

Algoritmos Evolutivos

Práctico

Edición 2021

Resumen—El objetivo de este trabajo práctico es familiarizarse con el modelado de problemas utilizando algoritmos evolutivos y con el manejo de la biblioteca `jMetal` para su implementación. El práctico consistirá en la resolución de dos problemas mediante el uso de algoritmos evolutivos. Como parte del práctico se deberá presentar un breve informe—de no más de 5 páginas—que detalle las decisiones de diseño tomadas para la resolución del problema y los principales resultados obtenidos. La Sección VII presenta una guía con algunas de las cuestiones claves que se espera sean explicadas en el informe.

I. INTRODUCCIÓN

El práctico consta de dos partes bien definidas y el informe será construido de forma incremental y será presentado en dos entregas. La primera entrega detallará solamente la resolución de la primera parte del práctico y la segunda entrega extenderá el informe e incorporará la resolución de la segunda parte. Las fechas importantes son las siguientes:

- **Primera entrega:** 2021-09-02 23:59.
- **Segunda entrega:** 2021-09-14 23:59.

Forma de entrega: En cada entrega se deberá enviar el informe en formato PDF y un archivo comprimido con el código del proyecto. Ambos archivos deberán ser enviados a través del formulario correspondiente en el EVA del curso.

II. PRIMERA PARTE

Se desea abordar el problema de posicionamiento de antenas de radiofrecuencia con cobertura bidireccional. En total se tienen tres antenas de radiofrecuencia que deben proveer cobertura a un área urbana con cierta densidad de población. El área urbana se modela usando una grilla cuadrada de tamaño 6×6 , cuyas celdas contienen un valor numérico entero que indica la densidad de población. Los valores de densidad de población están en el rango $\{0, \dots, 9\}$, donde 0 representa población nula y 9 la máxima densidad de población considerada. La Figura 1 muestra la grilla que se utilizará para la primera parte del práctico. Cada antena deberá ubicarse en alguna de las celdas de la grilla y una vez posicionada, es capaz de brindar cobertura a un máximo de cinco celdas: la celda en la que está ubicada y las cuatro celdas adyacentes (i.e., izquierda, derecha, arriba y abajo), siempre que las celdas adyacentes se encuentren dentro del área considerada.

	0	1	2	3	4	5
0	3	4	2	1	3	0
1	0	2	4	0	3	2
2	1	5	1	1	8	5
3	2	7	2	5	4	3
4	1	0	4	1	7	4
5	6	1	0	6	0	0

Figura 1: Grilla que modela un área urbana y su densidad de población

El objetivo del problema es determinar la ubicación de cada una de las tres antenas disponibles de forma de maximizar la densidad de población con cobertura de radiofrecuencia. La Figura 2 muestra una posible solución al problema, que ubica las antenas en las coordenadas $\{(1, 1), (2, 4), (5, 2)\}$ y brinda cobertura a una densidad de población de 40 (dado que las áreas de las celdas de la grilla son idénticas, la densidad es una medida directa de la población a la que se proporciona el servicio). Se pide diseñar e implementar un algoritmo evolutivo que ubique las tres antenas buscando maximizar la sumatoria de densidad de población con cobertura.

	0	1	2	3	4	5
0	3	4	2	1	3	0
1	0	2	4	0	3	2
2	1	5	1	1	8	5
3	2	7	2	5	4	3
4	1	0	4	1	7	4
5	6	1	0	6	0	0

Figura 2: Ejemplo de solución del problema planteado en la primera parte, que ubica las tres antenas en las coordenadas $\{(1, 1), (2, 4), (5, 2)\}$ y brinda cobertura a una densidad de población de 40.

III. SEGUNDA PARTE

Se plantea una generalización del problema anterior en la que se cuenta con una cantidad no acotada de antenas de radiofrecuencia y se desea dar cobertura a toda la población de un área representada por una grilla de tamaño $N \times M$ (i.e. todas las celdas de la grilla cuya densidad de población mayor a 0). El objetivo para esta variante del problema es determinar la cantidad de antenas necesarias y su ubicación, minimizando la cantidad de antenas utilizados, y cumpliendo con el requisito de cobertura total de la población.

IV. FORMATO DE ENTRADA E INSTANCIAS DEL PROBLEMA

Cada algoritmo evolutivo deberá leer la grilla de densidad de población desde un archivo de nombre `instancia.in`. El archivo de entrada contendrá una representación de la grilla utilizada para representar el área de estudio, consistente en M líneas con N números enteros separados entre sí por un espacio. Cada número representa la densidad de población de la celda correspondiente de la grilla. El Listado 1 presenta como ejemplo el archivo `instancia.in` para la instancia presentada en la Figura 1.

Listado 1: Archivo `instancia.in` correspondiente a la instancia presentada en la Figura 1

```
3 4 2 1 3 0
0 2 4 0 3 2
1 5 1 1 8 5
2 7 2 5 4 3
1 0 4 1 7 4
6 1 0 6 0 0
```

En la página EVA del curso se encuentra disponible un conjunto de instancias del problema planteado. En total se encuentran disponibles tres instancias de tamaño 18×18 , tres instancias de tamaño 27×9 y tres instancias de tamaño 36×45 .

V. FORMATO DE SALIDA

Cada algoritmo evolutivo deberá generar un único archivo de salida de nombre `solucion.out`. El archivo de salida debe contener una línea por cada antena utilizada en la solución. En cada línea deberán indicarse las coordenadas x y y de la antena correspondiente, mediante dos números enteros separados por un espacio. El Listado 2 presenta como ejemplo el archivo `solucion.out` para la solución presentada en la Figura 2.

Listado 2: Archivo `solucion.out` correspondiente a la solución presentada en la Figura 2

```
1 1
2 4
5 2
```

VI. EVALUACIÓN EXPERIMENTAL

La evaluación experimental del algoritmo evolutivo desarrollado deberá reportar métricas relevantes de las distribuciones de resultados que se obtengan para cada instancia del problema.

La configuración de los parámetros del algoritmo evolutivo es parte de la evaluación experimental a realizar. Para la configuración paramétrica a determinar se plantean las siguientes restricciones:

- El tamaño de población no debe superar los 100 individuos.
- El criterio de parada no debe superar las 1000 generaciones.

VII. BREVE INFORME

A continuación se presentan algunas cuestiones que pueden ser útiles para guiar la redacción del informe (deberá explicarse cada aspecto clave):

- ¿Qué representación fue utilizada para las soluciones candidatas?
- ¿Qué estrategia se utilizó para inicializar la población?
- ¿Qué operadores evolutivos fueron utilizados?
- ¿Cómo fue definida la función de fitness?
- Para la primera parte: ¿Cuál fue la mejor solución hallada?
- Para la segunda parte: ¿Qué estrategia fue utilizada para el manejo de soluciones no factibles o inválidas?

El informe deberá respetar el formato definido por IEEE, disponible en <https://www.ieee.org/conferences/publishing/templates.html>. En la página EVA del curso se encuentran disponibles ejemplos de informes de años anteriores siguiendo este formato.