Frentes de Pareto

Francisco Gerardo Meza Fierro

1. Introducción

En esta práctica se trabajará con un problema de optimización multiobjetivo, esto es tratar de encontrar la mejor solución (o soluciones) posible a un problema de manera que satisfaga a dos o más funciones objetivo a la vez. Claramente habrá muchas soluciones factibles, pero aquellas mejores son llamadas *dominantes*, las cuales mejoran un objetivo sin empeorar ningún otro y al conjunto de soluciones que no son dominadas por alguna otra se le denomina como $Frente de Pareto$.

El objetivo principal de esta práctica consistirá en paralelizar el código propuesto y en encontrar una relación entre el porcentaje de soluciones de Pareto y el número de funciones objetivo. Además, se trabajará con la frente de Pareto y se seleccionará un subconjunto diversificado del mismo.

2. Paralelización y porcentajes de soluciones

A pesar de que el código en sí se ejecutaba demasiado rápido, se encontraron dos secciones del código aptas a paralelizarse: las funciones `eval` y `domin.by`. Se paralelizó la primer función y los tiempos de ejecución fueron casi cuatro veces mayor al secuencial; creyendo que había sido mala la decisión de paralelizar esa función, se paralelizó la otra con resultados muy similares. Al final se decidió por paralelizar ambas y el tiempo se redujo bastante alcanzando en promedio entre 55 y 65 segundos, aún así el código secuencial resultó ser aún más rápido.

Ahora nos interesa ver el porcentaje de soluciones de Pareto en base al número de funciones objetivo que se tienen y para esto se crearon cinco instancias variando desde dos a diez el número de las funciones objetivo a trabajar, fijando a doscientos el número de soluciones a generar. Dichos porcentajes se encuentran en la figura 1.

Esto nos dice que mientras mayor el número de funciones objetivo, mayor será el conjunto de soluciones que constituyen el frente de Pareto. Este resultado es muy similar y se puede tomar como ejemplo para explicarlo a lo ya estudiado en las caminatas aleatorias: mientras mayor el número de dimensiones, menor la probabilidad de que la partícula regrese al origen después de dar cierto número de pasos. Algo parecido ocurre con la frente de Pareto: mientras mayor el número de funciones objetivo, menor el número de soluciones que se generan para dar solución a al menos una de las funciones.

De igual manera, estos resultados se pueden apreciar mejor en la figura 2. Cabe aclarar que para la figura (d) no se genera ninguna gráfica ya que no hay nada por comparar debido a que, en este caso, todas las soluciones generadas se encuentran en la frente de Pareto. Lo recomendable para trabajos futuros sobre frentes de Pareto sería no trabajar con problemas con más de cinco funciones objetivo, esto con tal de no perder la frente con el total de soluciones generadas.

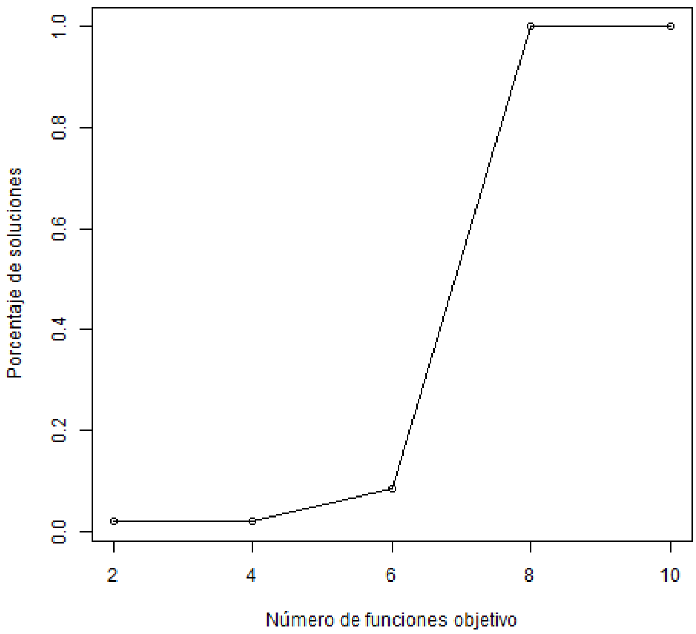
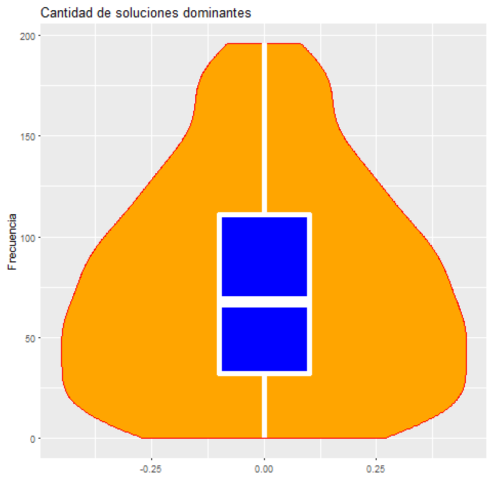


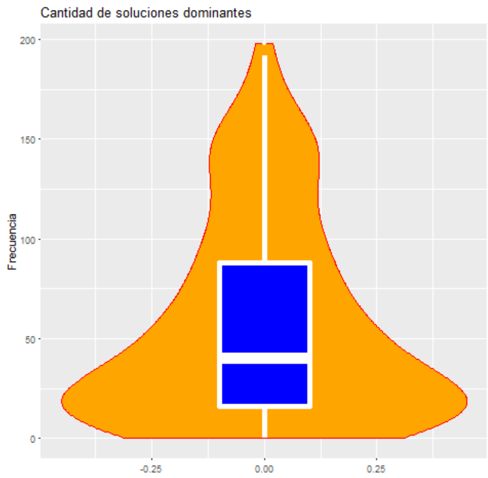
Figura 1: Porcentajes de soluciones en base al número de funciones objetivo

3. Subconjunto diversificado

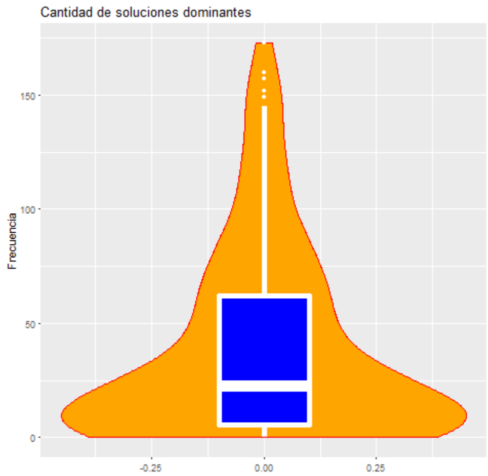
Lo que se quiere hacer ahora es tomar un subconjunto de la frente de Pareto de manera que este subconjunto no esté agrupado en una sola zona de la frente. Y para esto se hizo algo sencillo para el caso en que se tienen únicamente dos funciones objetivo: una vez obtenida la frente de Pareto, las soluciones que la conforman se ordenaron dependiendo de qué fin tengan las funciones objetivo: minimizar o maximizar. Una vez ordenadas, y de manera en que se evite la agrupación de las soluciones en una zona, se tomaron de manera alternada la mitad de las soluciones de la frente de Pareto, de manera que sin importar el objetivo de las funciones, de esta manera siempre se tomará un subconjunto que nunca estará aglomerado. La figura 3 muestra la frente de Pareto obtenida junto con el subconjunto creado.



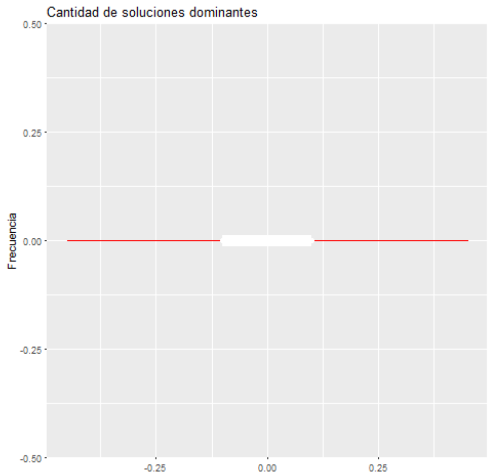
(a) Dos funciones objetivo



(b) Cuatro funciones objetivo

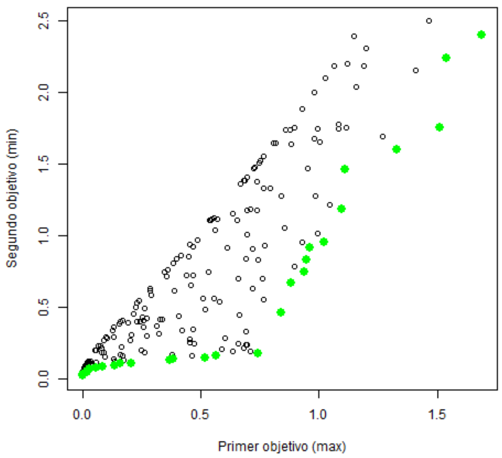


(c) Seis funciones objetivo

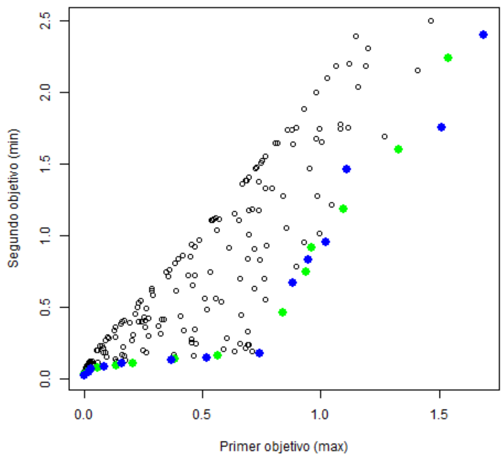


(d) Ocho funciones objetivo

Figura 2: Comparaciones entre las soluciones de Pareto y funciones objetivo



(a) Frente de Pareto



(b) Subconjunto del frente de Pareto

Figura 3: Subconjunto generado en base a la frente de Pareto