

Resecuenciación en talleres de flujo considerando múltiples eventos^{*}

Ketrina Katragjini, Eva Vallada, Rubén Ruiz

¹ Grupo de Sistemas de Optimización Aplicada, Instituto Tecnológico de Informática, Universidad Politécnica de Valencia, Edificio 7A, Camino de Vera S/N, 46021 Valencia, España. {ketrina, evallada, rruiz}@iti.es

Claves: taller de flujo, resecuenciación, estabilidad

1. Introducción

En un taller de flujo o *Flowshop* tenemos un conjunto de N trabajos, $N = \{1, \dots, n\}$, a procesar en M máquinas, $M = \{1, \dots, m\}$. Cada trabajo se tiene que procesar en todas las máquinas, siendo la secuencia de proceso la misma para todos los trabajos. En un problema de este tipo tenemos $n \cdot m$ operaciones y un número de secuencias posibles igual a $(n!)^m$. Las secuencias de fabricación indican el orden y los tiempos de inicio y fin de todos los trabajos en todas las máquinas. La secuenciación o “*scheduling*” es el proceso de creación de la secuencia de fabricación para un conjunto dado de trabajos y recursos. La resecuenciación o “*rescheduling*” es el proceso de actualización continua de la secuencia adaptándola a las circunstancias dinámicas del taller.

La mayoría de la literatura sobre la secuenciación de máquinas no considera las importantes características del entorno real de fabricación. Los trabajos de resecuenciación tampoco consideran todos los aspectos dinámicos del sistema de producción. Adicionalmente, existe una laguna importante entre la teoría y la práctica en problemas de secuenciación de máquinas (Aytug et al. 2005).

En este trabajo se presenta un banco de pruebas para evaluar distintos algoritmos de resecuenciación, se estudia el caso más realista de perturbación de la secuencia original mediante varios tipos de eventos que ocurren de manera simultánea, se proponen algoritmos que permiten obtener el mejor compromiso entre calidad y estabilidad de la solución.

2. Métodos de resecuenciación

Mediante simulación se han pregenerado tres tipos de eventos para todas las instancias de Taillard (Taillard, E. 1993). Los eventos simultáneamente considerados son: roturas de máquinas, llegadas de nuevos trabajos y retrasos en los inicios de los trabajos.

En cada instante en el cual se produce un evento, se lanzan varias metodologías de resecuenciación, de esta forma todos los algoritmos se enfrentan con idénticas condiciones en

^{*} Este trabajo está parcialmente subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, bajo los proyectos “OACS - Optimización Avanzada de la Cadena de Suministro” y “SMPA - Secuenciación Multiobjetivo Paralela Avanzada: Avances Teóricos y Prácticos” con referencias IAP-020100-2008-11 y DPI2008-03511/DPI, respectivamente.

el taller. La mejor solución de todas se selecciona como solución del actual evento y para lidiar con el siguiente evento.

2.1. Función objetivo

La función objetivo utilizada tiene la siguiente estructura: $Z = \alpha * M + (1 - \alpha) * I$

M representa la medida de eficacia estándar de secuenciación (*Makespan*), I la de estabilidad y α es un factor de peso que viene a modelizar las preferencias del decisor.

2.2. Algoritmos implementados

- Reparación : se reparan las operaciones afectadas, pero el orden de los trabajos no cambia
- Búsqueda local de inserción: se insertan todos los trabajos en todas las posiciones. Nos quedamos con la permutación parcial que da el mejor valor de la función Z (BL).
- Búsqueda local de inserción hasta mínimo local: se repite el procedimiento de inserción hasta mínimo local (BLMinLoc).
- Algoritmo voraz iterativo descrito en Ruiz y Stützle (2007) (IG).

3. Experimento computacional y resultados

Para la comparación se han usado las instancias de Taillard con los eventos generados en la fase de simulación. Para cada evento se lanzan los cuatro métodos y la mejor solución se guarda como solución actual para el siguiente punto de resecuenciación. Todos estos métodos han sido desarrollados en Delphi 2007 y ejecutados en ordenadores Core 2 Duo, 2,4 GHz con 2 GB de RAM. El algoritmo basado en el IG ha proporcionado siempre la mejor solución en todos los eventos y para todos los valores de α .

Tabla 1. Incremento porcentual medio sobre la mejor solución encontrada (IPM). $\alpha=0.5$.

	Reparación	BL	BLMinLoc	IG
IPM	97.36	12.17	5.74	0

Bibliografía

Aytug, H.; Lawley, M.A.; McKay, K.; Mohan, S.; Uzsoy, R. (2005). Executing production schedules in the face of uncertainties: a review and some future directions. *European Journal of Operational Research*, Vol. 16177, pp. 86-110.

Ruiz, R.; Stützle, T. (2007). A simple and effective iterated greedy algorithm for the permutation flowshop scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, Vol. 177, pp. 2033-2049 .

Taillard, E. (1993). Benchmarks for basic scheduling problems. *European Journal of Operational Research*, Vol. 64, pp. 278-285.