 \end{bmatrix}$$
$$X_{new} = \begin{bmatrix} -20,8694 & 8,9498 \\ -3,1096 & -0,2823 \end{bmatrix}$$
$$ResultX = \begin{bmatrix} -20,8694 & 8,9498 \\ -3,1096 & -0,2823 \end{bmatrix}$$

HBA: Ejemplo práctico - validación restricciones

Restricción: $x_1, x_2 \in [-100, 100]$

Soluciones obtenidas en la iteración 2:

ind 1: $[-20.8694, 8.9498]$, infactibles: 0

ind 2: $[-3.1096, -0.2823]$, infactibles: 0

Reparación de soluciones:

ind 1: $[-20.8694, 8.9498]$ / fitness: 515.6335

ind 2: $[-3.1096, -0.2823]$ / fitness: 9.7492

Mejor solución:

ind 2: $[-3.1096, -0.2823]$ / fitness: 9.7492

HBA: Ejemplo práctico - iter 100

Ecuaciones generales de la iteración 100:

$$\alpha = C \cdot \exp^{\frac{-t}{\text{maxIter}}}$$

Ecuación general HBA:

$$\alpha = 2 \cdot \exp^{\frac{-2}{100}} = 0,7357588823428847$$

$$r_6 = \text{random}() = 0,5026$$

$$r_6 > 0,5$$

$$0,5026 > 0,5 \rightarrow F = -1$$

$$r = \text{random}() = 0,7659$$

$$r \geq 0,5$$

$$0,7659 \geq 0,5$$

$$r_7 = \text{random}() = 0,9321$$

$$d_i = Best_j - X_{i,j}$$

$$X_{new} = Best_j + F \cdot r_7 \cdot \alpha \cdot d_i$$

$$d_i = -0,0001 + 0,0002 = 0,0000$$

$$X_{new} = -0,0001 - 1 \cdot 0,9321 \cdot 0,7358 \cdot 0,0000 = -0,0001$$

$$d_i = Best_j - X_{i,j}$$

$$x_{new} = Best_j + F \cdot r_7 \cdot \alpha \cdot d_i$$

$$d_i = -0,0001 + 0,0002 = 0,0000$$

$$x_{new} = -0,0001 - 1 \cdot 0,9321 \cdot 0,7358 \cdot 0,0000 = -0,0001$$

$$X = \begin{bmatrix} -1,5335e^{-04} & -7,2374e^{-05} \\ -1,1270e^{-04} & -5,3190e^{-05} \end{bmatrix}$$

$$X_{new} = \begin{bmatrix} -1,4058e^{-04} & -6,6346e^{-05} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$ResultX = \begin{bmatrix} -1,4058e^{-04} & -6,6346e^{-05} \\ -1,1270e^{-04} & -5,3190e^{-05} \end{bmatrix}$$

$r_6 = \text{random}() = 0,9447$

$r_6 > 0,5$

$0,9447 > 0,5 \rightarrow F = -1$

$r = \text{random}() = 0,3451$

$r < 0,5$

$0,3451 < 0,5$

$r_2 = \text{random}() = 0,0150$

$r_3 = \text{random}() = 0,8024$

$r_4 = \text{random}() = 0,7061$

$r_5 = \text{random}() = 0,1733$

HBA: Ejemplo práctico - iter 100 - ind 2 - dim 1

$$d_j = Best_j - X_{i,j}$$

$$r < 0,5 \rightarrow 0,3451 < 0,5$$

$$S = (X_{i,j} - X_{i,j})^2$$

$$l_i = r_2 \cdot \frac{S}{4\pi d_i^2}$$

$$X_{new} = Best_j + F \cdot \beta \cdot l \cdot Best_j + F \cdot r_3 \cdot \alpha \cdot d_j \cdot |\cos(2\pi r_4) \cdot [1 - \cos(2\pi r_5)]|$$

$$d_j = -0,0001 + 0,0001 = 0,0000$$

$$S = (-0,0001 + 0,0001)^2 = 0,0000$$

$$l_2 = 0,0150 \cdot \frac{0,0000}{4 \cdot \pi \cdot (0,0000 + 2,2204e-16)^2} = 18858169109602217984,0000$$

$$X_{new_{2,1}} = -0,0001 + -1 \cdot 6 \cdot 18858169109602217984,0000 \cdot -0,0001 - 1 \cdot 0,8024 \cdot 0,7358 \cdot 0,0000 \cdot |\cos(2 \cdot \pi \cdot 0,7061) \cdot (1 - \cos(2 \cdot \pi \cdot 0,1733))| = 12752288824325398,0000$$

HBA: Ejemplo práctico - iter 100 - ind 2 - dim 2

$$d_i = Best_j - X_{i,j}$$

$$r < 0,5 \rightarrow 0,3451 < 0,5$$

$$S = (X_{i,j} - X_{i,j})^2$$

$$l_i = r_2 \cdot \frac{S}{4\pi d_i^2}$$

$$X_{new} = Best_j + F \cdot \beta \cdot l \cdot Best_j + F \cdot r_3 \cdot \alpha \cdot d_i \cdot |\cos(2\pi r_4) \cdot [1 - \cos(2\pi r_5)]|$$

$$d_i = -0,0001 + 0,0001 = 0,0000$$

$$S = (-0,0001 + 0,0001)^2 = 0,0000$$

$$l_2 = 0,0150 \cdot \frac{0,0000}{4 \cdot \pi \cdot (0,0000 + 2,2204e-16)^2} = 4200417135310280704,0000$$

$$X_{new_{2,2}} = -0,0001 + -1 \cdot 6 \cdot 4200417135310280704,0000 \cdot -0,0001 - 1 \cdot 0,8024 \cdot 0,7358 \cdot 0,0000 \cdot |\cos(2 \cdot \pi \cdot 0,7061) \cdot (1 - \cos(2 \cdot \pi \cdot 0,1733))| = 1340532921073183,7500$$

$$X = \begin{bmatrix} -1,4058e^{-04} & -6,6346e^{-05} \\ -1,1270e^{-04} & -5,3190e^{-05} \end{bmatrix}$$

$$X_{new} = \begin{bmatrix} -1,4058e^{-04} & -6,6346e^{-05} \\ 1,2752e^{16} & 1,3405e^{15} \end{bmatrix}$$

$$ResultX = \begin{bmatrix} -1,4058e^{-04} & -6,6346e^{-05} \\ -1,1270e^{-04} & -5,3190e^{-05} \end{bmatrix}$$

HBA: Ejemplo práctico - validación restricciones

Restricción: $x_1, x_2 \in [-100, 100]$

Soluciones obtenidas en la iteración 100:

ind 1: $[-1.4058e-04, -6.6346e-05]$, infactibles: 0

ind 2: $[-1.127e-04, -5.319e-05]$, infactibles: 0

Reparación de soluciones:

ind 1: $[-1.4058e-04, -6.6346e-05]$ / fitness: 0.0000

ind 2: $[-1.127e-04, -5.319e-05]$ / fitness: 0.0000

Mejor solución:

ind 2: $[-1.127e-04, -5.319e-05]$ / fitness: 0.0000