

Nuevas heurísticas empíricamente ajustadas para la resolución del problema de equilibrado de líneas de montaje con múltiples operarios y tiempos de tarea dependientes

New empirically adjusted heuristics for solving the multi-manned assembly line balancing problem with dependent task times

Eric Andreu-Casas, Alberto García-Villoria y Rafael Pastor-Moreno
Universitat Politècnica de Catalunya (España)

DOI: <https://doi.org/10.6036/11053>

Las líneas de montaje con varios operarios se utilizan en las industrias manufactureras que procesan un elevado volumen de piezas de gran tamaño, como por ejemplo el sector automovilístico (Fig. 1). Una línea de montaje está formada por una secuencia de estaciones a través de las cuales fluyen las piezas. En cada estación hay múltiples trabajadores realizando simultáneamente diferentes tareas con la posibilidad de interferir entre sí, lo que podría aumentar los tiempos de proceso de las tareas. En este caso, distribuir un conjunto de tareas entre las estaciones que componen la línea corresponde a resolver el problema de equilibrado de líneas de montaje con múltiples operarios y con tiempos de tarea dependientes del número de trabajadores en la estación. Uno de los objetivos es minimizar el número de trabajadores y estaciones de la línea, considerando que las piezas permanecen en cada estación durante un tiempo determinado.

Para su resolución se ha propuesto la heurística greedy HEUR_PART [1], que

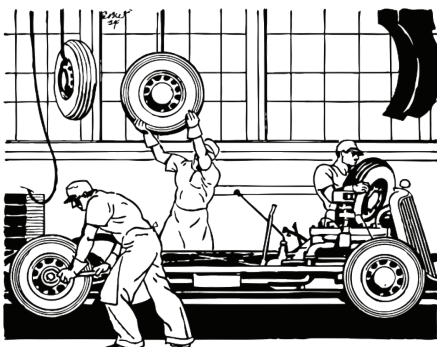


Fig. 1. Línea de montaje con varios operarios [fuente: pixabay.com].

ordena las tareas según un conjunto de reglas de prioridad; por ejemplo, en orden decreciente del tiempo de proceso o del número de tareas sucesoras.

En Andreu-Casas et al. [2] se proponen nuevas heurísticas greedy que obtienen mejores resultados que cualquiera de los procedimientos publicados. Dichas heurísticas se basan en elaborar nuevas reglas de prioridad a aplicar con HEUR_PART.

Estas nuevas reglas de prioridad consideran diversos atributos de decisión (entre otros, los tiempos de proceso y el número de tareas sucesoras) y varios parámetros reales que inciden sobre los atributos de decisión (por ejemplo, multiplicándolos). Según el valor que se asigne a dichos parámetros, se pueden generar infinitas de reglas de prioridad y, así, heurísticas. Para calibrar los valores de los parámetros se utiliza EAGH, un procedimiento que diseña heurísticas greedy empíricamente ajustadas.

Asimismo, en [2] se presenta EAGH-CKTL, un nuevo procedimiento basado en combinar EAGH con el concepto del cóctel de heurísticas. EAGH-CKTL parte de un grupo de heurísticas rápidas ya existentes y diseña nuevas heurísticas que mejoran el rendimiento del grupo.

En la presente nota técnica se proporcionan datos y conclusiones sobre el proceso de calibración de las heurísticas diseñadas en [2], uno de los pasos clave en EAGH y EAGH-CKTL. Para la calibración, es necesario definir los valores iniciales que deben tomar los parámetros que inciden sobre los atributos de decisión. Según la experiencia computacional, se concluye que en EAGH las mejores heurísticas finales se obtienen partiendo de valores que dan más importancia a los atributos que funcionan mejores por sí solos. En cambio, en EAGH-CKTL, se diseñan mejores heurísticas finales partiendo de valores que generan una regla de prioridad lo más diferente posible al resto de heurísticas ya

que, aunque la heurística pueda tener un rendimiento medio inferior, podría obtener la mejor solución en casos concretos donde las otras heurísticas funcionan peor.

Respecto a los tiempos de calibración, las heurísticas elaboradas mediante EAGH necesitaron 35 horas en promedio para ser calibradas, mientras que las creadas con EAGH-CKTL emplearon 29 horas de media. Aunque el tiempo necesario para calibrar las heurísticas es elevado, debe considerarse que este paso sólo debe realizarse una vez.

Los experimentos computacionales en [2] muestran la eficacia de utilizar EAGH y EAGH-CKTL en el diseño de heurísticas. En futuras investigaciones, se pueden estudiar otras variantes del problema que representen situaciones más cercanas a la realidad. Por ejemplo, considerando que ciertas tareas deban ser realizadas por más de un operario o incorporando la diferenciación entre trabajadores humanos y robots. También se podría adaptar el problema para aplicarlo a líneas de montaje concretas, añadiendo restricciones específicas de dicha línea.

REFERENCIAS

- [1] Andreu-Casas, E., García-Villoria, A. & Pastor, R. (2022). Multi-manned assembly line balancing problem with dependent task times: a heuristic based on solving a partition problem with constraints. *European Journal of Operational Research*, 302(1), 96-116. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.12.002>.
- [2] Andreu-Casas, E., García-Villoria, A. & Pastor, R. (2023). SOLVING THE MULTI-MANNED ASSEMBLY LINE BALANCING PROBLEM WITH DEPENDENT TASK TIMES BY MEANS OF EMPIRICALLY ADJUSTED GREEDY HEURISTICS (EAGH). *DYNA Management*, 11(1). <https://doi.org/10.6036/MN10905>.