

Métodos evolutivos de Optimización

Prof. Cesar de Prada
Dpto. Ingeniería de Sistemas
y Automática
Universidad de Valladolid



Indice

- Introducción
- Método de Montecarlo
- Algoritmos genéticos
- Tabú Search
- Simulated Annealing

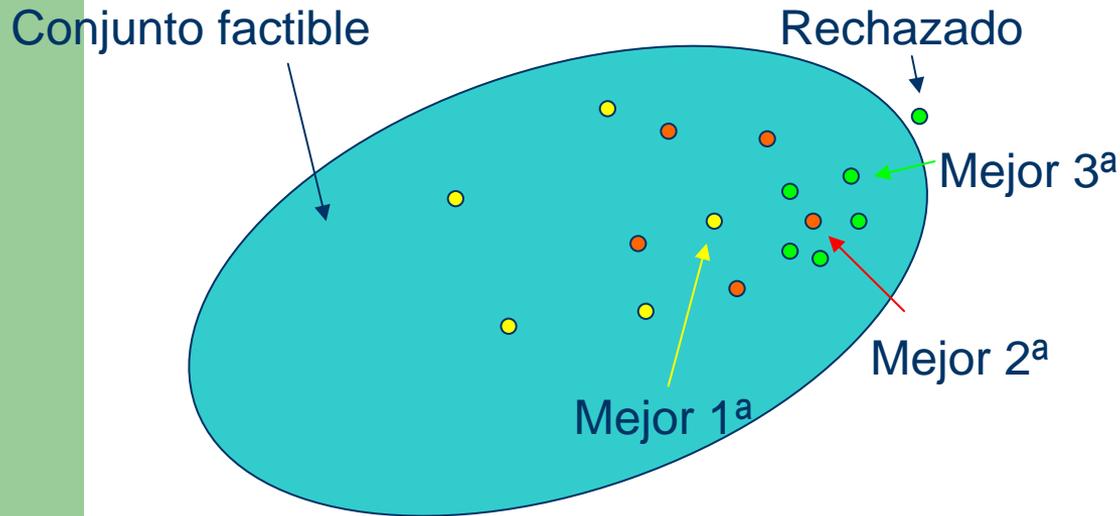
Métodos evolutivos

- Las técnicas de búsqueda de la solución se basan en decisiones más o menos aleatorias inspiradas en la naturaleza
- Algunos métodos están orientados a trabajar con poblaciones. Otras búsquedas de direcciones se basan en fenómenos físicos
- Los métodos basados en poblaciones trabajan simultáneamente con algunos individuos (candidatos a soluciones) que se seleccionan en diferentes etapas por medios de algunas reglas de selección.
- En cada generación, la población conserva los mejores y genera nuevos individuos en áreas alejadas para evitar en lo posible los mínimos locales.
- En este sentido pueden ser métodos globales
- La selección y generación de individuos se hace por distintos métodos, principalmente estocásticos.
- Diversas familias: GA, TS, SA,...

Métodos evolutivos

- Suelen estar basados en evaluaciones de la función y no en sus derivadas, lo que facilita su uso en problemas no derivables.
- Las restricciones son mas difíciles de tratar y normalmente deben implementarse como funciones de penalización
- Pueden ser mas lentos que los métodos deterministas pero dan la posibilidad de alcanzar un óptimo global.
- No adecuados para gran número de variables

Método de Montecarlo

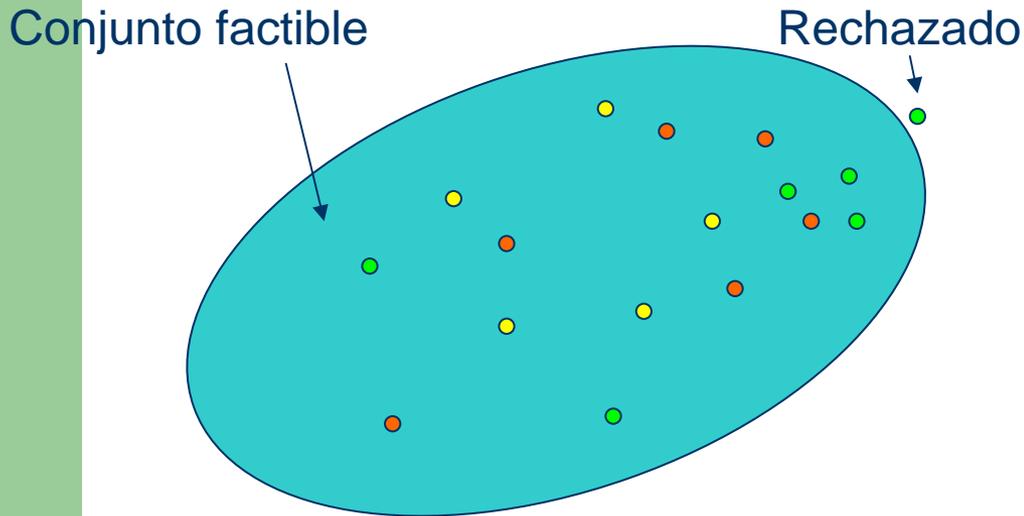


- Primera generación
- Segunda generación
- Tercera generación

Optimos
locales

- 1 Generar candidatos x_i aleatoriamente y evaluar $J(x_i)$
- 2 Escoger el mejor. Generar nuevos candidatos en un espacio mas reducido en torno al mejor candidato de la generación anterior
- 3 Continuar hasta que se cumpla la condición de terminación

Algoritmos evolutivos



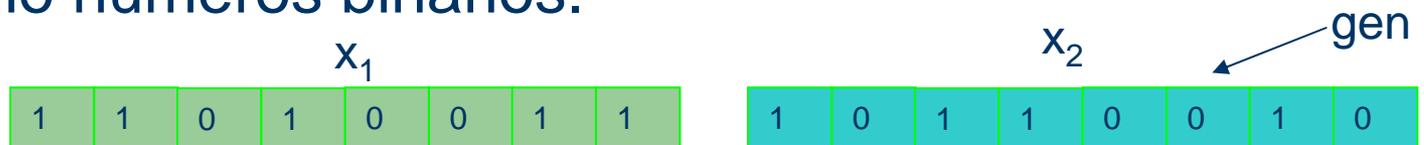
- Primera generación
- Segunda generación
- Tercera generación

Tiende a evitar óptimos locales

- 1 Generar candidatos x_i aleatoriamente y evaluar $J(x_i)$
- 2 Usar una regla de selección. Generar nuevos candidatos de forma que siempre haya algunos alejados de los mejores
- 3 Continuar hasta que se cumpla la condición de terminación

Algoritmos genéticos

- Los individuos (Posibles soluciones x_i) se codifican como números binarios.



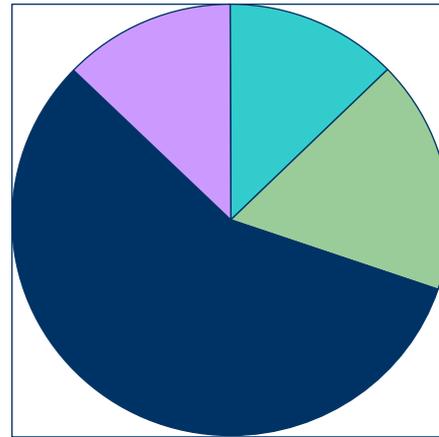
- A cada individuo se le asigna un valor relacionado con la función de coste (Fitness cost) (y de penalización)
- Se usan mecanismos copiados de la genética para determinar como obtener una generación a partir de la anterior.
- Mecanismos de selección, cruce y mutación.

Selección

Los individuos que se pueden conservar para la siguiente generación se seleccionan con probabilidades que dependen de su función de coste.

$$P(x_i) = \frac{J(x_i)}{\sum_{i=1}^N J(x_i)}$$

Normalmente siempre se conserva, además, el mejor de una generación para la siguiente

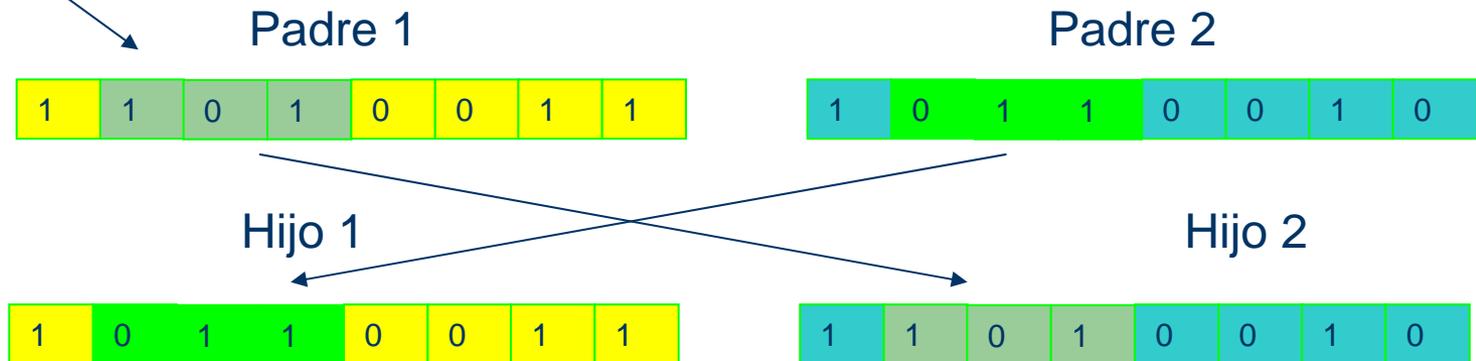


Area proporcional a la función de coste y juego de dardos

Cruce

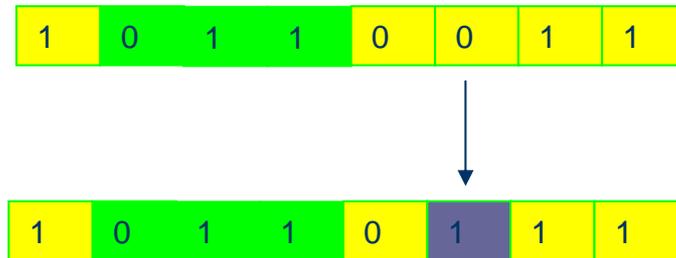
Con los individuos seleccionados, se generan nuevos individuos cruzando genéticamente individuos de la población (en puntos aleatorios). Dos individuos se cruzan o no, con una cierta probabilidad preasignada.

Zona de corte,
aleatoria



Mutación

Cada gen de un hijo se cambia aleatoriamente de 0 a 1 ó viceversa con una probabilidad inversa al número de genes de un individuo



Métodos Evolutivos

Generar la población inicial

Calcular la función objetivo para cada individuo

Seleccionar los candidatos para la siguiente generación

Generar nuevos individuos
utilizando las funciones de cruces y
mutaciones

Continuar hasta obtener la mejoría deseada

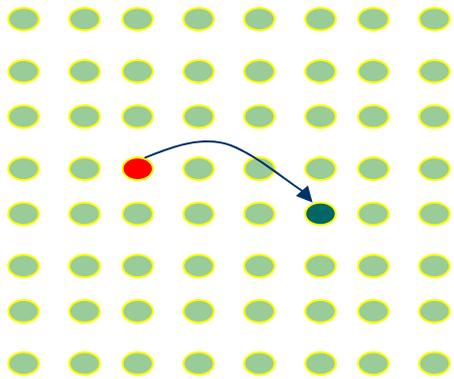
Simulated Annealing (SA)

- Distintamente a los algoritmos genéticos, los métodos de simulated annealing no utilizan poblaciones de individuos, pero uno de ellos evoluciona de acuerdo a las reglas que imitan los procesos de tipo “annealing”. En la industria metalúrgica se utiliza un tratamiento de calentamiento, donde el material inicialmente se calienta y luego se enfría lentamente de una forma controlada, evolucionando hasta un estado de menor energía, para incrementar el tamaño de sus cristales y mejorar sus propiedades
- Un individuo cercano a la solución actual se considera como un conjunto de puntos desde donde la solución evolucionaría hacía un punto mejor.

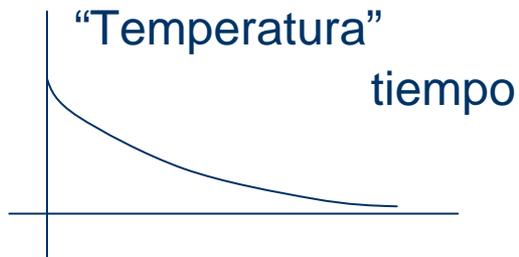
Simulated Annealing

- Partiendo de un punto inicial, el siguiente punto se selecciona aleatoriamente entre los más cercanos (vecinos) de acuerdo a una cierta regla de probabilidad.
- Se le asigna a ese punto una función de “energía” E y la probabilidad de que se mueva desde x_i hasta x_j se define como una función de las diferencias de energía $E(x_i) - E(x_j)$. E puede ser la función de costo J
- La probabilidad es siempre positiva, incluso si el nuevo punto tiene una energía mayor que el anterior, evitando un mínimo local.
- La probabilidad depende también de un parámetro global que se le llama temperatura, y el cual decrece a lo largo del tiempo. Decrece cuando T tiende a cero permitiendo una única transición hacia puntos con una menor energía.

Simulated Annealing



La temperatura decrece con el tiempo



La probabilidad de moverse desde un punto x_i hacia otro punto x_j depende de la diferencia de “energías” y del parámetro de “temperatura”

$\text{Prob}([J(x_i) - J(x_j)], T) > 0$ incluso si el nuevo punto es peor, para evitar mínimos locales



Tabu search (TS)

- Para mejorar la eficiencia del proceso de exploración, se necesita no solo mantener la información local, (como por ejemplo el valor actual de la función objetivo) sino también sobre alguna información relacionada con el proceso de exploración anterior. El uso sistemático de memoria es uno de los puntos importantes del método de tabu search (TS).
- Estas informaciones se utilizan para orientar el movimiento desde el punto x_i hacia la siguiente solución x_j seleccionada en la vecindad de x_i ($N(i)$). La regla de la memoria se restringe a la selección de un subconjunto de $N(i)$ prohibiendo los movimientos hacia otras soluciones vecinas.
- TS se puede caracterizar como metaheurístico. Su rol es más frecuente en la orientación y guía de otros procedimientos de búsqueda (más locales).