

# Heurísticas constructivas y de mejora local para la secuenciación de modelos mixtos de vehículos en líneas de montaje

Joaquín Bautista Valhondo<sup>1</sup>, Jaime Cano Belmán<sup>2</sup>

<sup>1</sup>joaquin.bautista@upc.edu, Nissan Chair ETSEIB, Universitat Politècnica de Catalunya

<sup>2</sup>jaime.cano-belman@upc.edu, Departament d'Estadística e Investigació Operativa, Universitat Politècnica de Catalunya

## Abstract

Este trabajo se centra en la secuenciación de productos mixtos en líneas de montaje con el propósito de minimizar la sobrecarga total de trabajo. Se parte de cuatro heurísticas constructivas y se proponen procedimientos de mejora con diferentes tipos de vecindario. En la experiencia computacional se muestra cual de los vecindarios ofrece mejores resultados para el problema.

**Palabras Clave:** Secuenciación, heurísticas, vecindarios

## 1. Introducción

Uno de los enfoques del problema de secuenciación de unidades mixtas en líneas de montaje es el propuesto por Yano y Rachamadugu [5]. Los autores usan el criterio de minimización de la sobrecarga de trabajo generada por las unidades que entran en secuencia a la línea. Dicha sobrecarga puede asimilarse al trabajo no realizado o al trabajo extra que deben hacer los denominados operarios utilitarios [3]. En [5], los autores se centran en ejemplares con una sola estación y dos tipos de producto y proponen una heurística de tipo greedy para ejemplares con  $K$  estaciones, cuya complejidad computacional es  $O(KN)$ .

Bolat y Yano [2] extienden el trabajo anterior con la propuesta de tres procedimientos: (1) el primero determina una subsecuencia cíclica (la situación del operario al inicio y final del esquema es la misma) que se replica, para construir la solución; (2) el segundo es un algoritmo greedy que procura, paso a paso, evitar la sobrecarga, combinando unidades; y (3) el tercer algoritmo, también greedy, intenta reducir el tiempo ocioso.

Tsai [4] plantea dos objetivos: minimizar el desplazamiento máximo del trabajador desde el origen de la estación y minimizar el trabajo no realizado. Considera, además, el tiempo que emplea el operario en desplazarse. El procedimiento propuesto tiene una complejidad computacional  $O(\log N)$ .

Los procedimientos incluidos en [2], [4] y [5] consideran sólo dos tipos de producto (un tipo con un tiempo de proceso mayor que el ciclo y otro con tiempo de proceso menor que el ciclo). Los procedimientos propuestos obtienen soluciones óptimas sólo en determinadas condiciones. En nuestro

trabajo consideramos más de dos productos y extendemos el análisis a múltiples estaciones, realizando una experiencia computacional con instancias tomadas de [3].

## 2. Procedimientos propuestos

Partiendo del procedimiento greedy propuesto en [1] (denominado *updown*) cuyo propósito es minimizar la sobrecarga, proponemos tres extensiones de éste para el caso de múltiples productos y múltiples estaciones. La propuesta incluye los conceptos de multi-ciclos (con desplazamientos alternativos del operario hacia el inicio y final de la estación), regeneración (recuperación de la posición inicial del operario en cada ciclo) y regularidad (mantener una carga homogénea a lo largo del tiempo).

## 3. Procedimientos de mejora

A los resultados obtenidos con los procedimientos constructivos se aplica un procedimiento de mejora local. Se han considerado dos tipos de vecindarios para analizar el efecto en la mejora. Para cada tipo de vecindario se hacen pruebas con diferentes valores para los parámetros.

## 4. Agradecimientos

Agradecemos a Spanish Operation of Nissan y a la Cátedra Nissan UPC el apoyo dado al presente trabajo. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto PROTHIUS DPI2004-03475 del Gobierno de España y por la CONACYT del Gobierno de México.

## 5. Bibliografía

- [1] Bautista, J., Cano J. y Pereira J. (2004). Minimización del trabajo perdido en líneas de montaje con productos mixtos y múltiples estaciones. SEIO 2004, Cádiz.
- [2] Bolat, A. y Yano, C. (1992). Scheduling algorithms to minimize utility work at a single station on paced assembly line. *Production Planning and Control* 3, 393-405.
- [3] Scholl, A., Klein, R. y Domschke W. (1998). Pattern based vocabulary building for effectively sequencing mixed-model assembly lines. *Journal of Heuristics* 4, 359-381.
- [4] Tsai, L.H. (1995). Mixed-model sequencing to minimize utility work and the risk of conveyor stoppage. *Management Science* 41, 485-495.
- [5] Yano, C.A. y R. Rachamadugu (1991). Sequencing to minimize work overload in assembly lines with product options. *Management Science* 37, 572-586.