

Resumen

En la investigación operativa, el conjunto de problemas de secuenciación de actividades es considerado como uno de los más relevantes debido a su gran aplicabilidad y complejidad. Dentro de la amplia variedad de problemas en este conjunto, destaca el problema de programación de tareas con recursos restringidos (RCPSP por su sigla en inglés), pues es considerado como el problema base más importante en esta área y ha sido objeto de estudio de numerosas investigaciones. Básicamente, consiste de un proyecto subdividido en un conjunto de actividades que se encuentran relacionadas mediante restricciones de precedencia y requieren, para ser ejecutadas, una cantidad de cada tipo de recurso cuya disponibilidad máxima se encuentra limitada. El objetivo es asignar los recursos a las actividades de la manera más eficiente posible para optimizar una medida de desempeño, por ejemplo, la duración total del proyecto. Igualmente importante es la versión multi-modal del RCPSP, llamada MRCPSP, en la que para cada actividad existen múltiples modos de ejecución que involucran una combinación diferente de recursos limitados, dando origen a un tiempo de ejecución distinto. En la literatura se han abordado ampliamente estos dos problemas tanto con métodos exactos como de aproximación, siendo estos últimos los más exitosos.

Estos trabajos se han centrado principalmente en la obtención de beneficios económicos, como la minimización de los costes o la obtención de la mínima duración del proyecto. Sin embargo, con la aceleración de la globalización y el rápido desarrollo de los países, la competencia por recursos energéticos ha aumentado drásticamente. Incluso, la importancia de tener en cuenta el consumo de energía en los modelos ha crecido de tal manera que, ahora es considerado con la misma relevancia que otras medidas de desempeño como la productividad y los

costes. Así, el objetivo principal de esta tesis es desarrollar un nuevo enfoque del RCPSP y del MRCPSP, basado en la eficiencia energética, la cual busca soluciones sostenibles en términos de tiempo y de consumo energético.

Para este fin, se ha propuesto una extensión del RCPSP denominada MRCPSP-ENERGY, la cual considera, además de los recursos tradicionales del RCPSP, un consumo de energía variable que da origen a distintos modos de ejecución de las actividades. Esta propuesta incluye un nuevo criterio de optimización basado en la eficiencia energética del proyecto, que tiene en cuenta de manera simultánea la minimización de la duración del proyecto y el consumo total de energía. Adicionalmente, con el objetivo de evaluar los métodos de solución para el MRCPSP-ENERGY, se ha ampliado la librería estándar de prueba más extendida para el RCPSP y se ha propuesto una nueva librería, denominada PSPLIB-ENERGY.

Para encontrar solución al problema propuesto, primero se analizaron los mejores métodos metaheurísticos que abordan el RCPSP. Luego, se identificó que estos métodos conducen a soluciones redundantes, entorpeciendo la búsqueda. Por tanto, se propuso un método evolutivo cuya principal aportación es el desarrollo de un nuevo operador de mutación que disminuye la generación de soluciones redundantes. Similarmente, en el caso multi-modal se detectó que los principales métodos de búsqueda también se centran en la representación de lista de actividades y por tanto generan soluciones redundantes. Como alternativa de solución para el MRCPSP-ENERGY, se mostró que la búsqueda puede realizarse enfocándose en la lista de modos, ya que diferentes listas de modos también pueden alcanzar soluciones distintas, generando un menor número de soluciones redundantes. Teniendo en cuenta estos hallazgos, se propuso un nuevo método evolutivo para resolver el MRCPSP-ENERGY, que unifica ambos métodos de búsqueda para realizarla en dos fases de optimización. Basándose en los resultados obtenidos en la PSPLIB-ENERGY, se concluye que el método propuesto es capaz de alcanzar soluciones altamente eficientes.