

PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN TALLERES DE FLUJO CON MÁQUINAS SIN INTERRUPCIÓN. ALGORITMOS Y APLICACIONES

Carlos Fernández-Martínez, Rubén Ruiz, Eva Vallada

Grupo de Sistemas de Optimización Aplicada. Instituto Tecnológico de Informática de Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n, 46022, Valencia. cfernandez@iti.upv.es, r Ruiz@iti.upv.es, evallada@iti.upv.es.

Keywords: Flowshop, No-idle, Iterated Greedy

1. Introducción

El presente trabajo trata los problemas de programación de la producción en talleres de flujo bajo la restricción de que las máquinas no pueden parar (*no-idle*) y con el objetivo de minimizar el *makespan* (C_{\max}). En este sentido se presentan dos entornos diferentes: *no-idle* puro y *no-idle* mixto. En el primero de ellos todas las máquinas presentan la restricción *no-idle* y, en el segundo, coexisten máquinas de tipo *no-idle* con máquinas regulares. En la siguiente figura se puede observar como afectan estas restricciones al taller. Se puede ver como, entre otras cosas, el primer trabajo asignado a cada máquina normalmente tiene que retrasarse de manera que se pueda procesar junto con los demás sin interrupción. Se trata pues de una generalización del problema del taller de flujo que resulta ser mucho más complicada de tratar.

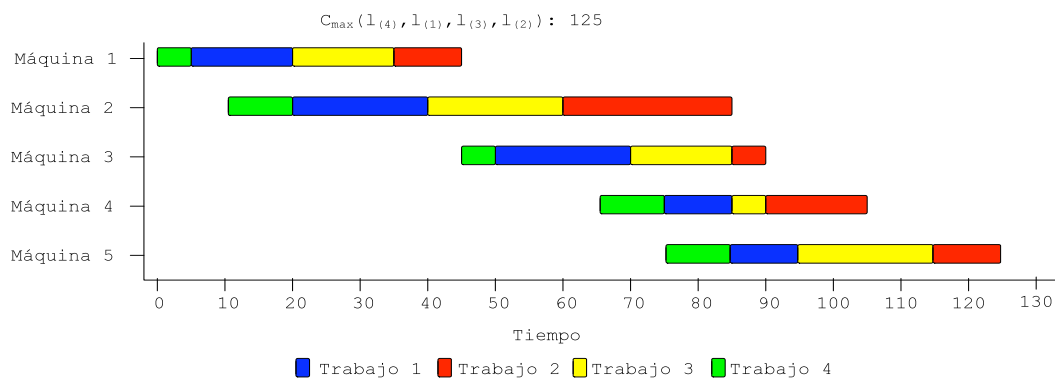


Figura 1 – Ejemplo del entorno puro.

2. Aportaciones del trabajo

El aspecto novedoso del trabajo se encuentra en la inédita formulación presentada para calcular el *makespan* en un entorno mixto con un coste computacional de $O(nm)$. Esto permite una alta velocidad en los cálculos y la aplicación de metaheurísticas eficientes para el problema. Por otro lado, se ha realizado una cuidadosa y exhaustiva revisión de los métodos existentes para el entorno puro. Además se proponen mejoras para muchos de ellos e incluso,

nuevos métodos. Posteriormente, se han comparado entre sí. Para el entorno puro se han comparado 12 métodos y para el mixto 4. Para la realización de las pruebas, se ha creado un gran conjunto de instancias dado que no existía ninguno en la literatura. La variable respuesta que se ha usado ha sido la desviación relativa porcentual (DRP) sobre el mejor resultado para cada instancia:

$$\text{Índice de Desviación Relativa (IDR)} = \frac{\text{Heu}_{\text{sol}} - \text{Best}_{\text{sol}}}{\text{Best}_{\text{sol}}} \times 100$$

Por motivos de espacio no es posible entrar en detalle sobre los diferentes métodos, entre otros se han implementado versiones del método KK de Kalczynski y Kamburowski (2005) o de la búsqueda local iterativa voraz (IG) de Ruiz y Stützle (2007).. No obstante, se muestran los resultados obtenidos para el entorno puro. En este entorno y de nuevo por brevedad, solo mostramos los resultados de los métodos heurísticos.

	NEH	NEH _{na}	SGM	KK	GH_BM	GH_BM2	FRB3	FRB4 ₄	FRB4 ₁₂
IDR medio	6,12	6,12	22,61	2,35	4,59	2,82	1,75	3,24	2,61
Tiempo medio (segundos)	0,077	5,834	0,114	41,447	21,551	0,229	19,190	0,680	1,596

Tabla 1 – Resultados finales de los métodos empleados para el entorno puro.

Como se puede apreciar, el método denominado NEH ha sido el que menos tiempo de media ha necesitado para dar un resultado aunque a costa de una peor calidad en las soluciones. En cuanto al mejor DRP medio, la heurística FRB3 que, curiosamente, es una extensión del NEH [2], ha sido la que mejor resultado a dado. A pesar de todo presenta un tiempo medio muy superior al resto de métodos. Si se tuviera que dar una solución compromiso en términos relativos nos quedaríamos con la GH_BM2, que se trata de una mejora sustancial a un método recientemente propuesto en la literatura [1]. Este método presenta un DRP medio de 2,82 y un tiempo medio de 0,229 segundos.

Como conclusión, hemos estudiado una variante del taller de flujo de permutación donde las máquinas no pueden parar. Se trata de una situación muy común en diversos procesos industriales. Hemos presentado resultados de varios métodos propuestos que superan holgadamente los resultados existentes en la literatura hasta este momento. Más detalles sobre los métodos implementados se pueden consultar en Ruiz y otros (2008) [3].

Referencias

- [1] Baraz, D. and Mosheiov, G. (2008). A note on a greedy heuristic for flow-shop makespan minimization with no machine idle-time. *European Journal of Operational Research*, 184(2):810–813.
- [2] Rad, S. F., Ruiz, R., and Boroojerdian, N. (2009). New high performing heuristics for minimizing makespan in permutation flowshops. *OMEGA, the International Journal of Management Science*, 37:331–345.
- [3] Ruiz, R., Vallada, E. y Fernández-Martínez, C. Scheduling in flowshops with no-idle machines. Informe técnico DEIOAC-2008-1. Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad. Universidad Politécnica de Valencia.