

Artificial Lemming Algorithm (ALA)

Pardo. M, Pérez. J, Saldivia. J, Sandoval. S

29 de agosto de 2025

Contenido

- 1 Introducción
- 2 Inicialización
- 3 Estructura
- 4 Diagramas y Pseudocódigo
- 5 Aplicaciones en la vida real
- 6 Conclusiones

Artificial Lemming Algorithm

- Desarrollado por Yaning Xiao, Hao Cui, Ruba Abu Khurma, Pedro A. Castillo
- Es una metaheurística basada en el comportamiento biológico de los Lemmings
- Se inspira en cuatro conductas claves: Migración a larga distancia, Excavación de madrigueras, Forrajeo de alimento y Evasión de depredadores
- Sus soluciones iniciales se generan aleatoriamente y el algoritmo equilibra exploración y explotación mediante un factor de energía decreciente
- Incorpora técnicas como movimiento browniano y vuelo de Lévy para mejorar la diversidad y evitar óptimos locales

Inicialización

- La población inicial se genera de manera aleatoria dentro de los límites del problema.
- Cada individuo representa una posible solución en un espacio de dimensión d .
- Esta diversidad inicial permite cubrir de forma amplia el espacio de búsqueda.

$$\vec{Z} = \begin{bmatrix} z_{1,1} & z_{1,2} & \dots & z_{1,Dim-1} & z_{1,Dim} \\ z_{2,1} & z_{2,2} & \dots & z_{2,Dim-1} & z_{2,Dim} \\ \dots & \dots & z_{i,j} & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ z_{N-1,1} & z_{N-1,2} & \dots & z_{N-1,Dim-1} & z_{N-1,Dim} \\ z_{N,1} & z_{N,2} & \dots & z_{N,Dim-1} & z_{N,Dim} \end{bmatrix}$$

Matriz de soluciones iniciales (Eq. 3)

$$z_{i,j} = LB_j + rand \times (UB_j - LB_j)$$

Con $rand$ entre $[0,1]$ y LB_j , UB_j límites superior e inferior (Eq. 4)

Estructura general

Exploración, Explotación y Energía

- El ALA combina 4 comportamientos de los lemmings → 2 de exploración y 2 de explotación
- La elección depende del factor de energía $E(t)$
- Si $E > 1$: Exploración
- Si $E \leq 1$: Explotación
- El factor de energía decrece con las iteraciones, permitiendo una transición natural entre fases

$$E(t) = 4 \times \arctan\left(1 - \frac{t}{T_{\max}}\right) \times \ln\left(\frac{1}{rand}\right) \quad (17)$$

Migración a larga distancia

- Cuando hay escasez de recursos, los lemmings realizan migraciones largas y aleatorias.
- Cada agente combina su posición actual, un individuo aleatorio y un ruido browniano → lo que permite explorar nuevas zonas.
- La dirección y la distancia de la migración no son estáticas.

$$\vec{Z}_i(t+1) = \vec{Z}_{best}(t) + F \times \overrightarrow{BM} \times \left(\vec{R} \times (\vec{Z}_{best}(t) - \vec{Z}_i(t)) + (1 - \vec{R}) \times (\vec{Z}_i(t) - \vec{Z}_a(t)) \right) \quad (5)$$

Excavar madrigueras

- Los lemming excavan nuevas madrigueras de forma aleatoria basándose en su ubicación actual y en la posición de individuos aleatorios de la población
- Se regula a través de L y F la profundidad y sentido del túnel

$$\vec{Z}_i(t+1) = \vec{Z}_i(t) + F \times L \times (\vec{Z}_{best}(t) - \vec{Z}_i(t)) \quad (9)$$

Forrajeo de comida

- Los lemmings se mueven aleatoriamente dentro de su área de forrajeo para encontrar fuentes de comida, utilizando su agudo sentido del olfato y oído.
- El área de forrajeo se establece dependiendo de la abundancia de alimentos y la distancia de la solución óptima encontrada previamente.

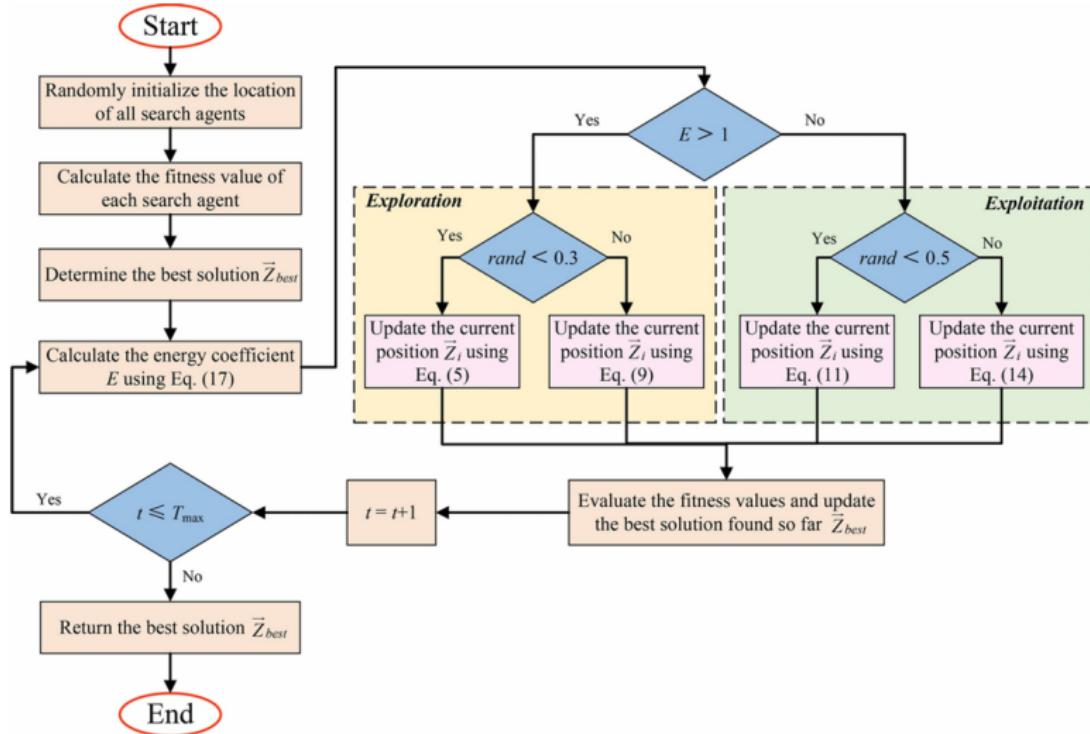
$$\vec{Z}_i(t+1) = \vec{Z}_{best}(t) + F \times \text{spiral} \times \text{rand} \times \vec{Z}_i(t) \quad (11)$$

Evadir depredadores

- Cuando los lemmings se enfrentan a un depredador, utilizan su agilidad para huir hacia la madriguera.
- Realizan maniobras engañosas utilizando el vuelo de Lévy para evitar la persecución y escapar hacia un punto seguro.

$$\vec{Z}_i(t+1) = \vec{Z}_{best}(t) + F \times G \times \text{Levy}(\text{Dim}) \times (\vec{Z}_{best}(t) - \vec{Z}_i(t)) \quad (14)$$

Diagrama de flujo



Pseudocódigo

```
Input:  $T_{\max}$  (máx. iteraciones),  $N$  (tamaño de población),  $Dim$  (dimensión)
Output:  $\vec{Z}_{best}$  y  $fitness_{best}$ 
1 Inicializar aleatoriamente posiciones  $\vec{Z}_i$  ( $i = 1, \dots, N$ )
2 Evaluar el fitness de todos los individuos
3 Guardar la mejor solución actual  $\vec{Z}_{best}$ 
4  $t = 1$ 
5 while  $t \leq T_{\max}$  do
6   Calcular  $E$  usando Ec. (17)
7   for cada individuo  $\vec{Z}_i$  do
8     if  $E > 1$  then
9       Fase de Exploración
10      if  $rand < 0.3$  then
11        Actualizar  $\vec{Z}_i$  con Ec. (5)
12      else
13        Actualizar  $\vec{Z}_i$  con Ec. (9)
14      end
15    else
16      Fase de Explotación
17      if  $rand < 0.5$  then
18        Actualizar  $\vec{Z}_i$  con Ec. (11)
19      else
20        Actualizar  $\vec{Z}_i$  con Ec. (14)
21      end
22    end
23  end
24  Recalcular fitness de todos los individuos
25  Actualizar la mejor solución  $\vec{Z}_{best}$ 
26   $t = t + 1$ 
27 end
```

Aplicaciones en la vida real

Diseño de ingeniería industrial

Para optimizar estructuras y componentes mecánicos.
Ej: Mejoras en diseños de automóviles



Energía fotovoltaica

Mejora la eficacia de los paneles solares.

Modelos evaluados:

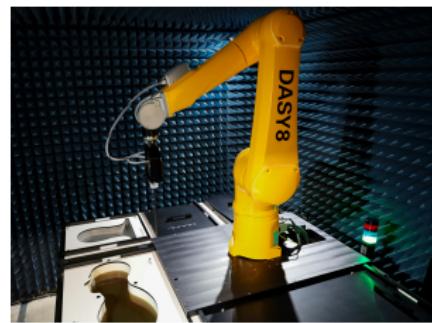
- Uno o dos diodos
- Modelo PV



Controladores FOPID

Para ajustar automáticamente los parámetros en controladores avanzados.

- Robótica
- Aeroespacial
- A. Industrial



Conclusión

- ALA emula los comportamientos naturales de los lemmings: migración, excavación de madrigueras, forrajeo de alimentos y evasión de depredadores.
- El algoritmo inicia explorando amplias soluciones y, a medida que avanza, se enfoca en mejorar las mejores encontradas, gracias a un ajuste dinámico de energía.
- Vuelo de Lévy y movimiento browniano permiten una búsqueda más eficiente y evitan óptimos locales.
- El ALA equilibra de forma eficiente la exploración y explotación, lo que lo hace altamente efectivo en problemas de optimización complejos, ajustando su estrategia a lo largo de las iteraciones.