



Modelos Bioinspirados y
Heurísticas de Búsquedas
4º curso Grado Ingeniería en
Informática
Área de Ciencias de la Computación e
Inteligencia Artificial
Departamento de
Tecnologías de la Información

PRÁCTICA 3 (Versión 2023, 2.0)

Algoritmos heurísticos no constructivos poblacionales

Algoritmos Genéticos

Objetivos

El objetivo de esta práctica es estudiar el funcionamiento de los algoritmos heurísticos no constructivos poblacionales. Este tipo de algoritmos parten de un conjunto de solución iniciales para a través de operaciones de transformación ir mejorando las soluciones candidatas. Los algoritmos que estudiar son algoritmos genéticos: básico, multimodal y CHC. Deberán compararse con los resultados de la búsqueda local del mejor vecino de la práctica 1.

Se deberá ejecutar con al menos 3 semillas. Se admitirá modificar los criterios de parada para que la ejecución del algoritmo no supere 5 minutos de ejecución por semilla en la experimentación.

Algoritmos Genéticos

Algoritmo Genético Básico

. El alumno puede elegir la combinación de operadores y modalidad que crea mas oportuna. Justifique la elección para obtener resultados adecuados según la teoría si es el caso:

- **Tipo:** Estacionario/Generacional (en dicho caso elite de 5 individuos)
- **Mutación** de 5% al 20% de los genes son cambiados de media, por cruce o por gen; es decir que se puede realizar mutación en cada cruce con esa probabilidad, o dejar sin mutar algunos cromosomas. La mutación consistirá en una variación del operador de movimiento, en la que se elige aleatoriamente posición y una cantidad a substraer o añadir a esa posición que será aleatoria en un rango no superior a un 10% del total del valor del atributo.
- **Población inicial:** de 15 a 30 individuos
- **Cruce:** basado en corte en dos puntos. Se selecciona dos posiciones aleatorias y se generan dos hijos con la combinación de las partes de los padres que determinan estos puntos.

- **Cromosoma:** Misma representación práctica 1.
- **Fitness** igual que práctica 1.
- **Selección:** Torneo ($K = \%$ de la población, con un mínimo de 3 individuos), Ruleta Proporcional.
- **Reemplazo:** (sólo si estacionario), torneo ($K = \%$ de la población, con un mínimo de 3 individuos) /Aleatorio/Crowding reemplazando a uno de los padres si lo mejora (sólo si estacionario)
- **Criterio de parada:** un número de iteraciones determinado por el alumno según la evolución del fitness sin que el mejor individuo haya mejorado su valor.

Algoritmo Genético CHC

Aunque el algoritmo CHC fue concebido para cromosomas con codificación binaria, existen versiones para su uso con cromosomas con codificación en vector. El cálculo de la distancia de Hamming se realizará teniendo en cuenta cuantos genes difieren entre sí (cuantas posiciones difieren). Sólo aquellas cadenas con una distancia (mayor del umbral) serán combinados. El umbral se inicializará a $L/4$ siendo L la longitud de la cadena o cromosoma. Cuando ningún descendiente es insertado en la nueva población el umbral se reduce a 1.

En la fase de recombinación no se aplica ningún proceso de mutación. En su lugar, cuando la población converge o el proceso de búsqueda deja de progresar adecuadamente (el umbral de cruce llega a 0 y no se generan nuevos descendientes), la población se reiniciará. El cromosoma que represente la mejor solución hasta ese momento se utilizará como patrón para generar la nueva población (copiándose), y el resto se inicializarán de forma aleatoria.

La población debe ser menor o igual a la elegida en el genético básico. En el arranque, los valores de un cromosoma corresponden al mejor individuo de la generación anterior, y el resto serán aleatorios.

Se pueden poner más copias del mejor individuo para acelerar el proceso de reinicio si este es muy lento tras la primera reinicialización

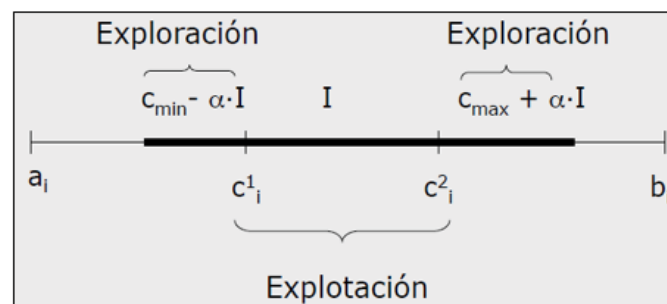
Hay que utilizar uno de los siguientes cruces:

Cruces

Parent Centered



BLX-Alfa



Los cruces en CHC se hacen cambiando exactamente la mitad de los elementos **QUE SON DISTINTOS** en ambos padres y luego aplicando Parent Centered (una mutación similar

a la mutación del genético básico) o BLX-Alpha (que genera un valor para cada hijo aplicando el algoritmo descrito en los apuntes) .

Deberá reiniciar a menos cuatro veces. Criterio de parada: un número de iteraciones determinado por el alumno según la evolución del fitness sin que el mejor individuo haya mejorado su valor.

Algoritmo Genético Multimodal

Considerando como partida el AG Básico, debe implementar un AG multimodal espacial mediante el método de secuencial (5 nichos) o clearing, determinando un radio adecuado basado en la distancia de hamming.

- Donde $d(i,j)$ es la distancia entre las soluciones.(**distancia Hamming**)
- Tamaño de la población menor o igual al genético básico.
- Probabilidad de cruce 0.8. (si no se cruza se copia como hijo)
- Mantener misma mutación que en el algoritmo básico.

El valor del radio tanto para el secuencial como para el clearing es crítico y debe ser propuesto por el alumno para que las soluciones finales sean suficientemente diferentes. Un radio muy pequeño no afectará casi nunca a los individuos al realizar el clearing o adaptar el fitness en el conjunto de soluciones y un valor muy alto hará que todos estén penalizados.

En clearing es conveniente dejar un número de generaciones entre operaciones de aclarado, este parámetro denominado P, en el el generacional P iteraciones y en el estacionario $p * \text{Población} / 2$ ya que una población equivalente se genera cada ese número de cruces. La kappa (numero de representantes de un nicho tiene que ser ≥ 2 , para evitar que en un clearing quede sólo un elemento si los demás están en el mismo nicho y así poder generar el resto de los individuos hasta rellenar la población cruzando los que hayan quedado del aclarado.

Metodología de Comparación

El alumno tendrá que contabilizar el número de evaluaciones (llamadas realizadas a la función de coste) producidas por los distintos algoritmos, que será empleado como una medida adicional de comparación de su calidad.

A partir de la experimentación efectuada, se construirá una tabla global de resultados con la estructura mostrada en la **tabla** mostrada. La columna etiquetada con *Mejor fitness* indica el valor de la mejor solución encontrada, la columna σ refiere a la desviación típica y la columna etiquetada con *Ev* y *Ev. Mejor* indica respectivamente el número medio y mínimo de evaluaciones realizadas por el algoritmo en las cinco ejecuciones (salvo en el caso del algoritmo *Greedy* que sólo se ejecuta una vez).

Algoritmo	Ev.Medias	Ev. Mejor	σ EV	Mejor Fitness	Media fitness	σ fitness
Busqueda local						
G. Básico						
G. Multimodal						
CHC						

A partir de los datos mostrados en estas tablas, el alumno realizará un **análisis de los resultados obtenidos, que influirá de forma decisiva en la calificación de la práctica**. En dicho análisis, se deben comparar, para cada instancia, las distintas variantes de los algoritmos en términos de: número de evaluaciones, mejor resultado individual obtenido y mejor resultado medio (robustez del algoritmo).

Las prácticas se realizarán individualmente.

Fecha y Método de Entrega;

Semana del 1 de Mayo durante la sesión de prácticas. Debe entregar 1 fichero comprimido ZIP, que contenga:

- Documento DOC (MS Word) ,PDF o cuaderno jupyter con la memoria.
- Ficheros de código fuente completo ejecutable utilizado.
- Scripts, si los ha utilizado para ejecutar la experimentación.
- Se realizará una defensa de la práctica explicando cada una de las decisiones tomadas en el código. La evaluación tendrá en cuenta:

Nivel Básico (5-6):

- Corrección del algoritmo
- Utilización de la terminología apropiada (la utilizada en el material de clase)
- Experimentación realizada
- Gráficas con la evolución del fitness valor del mejor y peor individuo.
- Justificación de los parámetros en base a la diversidad de la población, evolución del fitness y otros criterios dependientes del algoritmo (numero de reinicios, tamaño del nicho, etc...)

Nivel intermedio (7-8):

- Análisis e interpretación sobre la capacidad de exploración/explotación de cada algoritmo relacionado con los resultados obtenidos.
- Gráficas y ejemplos concretos comparados.

Nivel Alto (9-10)

- Mejoras en el rendimiento de la aplicación
- Resultados obtenidos razonablemente cercanos al optimo
- Análisis de la estadística de los resultados. Algoritmos más estables. Desviación típica.
- Función de simulación que muestre la evolución de la batería y el saldo del resultado en una gráfica.
- Experimentación extendidas de todos los parámetros de los algoritmos y uso de la teoría para justificar el comportamiento.
- Uso de Bibliografía científica de referencia : Inclusión de al menos un ejemplo similar de uso de cada algoritmo en formato APA con una breve explicación de que tipo de problema resuelve.

Permanezca atento a posibles nuevas versiones mejoradas de este documento.