

Tarea 11: frentes de Pareto

Simulación de sistemas

23 de octubre de 2017

1. Introducción

Los problemas de optimización del mundo real suelen tener típicamente más de un objetivo. Esto indica que hay dos o más objetivos que se deben satisfacer simultáneamente y los cuales pudieran estar en conflicto entre sí. Para dar solución a este tipo de problemas, generalmente se opta por encontrar el frente de Pareto, el cual está conformado por soluciones factibles tales que no existe otra solución factible que genere una mejora en un objetivo sin ocasionar un empeoramiento en otro de los objetivos.

En esta práctica se obtuvo el frente de Pareto para un conjunto de funciones objetivo en las cuales no se consideran restricciones.

2. Especificaciones computacionales

La presente tarea se realizó en una máquina con las siguientes especificaciones: procesador Intel(R)Core(TM) i5-6200U CPU 2.30 GHz 2.40 GHz con 8GB en memoria RAM y sistema operativo Windows 10 Home. Se emplearon tres de los cuatro núcleos.

3. Tarea

En esta tarea se realizó una versión paralela del código visto en la práctica en el cual se determina el frente de Pareto de un conjunto de funciones objetivo. Además, se graficó el porcentaje de soluciones que forman parte del frente de Pareto en función de la cantidad de funciones objetivo.

Para realizar la versión paralela de la práctica se crearon tres funciones: `evalua.solucion`, `dominadores.aux` y `quien.dominado`. La primera evalúa las soluciones generadas, la segunda determina por cuántas soluciones es dominada una solución generada, y la tercera función decide qué soluciones forman parte del frente de Pareto.

Ahora bien, echaremos un vistazo a los tiempos de ejecución obtenidos con ambas versiones (secuencial y paralela). Los resultados de veinticinco réplicas para una cantidad de soluciones de: 100, 200, 300 y 400 los podemos ver en la figura 1.

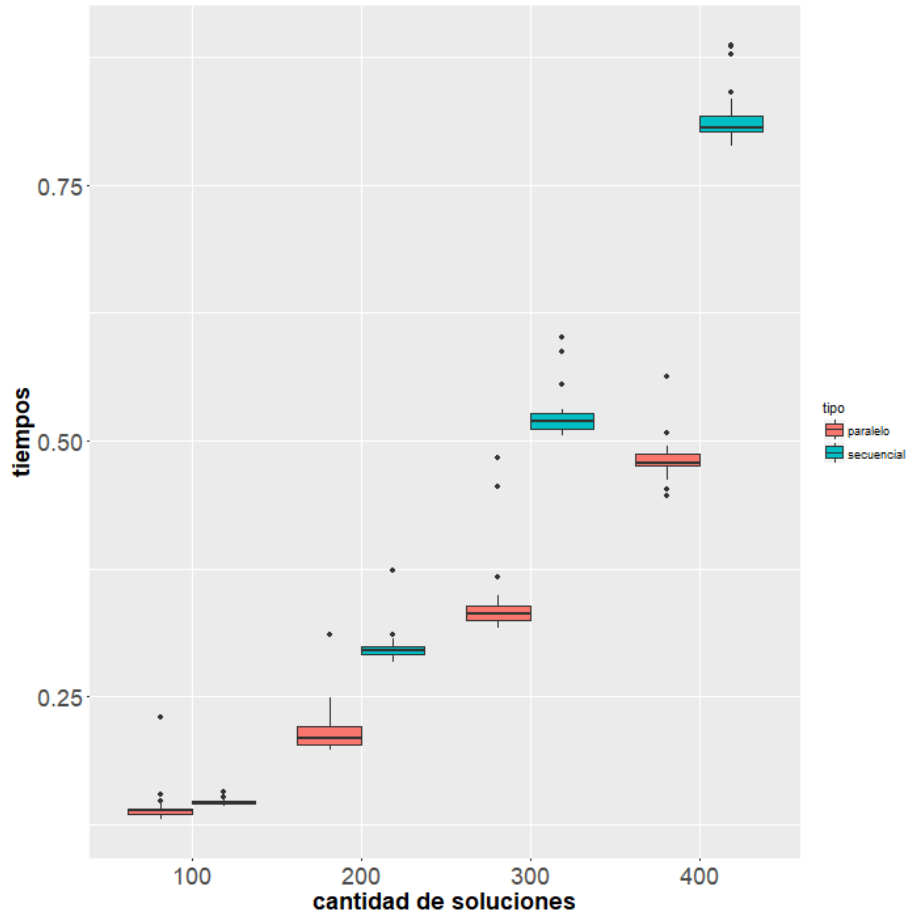


Figura 1: Tiempo de ejecución para las versiones secuencial y paralela de veinticinco réplicas con una cantidad de soluciones de: 100, 200, 300 y 400.

El tiempo de ejecución de la versión secuencial es mucho más elevado comparado con la versión paralela. Además debemos notar que el tiempo de ejecución en la versión paralela empieza a aumentar repentinamente conforme la cantidad de soluciones aumenta.

En la figura 2 se muestra la distribución de las cantidades de soluciones dominantes sobre el conjunto de soluciones para una cantidad de funciones objetivo de dos a nueve.

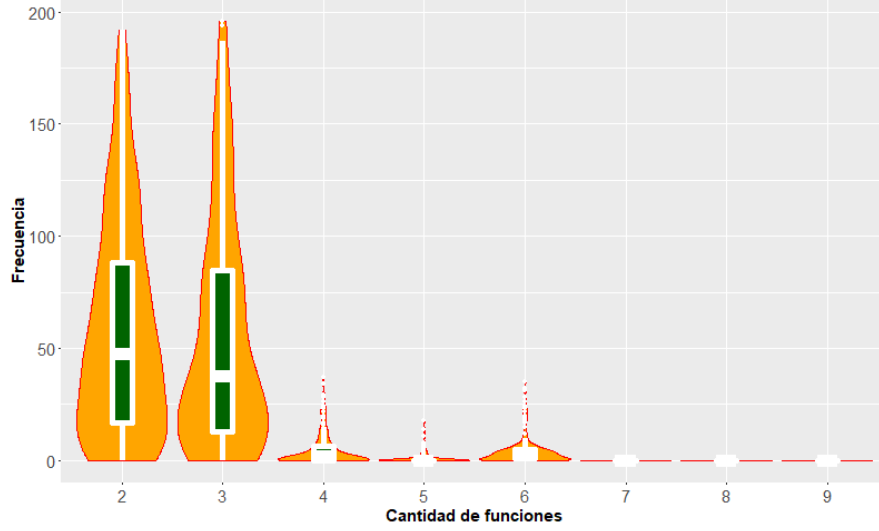


Figura 2: Distribución de soluciones dominates sobre el conjunto de soluciones con una cantidad de funciones objetivo igual a: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

En la figura 2 se puede deducir que al aumentar las funciones objetivo la cantidad de soluciones que dominan a otra es menor, podemos observar que la cantidad de soluciones dominantes es casi igual que el conjunto de soluciones generadas cuando tenemos más de cuatro objetivos.

Además, se desea determinar el porcentaje de soluciones que forman parte del frente de Pareto en función de la cantidad de funciones objetivo. Los resultados obtenidos de veinticinco réplicas con una cantidad de funciones objetivo de dos a diez y con una cantidad de doscientas soluciones generadas se muestran en la figura 3.

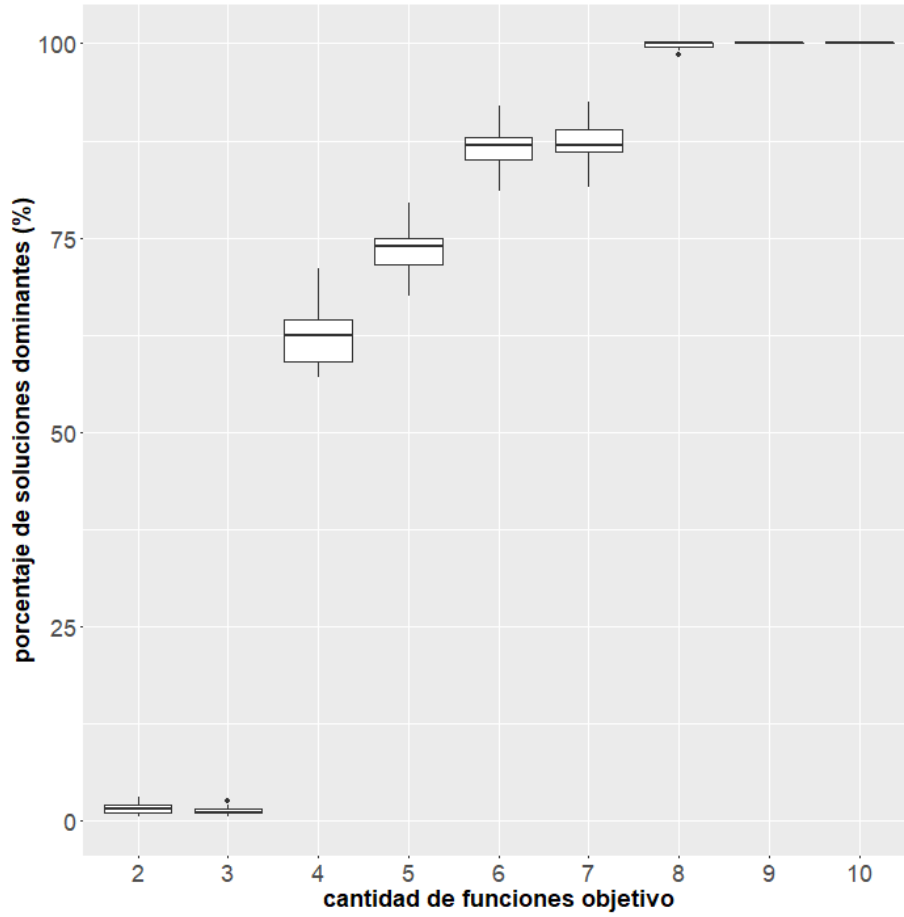


Figura 3: Porcentaje de soluciones en el frente de Pareto de veinticinco réplicas con una cantidad de funciones objetivo que van de 2 hasta 10.

Podemos observar a partir de la figura 3 que cuando se cuenta con un problema con más de tres objetivos la cantidad de soluciones pertenecientes al frente de Pareto es bastante grande, llegando al grado de que para nueve o diez objetivos es incluso la misma que la cantidad de soluciones. Por lo cual una pequeña conclusión sería que no resulta conveniente realizar este tipo de procedimiento cuando nos enfrentamos con un problema con 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

El primer reto consiste en elegir un subconjunto del frente de Pareto de tal manera que la selección este diversificada, es decir, se busca tener soluciones

que no sean tan similares. Para este reto se consideran 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 función objetivo respectivamente.

En la figura 4 se muestra el frente de Pareto para un ejemplo con dos funciones objetivo, donde una de ellas desea maximizar y la otra minimizar. También muestra el frente de Pareto diversificado en el que se toman solamente cinco puntos del frente de Pareto original.

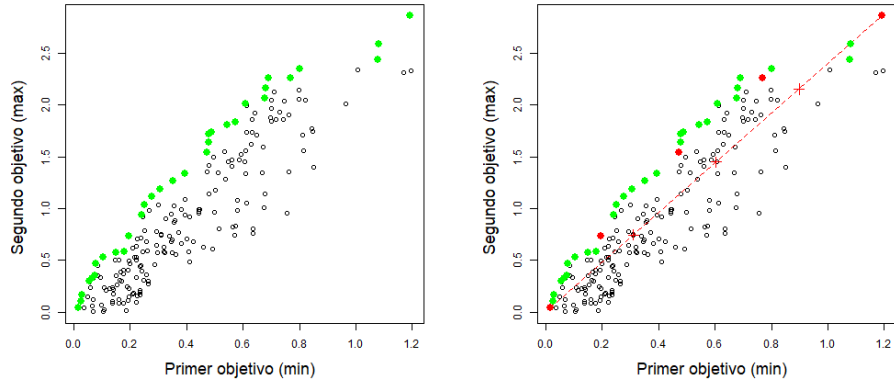


Figura 4: Lado izquierdo: frente de Pareto original; lado derecho: frente de Pareto diversificado (puntos en rojo).

5. Reto2

El segundo reto consiste en adaptar el algoritmo genético de la tarea 10 para encontrar el frente de Pareto. Para poder visualizar la mejora que se va teniendo en cada generación se van a considerar dos funciones objetivos solamente.

Las fases de mutación, reproducción y selección de la siguiente generación serán descritas a continuación.

- *Mutación:* se elige de manera aleatoria una posición de una solución que haya sido seleccionada para ser mutada y el valor que tiene la solución en esa posición va a ser multiplicado por un número aleatorio entre cero y uno.
- *Reproducción:* Dos soluciones que hayan sido seleccionadas para reproducirse generan dos hijos intercambiando pedazos uno con otro, una con el

inicio de la primera solución y el final de la segunda solución y el otro hijo se genera de manera contraria, el punto de corte es seleccionado al azar.

- *Siguiente generación:* Las soluciones se ordenan de acuerdo a la cantidad de soluciones por las que son dominadas (fitness). De esta manera las que tengan menor fitness son consideradas como buenas soluciones. Se tomarán como nueva población a las doscientas soluciones con menor fitness.

Se creó una animación que muestra el progreso del frente de Pareto a lo largo de cincuenta generaciones considerando una población inicial de doscientas soluciones y una probabilidad de mutación de 0.05. La animación puede ser encontrada en los archivos de esta tarea con el nombre de *AGreto2.gif*. La figura 5 muestra imágenes de el frente de Pareto generado en las generaciones: 1, 3, 20 y 50.

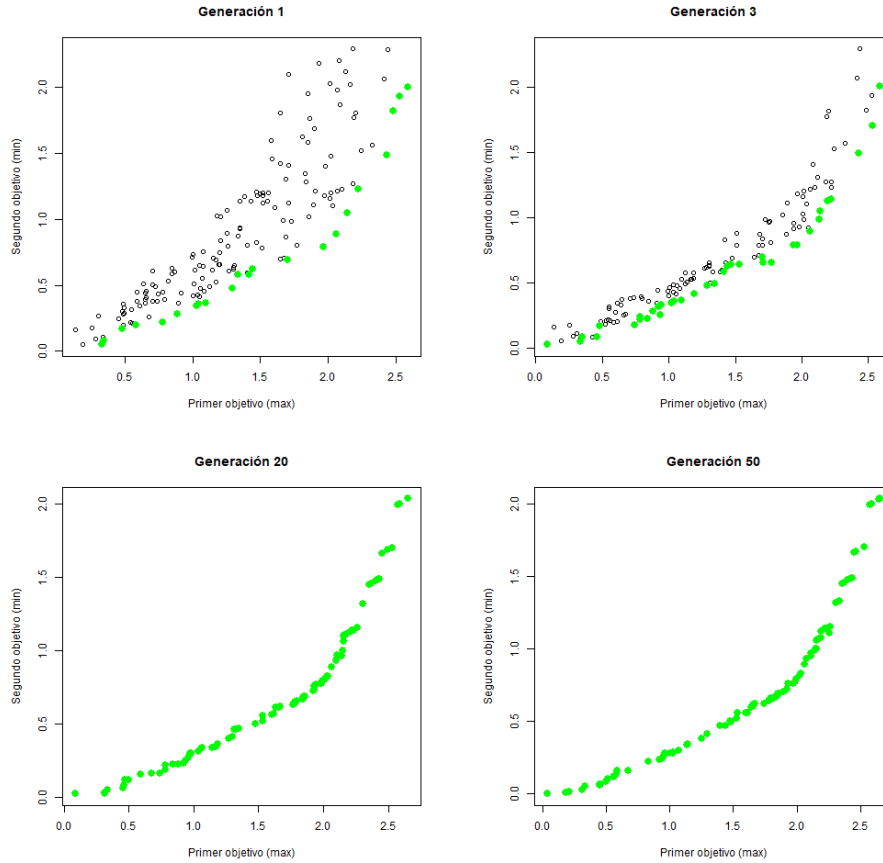


Figura 5: Frente de Pareto generado en las generaciones: 1, 3, 20 y 50.