

Evolución Diferencial

La Evolución Diferencial es una rama de la computación evolutiva desarrollada por Rainer Storn y Kenneth Price en 1995 para optimización en espacios continuos, como una técnica eficaz para resolver problemas de optimización en espacios multidimensionales reales. Es un algoritmo de optimización estocástico inspirado en los procesos de evolución biológica

La evolución diferencial pertenece a la familia de los algoritmos evolutivos, los cuales utilizan principios de selección natural y genética. A diferencia de otros algoritmos como los genéticos, DE emplea una estrategia basada en la diferencia de vectores para explorar el espacio de búsqueda.

La evolución diferencial tiene distintos componentes clave, los cuales son:

Población Inicial:

Se genera aleatoriamente un conjunto de soluciones candidatas (vectores), cada una representando una posible solución al problema.

Mutación:

Para cada individuo de la población, se genera un vector mutado combinando otros tres vectores aleatorios. Esto se logra mediante la fórmula:

$$V_i = X_{r1} + F * (X_{r2} - X_{r3})$$

donde X_{r1}, X_{r2}, X_{r3} son vectores distintos seleccionados aleatoriamente, y F es un factor de escala.

Recombinación (Cruce):

Se crea un vector de prueba combinando el vector mutado y el original, siguiendo una tasa de cruce CR .

Selección:

Se compara el vector de prueba con el original, y se conserva el que tenga mejor rendimiento según la función objetivo.

Ventajas de la Evolución Diferencial

- Fácil de implementar
- Requiere pocos parámetros
- Eficiente para problemas con múltiples mínimos locales
- Capacidad de manejar funciones no derivables o ruidosas

Aplicaciones

- Optimización de funciones matemáticas complejas
- Diseño de redes neuronales
- Control automático
- Ingeniería mecánica y electrónica
- Machine Learning y Deep Learning

Manejo de las condiciones de contorno

En problemas de límites restringidos, los valores de los parámetros deben estar dentro de sus rangos permitidos después de la reproducción. Para garantizar esto, los valores de parámetro que infringen las restricciones de límite se reemplazan por valores aleatorios generados dentro del rango factible.

Control de restricciones

Los métodos de función de penalización se aplican con DE para manejar funciones de restricción. En su forma más simple, el valor de la función $f'(X)$ que debe ser minimizado por DE se puede calcular penalizando la función objetivo con una suma ponderada de violaciones de restricción.

$$f'(X) = f(X) + \sum_{j=1}^m w_j \cdot \max(0, g_j(x))$$

El enfoque de la función de penalización convierte un problema restringido en uno no restringido. Aquí se usa $f'(X)$ en lugar de $f(X)$ como función objetivo.

El inconveniente del algoritmo DE original es que el problema de optimización debe tener parámetros continuos y el usuario tiene que establecer parámetros de búsqueda adicionales.

DE restringido

Lampinen y Zelinka propusieron una extensión del algoritmo DE para la optimización de discretos mixtos, incluyendo los métodos necesarios para manejar parámetros discretos y de valores enteros. Desarrollaron un método eficaz de manejo de restricciones, que no requiere que el usuario establezca ningún parámetro de búsqueda adicional, excepto proporcionar las funciones de restricción al programar la función de evaluación.

Conclusión

La Evolución Diferencial es un método basado en la población para problemas de optimización global. La DE es de naturaleza estocástica y, por lo tanto, puede buscar grandes áreas de espacio candidato, pero a menudo requiere un mayor número de evaluaciones de funciones. El DE restringido resuelve este problema hasta cierto punto. La ED converge más rápido que los algoritmos evolutivos convencionales, pero estos mínimos podrían no ser los óptimos globales. Por lo tanto, DE debe aplicarse cuando el problema de optimización tiene solo uno o pocos mínimos locales.