Universidad
Carlos III de Madrid

Grado en Ingeniería Informática

Curso 2021-2022

Algoritmos Genéticos y Evolutivos

Práctica 1
Optimización de Sensores en Smart Cities

Jorge Rodríguez Fraile 100405951 Grupo 83 100405951@alumnos.uc3m.es

Índice

Índice de figuras

Índice de tablas

Introducción

En los últimos años ha aumentado mucho el interés por las Ciudades Inteligentes o Smart Cities, desde que la mayoría de la población se encuentran en ciudades. La aplicación de la tecnología en las ciudades haciéndolas smart permite mejorar la calidad de vida y reducir el impacto medioambiental.

En este trabajo vamos a tratar de resolver un problema de estaciones de medición de la calidad del aire, que se encuentra en la ciudad de Madrid que posee 24 estaciones que miden 16 variables ambientales distintas. El problema consiste en el mantenimiento e instalación de las estaciones de medición, que suponen un gran gasto, de lo que se tratara es de determinar que sensores de los presentes en las estaciones deben estar activos para poder reducir el coste y no perder precisión en las mediciones.

Codificación y Función de fitness

Al tratarse de 24 estaciones en las que puede haber hasta 16 tipos de sensores, la representación que se ha elegido es binaria. Cada uno de los cromosomas estará representado por $24 \cdot 16 = 384$ bits o genes de manera que cada 16 bits sea una estación distinta, se empezará por el primer sensor de la primera estación, después el segundo sensor y así hasta el último de la primera para dar paso a la siguiente estación. El valor 1 de un bit indicará que se instala el sensor y 0 que no se instala, en cuanto al sensor que representa cada bit son los siguientes:

1	Dióxido de Azufre	SO_2	$\mu g/m^3$
2	Monóxido de Carbono	CO	$\mu g/m^3$
3	Monóxido de Nitrógeno	NO	$\mu g/m^3$
4	Dióxido de Nitrógeno	NO_2	$\mu g/m^3$
5	Partículas <2.5 µm	PM2.5	$\mu g/m^3$
6	Partículas <10 µm	PM10	$\mu g/m^3$
7	Óxidos de Nitrógeno	NOx	$\mu g/m^3$
8	Ozono	O_3	$\mu g/m^3$
9	Tolueno	TOL	$\mu g/m^3$
10	Benceno	BEN	$\mu g/m^3$
11	Etilbenceno	EBE	$\mu g/m^3$
12	Metaxileno	MXY	$\mu g/m^3$
13	Paraxileno	PXY	$\mu g/m^3$
14	Ortoxileno	OXY	$\mu g/m^3$
15	Hexano (total)	TCH	mg/m^3
16	Hexano (no metánicos)	NMHC	mg/m^3

Tabla 1: Medidas de los sensores

Ejemplo: 0010010100000000 0000000000000000 ...
Indica que en la primera estación se instalan los sensores de NO, PM10 y O_3, sin embargo en la estación 3 ni siguiera se instala al no tener sensores.

En cuanto a la función de evaluación que se empleará será $f = \frac{precio}{calidad}$ que será calculada mediante un servidor al que podremos proporcionarle un cromosoma y recibir el resultado. La función representa el precio por unidad de calidad, nosotros al buscar recibir la mayor calidad de la manera más barata trataremos de minimizar este valor.

En las secciones posteriores se tratará de resolver el problema mediante dos enfoques diferentes, uno más tradicional mediante fuerza bruta y otro mediante algoritmos genéticos.

Programación enfoque clásico

Esta primera aproximación se realizará sobre el problema reducido, en vez de tratar con 24 estaciones se realizará solo con 1 dado que como se resolverá mediante fuerza bruta cada bit de más multiplica el número de posibilidades y tiempo de ejecución por 2, este aumento haría incalculable en un tiempo razonable las 24 estaciones.

El programa ha realizado sobre Python y consiste en lo siguiente:

- Partir del cromosoma semilla, 0000000000000000.
- Evaluar el cromosoma mediante una petición de get al servidor para obtener el valor de la función de fitness. Se va guardando el número de evaluación, cromosoma y valor de fitness más pequeño obtenido, que se escribe en un fichero de registro.
- Aumentar el cromosoma, en este caso le sumamos 1 en binario, ya que evaluaremos todas las posibilidades del cromosoma.
- Cuando se haya llegado al 1111111111111111 se parará el proceso y se sacara por pantalla en número de evaluaciones (aunque se sabe de antemano), la evaluación de mejor fitness, el mejor cromosoma y su valor de fitness.

La salida que obtenemos para la primera estación es el cromosoma **0000100111110110** que se obtiene en la evaluación número **2551** con un fitness de **10403,58**. Para obtener este resultado se han realizado un total de **65536** evaluaciones. A continuación se puede ver el progreso de la función de fitness a lo largo de los ciclos (aumentando en 1 el valor del cromosoma) con respecto al mejor resultado (menor valor de fitness) obtenido hasta el ciclo:

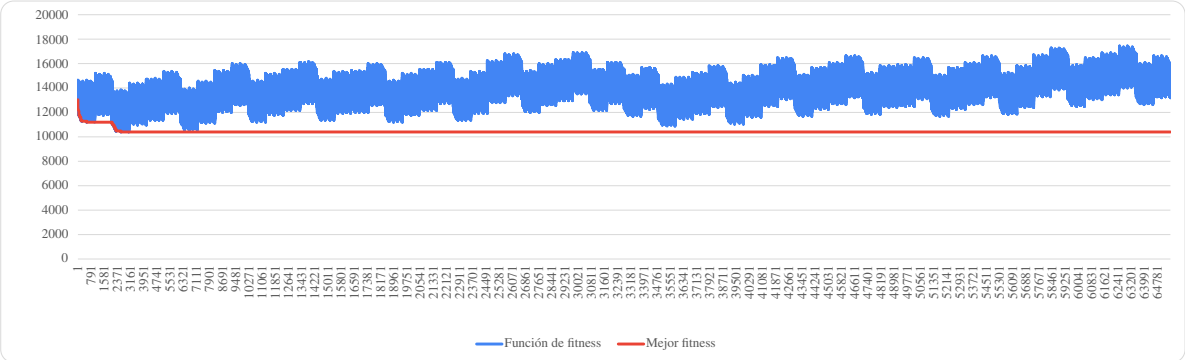

Figura 1: Función de fitness vs. Evaluaciones

Como se puede ver al realizarlo por fuerza bruta sin ningún tipo de heurística o sentido de si va en buena dirección. Los valores de fitness según progresan las evaluaciones van subiendo y bajando, suben según se van activando más sensores y al saltar a un 1 bit más da una bajada, al volver los valores a 0. Como la mejor evaluación es temprana se puede ver que se mantiene a lo largo de casi todo el proceso, aun obteniéndose pronto seguimos porque puede haber otra mejor, aunque finalmente no lo haya.

Programación Algoritmos Genéticos