

Algoritmos de hormigas para un problema de equilibrado de líneas con restricciones temporales y espaciales

Joaquín Bautista, Jordi Pereira

joaquin.bautista@upc.es, jorge.pereira@upc.es, EPSEB-ETSEIB-UPC

Resumen

El presente artículo se centra en la aplicación de un procedimiento basado en colonias de hormigas para resolver un problema de equilibrado de líneas de montaje con restricciones adicionales de espacio en la línea. Se presenta el modelo estudiado y se propone la resolución de una de sus variantes mediante un algoritmo de hormigas.

Palabras Clave: Líneas de Montaje, Empaquetado, Algoritmos de Hormigas.

1. Introducción

Una línea de montaje está constituida por un número de estaciones de trabajo, m , dispuestas en serie y en paralelo, a través de las cuales fluye la obra en curso de un producto. La fabricación de una unidad de producto se divide en un conjunto V de n tareas; cada estación k ($1 \leq k \leq m$) tiene asignadas un subconjunto de tareas S_k ($S_k \subseteq V$) denominado carga de la estación k ; una tarea j sólo puede estar asignada a una estación. Cada tarea j requiere para su ejecución un tiempo de operación $t_j > 0$ que se determina en función de las tecnologías de fabricación y de los recursos empleados. También, la tecnología y la propia naturaleza del producto hacen que cada tarea j tenga un conjunto de tareas precedentes inmediatas, P_j , las cuales deben estar concluidas antes de que se inicie la tarea j .

Cada estación k presenta un tiempo de carga de estación $t(S_k)$ que es igual a la suma de las duraciones de las tareas asignadas a la estación k , y cada estación k dispone de un tiempo c , denominado tiempo de ciclo, para realizar las tareas que tiene asignadas. Este problema es conocido en la literatura como el problema SALBP, que ha recibido especial atención, [3], [2].

En general, los problemas de equilibrado de líneas de montaje ALBP (Assembly Line Balancing Problem) [3], están enfocados a agrupar de manera eficiente y coherente las tareas del conjunto V en estaciones de trabajo. En definitiva, se trata de conseguir una agrupación de tareas que minimice la ineficiencia de la línea o su tiempo muerto total y que respete todas las restricciones impuestas a las tareas y a las estaciones.

En diversas visitas realizadas a varias instalaciones vinculadas al sector de la automoción, hemos detectado que, adicionalmente a las limitaciones de

tiempo, pueden existir limitaciones espaciales en que se asocia a cada tarea j un área requerida a_j y a cada estación k un área disponible A_k que supondremos aquí idéntica para todas las estaciones.

Esto nos conduce a una familia de problemas, que denominamos TSALBP: Time and Space constrained Assembly Line Balancing Problem, que se puede presentar así: dados un conjunto de n tareas con sus atributos temporales t_j y espaciales a_j ($1 \leq j \leq n$), y un grafo de precedencias, cada tarea debe asignarse a una sola estación de manera que: (1) se satisfagan todas las restricciones de precedencia, (2) ningún tiempo de carga de estación, $t(S_k)$, sea mayor que el tiempo de ciclo c , y (3) ningún área requerida por estación, $a(S_k)$, sea mayor que el área disponible por estación, A .

En el presente trabajo, tras la descripción y formalización del problema, se propone una formulación matemática de una de las posibles variantes del problema. Posteriormente, se propone, para resolver el caso estudiado, un algoritmo de hormigas, basado en la heurística AS [1], que incluye elementos de otras metaheurísticas que han ofrecido buenos resultados en problemas de equilibrado. Tras ello, se realiza una experiencia computacional sobre una colección de instancias de referencia adaptadas al nuevo problema. Se comprueba la eficiencia del algoritmo comparando las soluciones ofrecidas con las presentes en la literatura para el caso SALBP-1 y, posteriormente, se muestran los resultados ofrecidos para el caso TSALBP-1, comprobándose la mayor dificultad computacional de dicho problema.

2. Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el CIDEM en el marco de un proyecto de investigación fruto del convenio 02CN03 entre la Cátedra Nissan UPC y la Generalitat de Catalunya. Agradecemos también la colaboración y facilidades prestadas por la empresa Nissan Motor Ibérica.

3. Bibliografía

- [1] Dorigo M., Maniezzo V., Colomi A. (1996). The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents. *IEEE Transactions on Systems, Man., and Cybernetics - Part B*, 26(1) 29-41
- [2] Hoffmann, T.R. (1992) Eureka. A hybrid system for assembly line Balancing. *Management Science*, 38(1), 39-47.
- [3] Scholl, A. (1999) *Balancing and Sequencing of Assembly Lines*, Physica-Verlag, Heidelberg