

1.- Práctica 11: frentes de Pareto

En esta práctica trata del análisis de las soluciones de un problema de optimización multiobjetivo. El análisis busca mostrar hasta cuantas funciones objetivo tiene sentido considerar, cómo encontrar un subconjunto de soluciones tomando en cuenta una limitante de factores y de ahí trazar el conjunto conformado como frente de Pareto.

2.- Descripción de la tarea

- La tarea consiste en paralelizar el cálculo donde convenga y en graficar el porcentaje de soluciones de Pareto (ojo, no es lo mismo que se grafica en el código ejemplo) como función del número de funciones objetivo como diagramas de violín combinados con diagramas de caja-bigote, verificando que las diferencias observadas sean estadísticamente significativas. Razona en escrito a qué se debe el comportamiento observado.
- El primer reto es seleccionar un subconjunto (cuyo tamaño como un porcentaje del frente original se proporciona como un parámetro) del frente de Pareto de tal forma que la selección esté diversificada, es decir, que no estén agrupados juntos en una sola zona del frente las soluciones seleccionadas. Graficar los resultados de la selección, indicando con un color cuáles se incluyen en el subconjunto diverso.
- El segundo reto es adaptar el algoritmo genético de la tarea anterior para que vaya buscando mejora a un frente dado como entrada. Visualiza con un GIF animado el progreso del frente.

3.- Tarea

Tomando en cuenta el código que nos proporciona la práctica, en esta tarea se realizó una versión paralela, en el cual se determina el frente de Pareto de un conjunto de funciones objetivo. Además, se agregó el porcentaje de soluciones que forman parte del frente de Pareto en función de la cantidad de funciones objetivo. Se realizó la parte paralela tomando en cuenta tres funciones: [evalua.solucion](#), [dominadores.aux](#) y [quien.dominado](#). Como su nombre los dice la primera función evalúa las soluciones generadas, la segunda determina por cuantas soluciones es dominada una solución generada, y la tercera función decide que soluciones constituyen a la sección del frente de Pareto.

Se realizó una simulación de comparación entre la versión secuencial y la paralela para ver si es eficiente el tiempo. Los resultados de treinta replicas para una cantidad de soluciones de: 100, 200, 300 y 400 los podemos ver en la figura 1.

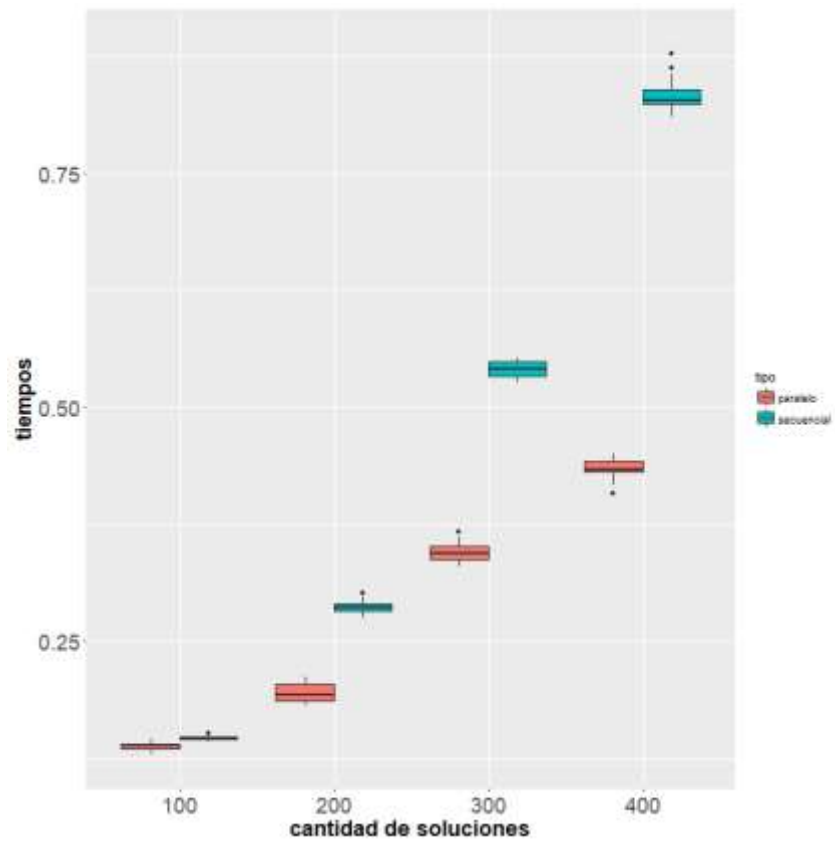


Figura 1.- Tiempo de ejecución para las versiones secuencial y paralela de treinta replicas con una cantidad de soluciones de: 100, 200, 300 y 400.

En la figura 1 se observa en la programación con paralelo que los tiempos son menores a comparación con los de ejecución normal del programa sin paralelizar, dando como resultado que los tiempos se reducen en un cantidad de tres veces del valor que muestran las secuencias sin paralelizar, arrojando una mayor eficiencia en tiempo.

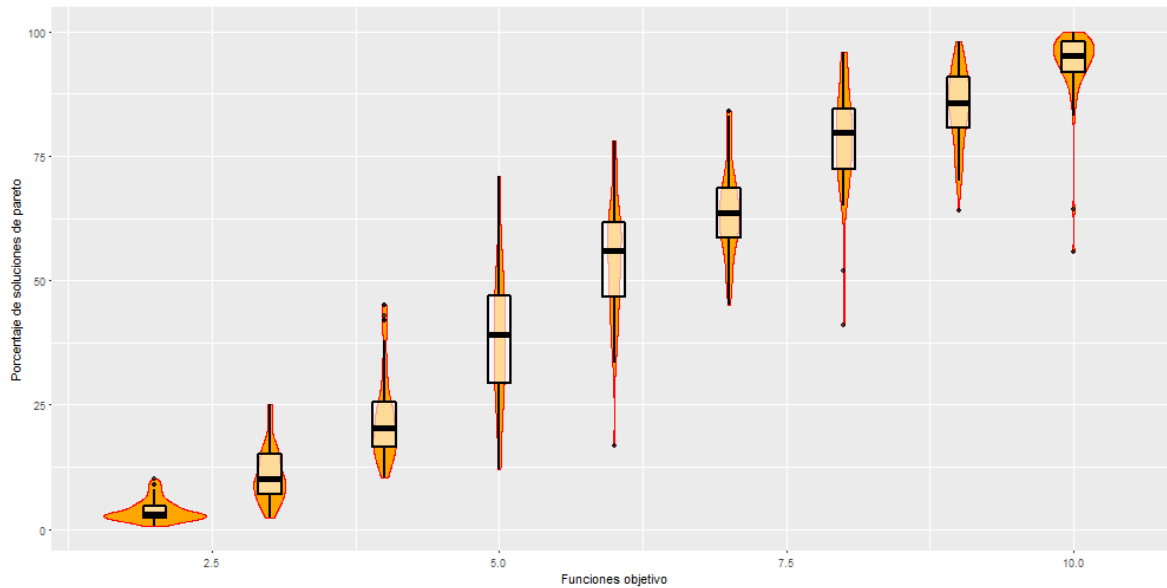


Figura 2.-Diagramas de violín y de caja y bigotes superpuestos para medir el porcentaje de funciones de Pareto en relación con el número de funciones objetivo.

Los resultados obtenidos de treinta replicas con una cantidad de funciones objetivo de dos a diez y con una cantidad de doscientas soluciones generadas se muestran en la figura 2.

Se observa en la figura 2 que cuando se cuenta con más de tres objetivos la cantidad de soluciones son bastante grandes en la sección del frente de Pareto, dando como consecuencia de que para nueve o diez objetivos es muy parecida la cantidad de soluciones. Por lo cual se puede concluir, que no es ideal realizar este tipo de procedimiento con situaciones de cuatro o más funciones objetivo ya que se termina obteniendo dentro del frente de Pareto más de la mitad de las soluciones generadas.

4.- Reto 1

En este reto consiste en elegir un subconjunto del frente de Pareto de tal manera que la selección esta diversificada, es decir, se busca tener soluciones que no sean tan similares. Para este reto se utilizaron dos funciones objetivo. Las soluciones dentro del frente de Pareto diversificadas van a ser aquellas que se encuentren más cercanas a los puntos que dividen en cuatro partes iguales a la recta que une a las mejores soluciones para la primera y segunda funcion objetivo respectivamente.

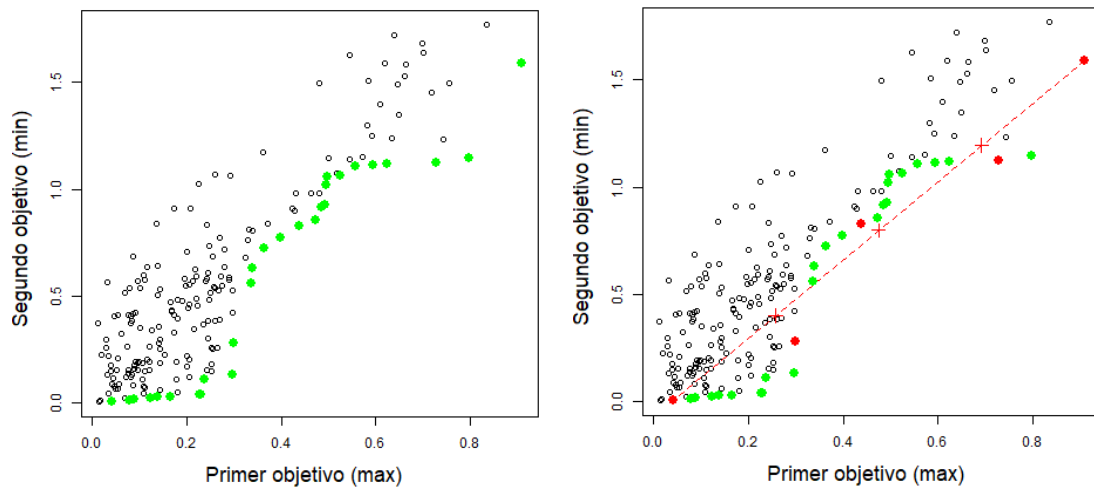


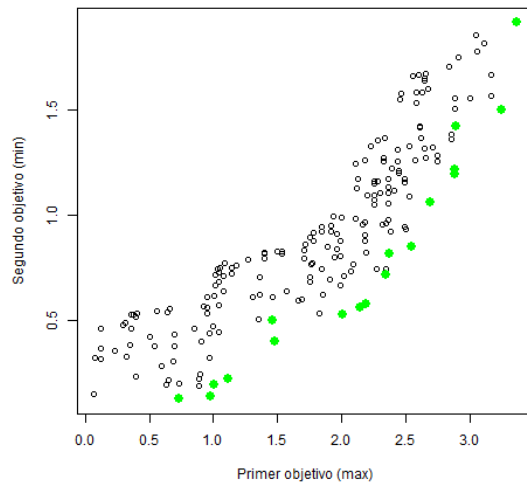
Figura 3.- Lado izquierdo: frente de Pareto original; lado derecho: frente de Pareto diversificado (puntos en rojo).

En la figura 3 se muestra el frente de Pareto para un ejemplo con dos funciones objetivo, se muestra el frente de Pareto diversificado en el que se toman solamente cinco puntos del frente de Pareto original.

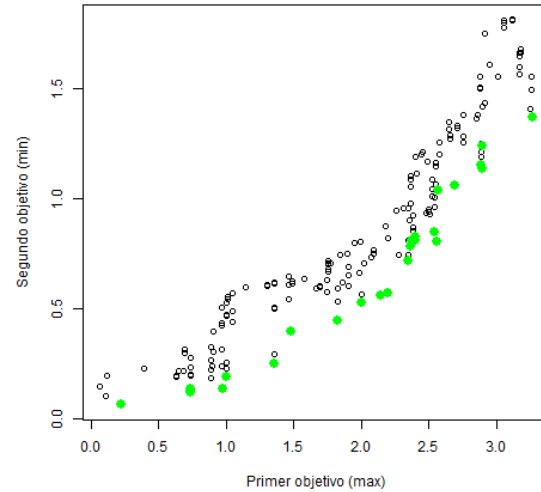
5.- Reto 2

El segundo reto consiste en adaptar el algoritmo genético de la tarea diez para encontrar el frente de Pareto. Tomando en cuenta procedimientos de mutación, reproducción y siguiente generación descritas en la práctica anterior, considerando dos funciones objetivos solamente.

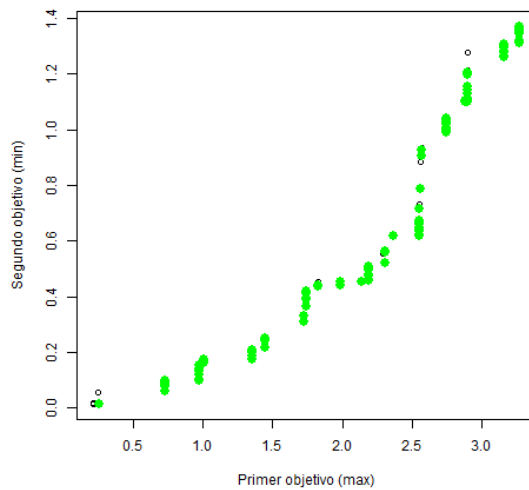
Se generó una animación del frente de Pareto a lo largo de cincuenta generaciones considerando una población inicial de doscientos soluciones y una probabilidad de mutación de 0.05, como se muestra en la figura 4.



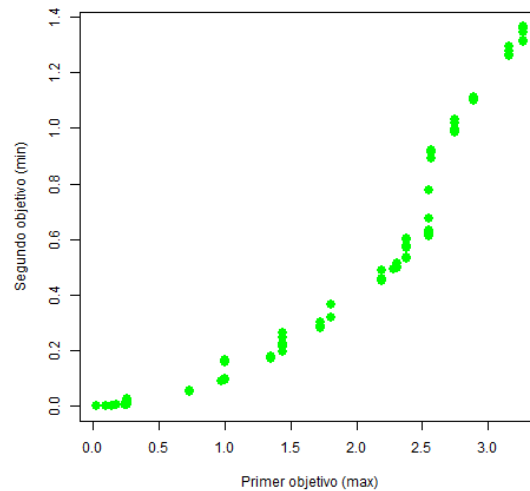
A) Generación 1



B) Generación 3



C) Generación 11



D) Generación 100

Figura 4.- Frente de Pareto generado en las generaciones: 1, 3, 11 y 100.

6.- Conclusiones

Lo primero que se pudo concluir que si es posible poder paralizar el código base para así poder tener un mejor aprovechamiento en el tiempo, otro factor que se vio que al ir aumentando la cantidad de objetos analizados las probabilidades de las soluciones eran muy parecidas dando como resultado un mayor número de soluciones es ahí donde no es conveniente usar este tipo de método cuando se obtiene un mayor número de tres objetos.

7.- Especificaciones de equipo

Modelo del sistema Inspiron 5420, fabricada por Dell Inc, procesador Intel(R) Core(TM) i5-3210M CPU @2.50Hz 2.50 Hz, memoria instalada (RAM) 8 GB (7.86 GB utilizable), tipo de sistema operativo de 64 bits procesador x64, edición de Windows 10 Pro.