




ÍNDICE



INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA COMPUTACIONAL (CI)

La Inteligencia Computacional (CI) es un campo interdisciplinario que combina teorías científicas y técnicas para desarrollar sistemas inteligentes. Desde su formalización en 1954 por el IEE, ha sido aplicada en numerosas áreas, logrando resolver problemas complejos mediante enfoques innovadores como redes neuronales, algoritmos evolutivos y técnicas de optimización.

Características principales:

- Resolución de problemas complejos.
- Aplicación en investigación científica y desarrollo tecnológico.
- Creación de sistemas adaptativos y autónomos.



- **2. SHUFFLED FROG LEAPING ALGORITHM (SFLA)**
 - Creador: Yasuli y Liansay (2003)
 - Inspiración: Movimientos y saltos de ranas
 - Enfoque: Optimización de problemas discreto
- **2. FROG CALLING ALGORITHM (FCA)**
 - Creador: Mutozono et al. (2012)
 - Inspiración: Comportamiento de llamado de ranas
 - Enfoque: Eficiencia energética en redes de sensores



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Bases Computacionales

- Algoritmos heurísticos
- Optimización por enjambre de partículas
- Evaluación poblacional

Principios de Diseño

- Población inicial aleatoria
- División en "memplexes"
- Evolución independiente de subgrupos
- Intercambio de información entre soluciones

SHUFFLED FROG LEAPING ALGORITHM (SFLA)

El algoritmo de salto de rana arrastrosa (SFLA) es un algoritmo de búsqueda cooperativa basado en el comportamiento social de las ranas. Combina ideas de algoritmos evolutivos y optimización por enjambre para mejorar soluciones en problemas de gran escala.

En SFLA, las soluciones se agrupan en subpoblaciones llamadas "memepres", que evolucionan de manera independiente. Las ranas mejor calificadas son guías para las mejores, mejorando continuamente sus posiciones en el espacio de búsqueda.



ALGORITMO ORIGINAL

Una población de ranas vive en un pantano o estanque, y hay muchas piedras discretas para que los ranos salten cuando busquen comida.

A los individuos de rana se les permite comunicarse entre sí, para mejorar su propia dirección de salto y tamaño de paso.

La población de ranos se divide en varios memplexes conel tamaño.

FUNDAMENTOS DEL SFLA

El SFLA utiliza una población de soluciones candidatas como "ranas", *representadas* por vectores multidimensionales. a población se divide en grupos llamados "memepiles", los cuales evolucionan independientemente. Dentro de cada memepile, las ranas intercambian información para mejorar sus posiciones.

El proceso se basa en las siguientes pasos:

- Creación de una población inicial
- División en subgrupos (memepiles).
- Mejora continua de la peor rana utilizando información de la mejor de la memepile o de la población total.
- Reorganización de las memepiles y repetición del proceso.

PASOS DEL ALGORITMO SFLL

La estrategia de meta exploración del algoritmo SFLL se resume en las dos etapas principales de explotación global y explotación local de acuerdo con los siguientes pasos.

Etapas de explotación global

- Paso 1. Inicializar

Se selecciona M, n , λ representa el número de memeplex y n representa el número de veces en cada memeplex por lo que el tamaño total de la población del algoritmo se obtiene mediante la relación $P = m \times n$.

PASOS DEL ALGORITMO SFIA

- Pasa 7 Producción de la población virtual

Se genera aleatoriamente una población virtual de t años diferentes en el espacio D -dimensional factible. Cada rana representa una solución candidata a un problema de optimización Y des del número de variables de decisión. Por lo tanto, en i ,

- La rana se expresa mediante un vector $\vec{f}_i = (f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{in})$
- Cada rana tiene un valor de aptitud asociado J_i que mide el rendimiento de la rana.



PASOS DEL ALGORITMO SFLA

- Paso 3: Clasificación y clasificación de las ranas

Almacena las ranas en orden descendente de acuerdo con sus métricas en la matriz $X = \{x(i), f(i)\} \text{ and } i = 1, \dots, P\}$. Registre la posición de la mejor rana P_b de la población. ($p_b = P_b(f)$).

PASES DEL ALGORITMO SFIA

• Fase A: Divide las ranas en memeplexes

LUNES 10 de mayo "Y por cada uno de ellas cuentan n ranas. Todas la población se divide en m memeplexes (comunidades) $(Y/L_m, \dots, Y/L_m)$, cada uno de las cuales cuentan n ranas (el caso: $F = m \times n$), así que

$$Y^0 = [Y^0_1, Y^0_2, \dots, Y^0_m] = Y^0_{L_m} = [Y^0_{L_m,1}, Y^0_{L_m,2}, \dots, Y^0_{L_m,n}], \quad j = 1, \dots, m, \quad k = 1, \dots, n$$

• Se registra la una con el mejor valor de aptitud físico como U_j en toda la población.

PASOS DEL ALGORITMO SFLLA

- Paso 5: Evolución de la métrica en cada memplex
Cada memplex W_k , $k = 1, 2, 3, \dots, m$, es desarrollado por el algoritmo de salto de rana de biológico local que se describe a continuación.
- Paso 6: Combinar memplex
Después de que haya tenido lugar un cierto número de evolución métrica en cada memplex, calcola los memplex $\{Y_1, \dots, Y_m\}$ en X de modo que se establezca la relación $X = \bigcup_{k=1}^m Y_k$, $k = 1, 2, \dots, m$. A continuación, actualice la mejor posición de la población (p_n).

PASOS DEL ALGORITMO SFLA

- Paso 7: Estudio de convergencia
 Deléngase si se cumplen las condiciones de convergencia. Si lo contrario, vaya al cuarto paso de la búsqueda global.

Global



Local



PASES DEL ALGORITMO SFLL

En la quinta etapa de la búsqueda global, la evolución de los memplex han resistido (se forma independiente) N veces. Una vez que los memplex han evolucionado, el algoritmo vuelve a la búsqueda global para completar la combinación. A continuación se describen los detalles de la búsqueda local en cada memplex.

Etapas de exploración local

- Paso 1: Inicialización
Establezco $im \leftarrow 0$ y $ic \leftarrow 0$, en cuenta el número de memplex $\#N$ cuanto el número de pasos de evolución.
- Paso 2: $1 \leq im \leq N$
- Paso 3: $1 \leq ic \leq N$
- Paso 4: Crear un submemplex

PASOS DEL ALGORITMO SFLA

El objetivo de las ranas es moverse a posiciones óptimas mejorando sus memes. El método de selección de submemplex consiste en asignar más pesos a las ranas con mayor rendimiento y pesos más bajos a las ranas con valores de rendimiento más bajos. Los pesos se asignan mediante una distribución de probabilidad triangular, $P_i = \frac{(P_i(n+1) - P_i(n-1))}{(P_i(n+1) + P_i(n-1))}$, $i = 1, \dots, N$. Para construir la matriz Z del submemplex, se seleccionan al azar q ranas de cada una de las n ranas de cada memplex. Las que están en el submemplex se denotan por PB y PW, respectivamente.



PASOS DEL ALGORITMO SFLA

• Paso 5: Corrige la posición de la peor rana.
La nueva posición de la peor rana en el submemplex (rana con el peor rendimiento) se calcula mediante la relación $U(q) = S + PW \cdot S$ es el tamaño del paso (velocidad de salto) de la rana, y se obtiene:
Si la nueva posición es mejor que la anterior, reemplaza la nueva $U(q)$ por la antigua $U(q)$ y vaya al paso 6 de la búsqueda local. De lo contrario, vaya al paso 6 de la búsqueda local.

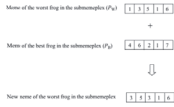
$$\text{Step size } S = \min(\text{rand}() \cdot P_{\text{max}} - P_{\text{min}}, S_{\text{min}}) \quad \text{for a positive step,}$$
$$= \max(\text{rand}() \cdot P_{\text{max}} - P_{\text{min}}, -S_{\text{min}}) \quad \text{for a negative step.}$$

PASOS DEL ALGORITMO SFLA

• Paso 6: Calcule el tamaño del paso con PK.
Si no se obtiene un resultado mejor en el paso 5, entonces el tamaño del paso de la rana se calcula utilizando la siguiente ecuación:
Y la nueva posición $U(q)$ se calcula mediante la relación $U(q) = S + PW \cdot S$. Si $U(q)$ está dentro del espacio posible, se calcula el valor de la nueva eficiencia $f(q)$. Si $f(q)$ es mejor que el anterior, entonces reemplaza el nuevo $U(q)$ por el anterior $U(q)$ y vaya al octavo paso de la búsqueda local. De lo contrario, vaya al séptimo paso de la búsqueda local.

Divida la matriz X en Y para que cada uno de ellos contenga n ranas. Toda la población se divide en m memplexes (comunidades) y (Y, Z)... Ym, cada uno de los cuales contiene n ranas (es decir, $F = m \times n$), lo que

PASOS DEL ALGORITMO SFLA



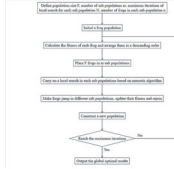
PASOS DEL ALGORITMO SFLA

• Paso 7: Censura
Si la nueva posición no está en el área alcanzable o no es mejor que la posición anterior, se genera aleatoriamente una nueva rana (i) en una ubicación disponible y reemplaza a una rana cuya nueva posición ni es adecuada para avanzar. Calcule $f(i)$ y establezca $U(q)$ igual a i y $f(q)$ igual a $f(i)$.
• Paso 8: Actualizar memplex.
Después del cambio mimético de las peores ranas en el submemplex, coloque las ranas en la Z en su posición original en Ym. Ordene Ym en orden descendente de rendimiento.

PASOS DEL ALGORITMO SFLA

• Paso 9: Si $N > N_{\text{lim}}$, vaya a la búsqueda local del paso tres.
• Paso 10: Si $m > M_{\text{lim}}$, vaya al primer paso de la búsqueda local. De lo contrario, vuelva a la búsqueda global para combinar memplex.

DIAGRAMA DE FLUJO DE SFLA



PARÁMETROS

Los parámetros principales del SFLA son:

- Número de ranas F
- Número de memplexes m
- Número de ranas en cada memplex n
- Número de ranas en cada submemplex q
- Número máximo de búsqueda local de iteraciones evolutivas lmax antes de borrarla.

El último parámetro son los criterios de parada del algoritmo. Puede ser el número máximo de iteraciones de búsqueda global (maxima la precisión de la solución).

APLICACIONES DEL SFLA

El SFLA ha sido utilizado con éxito en diversas áreas debido a su capacidad para resolver problemas complejos con múltiples restricciones. Algunos casos de uso incluyen:

- Optimización de Recursos Hídricos: Diseño de redes de distribución de agua.
- Gestión de Proyectos: Optimización de cronogramas y asignación de tareas.
- Sistemas Eléctricos: Diseño de controladores y gestión de redes eléctricas.
- Robótica: Control de robots autónomos para tareas específicas.

FROG CALLING ALGORITHM (FCA)

El Frog Calling Algorithm (FCA) está inspirado en el comportamiento de las ranas japonesas al emitir llamadas para atraer pareja o defender territorio. Este algoritmo es ideal para aplicaciones de redes de comunicación, especialmente en redes de sensores inalámbricos, donde se requiere comunicación eficiente y de bajo consumo energético.



FUNDAMENTOS DEL FCA

El FCA utiliza tres factores principales para regular el comportamiento de las ranas virtuales:

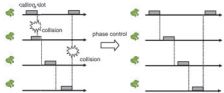
- 1.Territorio:** Verifica si hay otras ranas llamando en el mismo rango.
- 2.Competencia:** Evalúa la competencia con otras ranas cercanas.
- 3.Tamaño Corporal:** Las ranas más pequeñas optan por descansar para evitar conflictos y ahorrar energía.

FUNDAMENTOS DEL FCA

La rana emite un sonido durante un tiempo determinado y luego se queda en silencio antes de repetir el llamado. Si dos o más ranas macho emiten un llamado al azar, sus llamados pueden superponerse. En tal caso, los llamados interfieren entre sí y la rana hembra (la pareja de apareamiento) no puede distinguir entre los que emiten el llamado. Por lo tanto, cada rana macho cambia el ritmo de sus llamados escuchando los llamados de otras ranas para evitar tal superposición. Una vez que todas las ranas establecen este patrón de interacción, se logra la alternancia de llamados sin interferencias dentro del grupo.



FUNDAMENTOS DEL FCA



Esquema del control de fase que reduce la ocurrencia de fallos de transmisión al ajustar el tiempo de transmisión.

CONTROL DEL SUEÑO BASADO EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS SATELITES DE LAS RAMAS

A continuación, explicamos nuestro método de control del sueño propuesto, que está inspirado en el comportamiento satelital de las ranas. Cuando analizamos los detalles del comportamiento satelital, consideramos los siguientes tres factores:

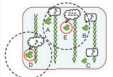
- Territorio.
- Número de ranas competidoras en el área.
- Tamaño corporal.

FACTORES DEL FCA

- Teniendo en cuenta estos tres factores, la rana decide si adopta el comportamiento satelital.
- Explicamos cada condición para la decisión en la figura los círculos rojos representan las ranas objetivo que están considerando su comportamiento, y sus líneas punteadas indican sus respectivos territorios.
- Las ranas se encuentran en un estado y se supone que cada rana puede escuchar el llamado de todas las demás ranas.

FACTORES DEL FCA

Las ranas (denominadas A, B y C) ya están cantando y otras dos ranas están evaluando el entorno. La rana D de la izquierda primero comprueba que en su territorio no hay ninguna rana cantando, luego comprueba que el número de ranas cantando en el arroyo no sea excesivamente grande y luego comienza a producir cantos. Por otro lado, la rana E de la derecha adopta un comportamiento satelital cuando encuentra otras dos ranas (A y B) cantando en su territorio.



FACTORES DEL FCA

2. Aparece una nueva rana grande F y evalúa su entorno. Encuentra a la rana C cantando en su territorio. Sin embargo, después de comparar el tamaño de sus cuerpos, concluye que la probabilidad de ganar la competencia es grande y comienza a cantar. Nos referimos a este comportamiento como intercepción.



FACTORES DEL FCA

3. La rana pequeña C detecta la presencia de una rana más fuerte en su territorio y adapta un comportamiento satélite para evitar competir.



FACTORES DEL FCA

(a) Esquema del control del sueño. Los círculos rojos indican las ranas objetivo y las líneas de puntos indican sus respectivos territorios. Cada rana se la figura está dibujada a escala para mostrar su tamaño del cuerpo. (Para la interpretación de las referencias al color en la leyenda de esta figura, véa remite al lector a la versión web de este artículo).



APLICACIONES DEL FCA

El FCA se utiliza principalmente en redes de sensores inalámbricos para mejorar la eficiencia energética y la gestión de datos. Sus aplicaciones incluyen:

- Gestión de Redes de Sensores: Extiende la vida útil de las redes mediante la comunicación eficiente.
- Monitoreo Ambiental: Transmisión de datos en zonas remotas.
- Sistemas de Alerta Temprana: Uso en sistemas de seguridad y vigilancia.



COMPARACIÓN ENTRE SFLA Y FCA

Aspecto	SFLA	FCA
Inspiración Biológica	Comportamiento social de las ranas	Llamadas de ranas japonesas
Objetivo Principal	Optimización de soluciones	Comunicación eficiente
Aplicaciones	Ingeniería, gestión de proyectos	Redes de sensores inalámbricos
Enfoque	Evaluación social colaborativa	Comunicación autónoma descentralizada.

CONCLUSIÓN

Los algoritmos inspirados en ranas representan enfoques innovadores dentro de la Inteligencia Computacional.

- El SFLA ha demostrado ser una herramienta poderosa en problemas complejos de optimización.
- El FCA destaca por su capacidad para mejorar la gestión de redes de comunicación.
- Ambos algoritmos combinan conceptos biológicos y matemáticos para desarrollar soluciones eficientes y adaptativas.

REFERENCIAS

- Xing, B., & Gao, W.-J. (2014). Innovative Computational Intelligence: A Rough Guide to 134 Clever Algorithms. Springer International Publishing.
- Eusuff, M. M., & Lansey, K. E. (2003). Optimization of Water Distribution Network Design Using the Shuffled Frog Leaping Algorithm.
- Mutozono, A., Sugano, M., & Murata, M. (2012). Energy Efficient Self-Organizing Control for Wireless Sensor Networks Inspired by Calling Behavior of Frogs.

GRACIAS

