

Artículo

Metodología de distribución de plantas en ambientes de agrupación celular

Cielo Pantoja^a, Juan Pablo Orejuela^b y Juan José Bravo^{b,*}^a Investigadora, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Cali, Colombia^b Profesor Asociado, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Cali, Colombia

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 17 de septiembre de 2016

Modificado el 21 de enero de 2017

Aceptado el 28 de marzo de 2017

Códigos JEL:

C61

Palabras clave:

Distribución de plantas

Tecnología de grupos

Manufactura flexible

RESUMEN

Este artículo propone una metodología para la distribución de plantas en sistemas de manufactura flexible, basada en métodos cuantitativos para agrupación de familias, formación de células de manufactura y el uso de técnicas multicriterio. Respecto a la agrupación de productos, se consideraron criterios geométricos y se usó un modelo *p*-mediana modificado para la creación de células. De esta forma, la distribución de planta apropiada se escogió utilizando el proceso analítico jerárquico, evaluando diferentes alternativas obtenidas con el modelo *Quadratic Assignment Problem*, que considera el número deseado de células a formar y los coeficientes de similitud empleados para la agrupación celular. La metodología propuesta se probó a través de un caso real, verificándose la conveniencia del procedimiento en una empresa colombiana del sector metalmeccánico.

© 2017 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Universidad ICESI. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Plant layout methodology in cellular manufacturing systems

ABSTRACT

This article proposes a plant layout methodology for flexible manufacturing systems, based on quantitative methods used to clustering product families, manufacturing cell formation and finally using multicriteria techniques. Fore product clustering, geometric criteria were taken into account and a modified *p*-median model was used for the formation of cells. Thus, the appropriate layout of facilities was chosen using the Analytic Hierarchy Process, evaluating different alternatives obtained from the *Quadratic Assignment Problem* model, which takes into account the desired number of cells to be created and the similarity coefficients used for cell clustering. The proposed methodology was tested through an actual case, being verified the suitability of the procedure in a Colombian company from the metalworking sector.

© 2017 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Universidad ICESI. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

JEL classification:

C61

Keywords:

Plant layout

Cluster technology

Flexible manufacturing

* Autor para correspondencia. Universidad del Valle, Calle 13 No 100-00, Edificio 357, Oficina 2007-2, Cali, Colombia.
Correo electrónico: juan.bravo@correounivalle.edu.co (J.J. Bravo).

A metodologia de distribuição de plantas em ambientes de agrupação celular

R E S U M O

Classificações JEL:
C61

Palavras-chave:
Distribuição de plantas
Tecnologia de grupos
Fabricação flexível

Este artigo propõe uma metodologia para a distribuição de plantas em sistemas de fabricação flexível baseada em métodos quantitativos para a agrupação de famílias, a formação de células de fabrico e a utilização de técnicas multicritério. Em relação à agrupação de produto, foram considerados critérios geométricos e foi usado um modelo de p-meio modificado para a criação de células. Assim, a distribuição apropriada de planta foi escolhida utilizando o Processo Analítico Hierárquico avaliando diferentes alternativas obtidas com o modelo de Quadratic Assignment Problem, que leva em consideração o número de células desejado de células para formar e os coeficientes de similaridade utilizados para a agrupação celular. A metodologia proposta foi testada através de um caso real verificando-se a adequação do procedimento em uma empresa colombiana do sector metalúrgico.

© 2017 Publicado por Elsevier España, S.L.U. em nome de Universidad ICESI. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

En mercados que exigen gran competitividad, la administración de los negocios se enfrenta a decisiones y problemas que deben resolverse de manera estratégica para el mantenimiento exitoso de las compañías. Entre esas decisiones es de gran relevancia el satisfacer las necesidades de los clientes externos en cuanto a la calidad del producto y al servicio, siendo el cumplimiento en las entregas un elemento de gran impacto (Davis-Sramek, Mentzer y Stank, 2008).

El cumplimiento en las entregas se asocia en gran medida a la organización de los procesos de manufactura, que a su vez contribuye a la mejor utilización de recursos de una planta. Una de las herramientas para la mejora de los procesos es la planificación del *layout*, con la cual se pueden mejorar los tiempos de producción, la productividad y la eficiencia, pudiéndose además disminuir los costos de manejo de materiales (Drira, Pierreval y Hajri-Gabouj, 2007).

Debido a la flexibilidad que requieren los mercados actuales, que tienen gran variedad de productos y bajos volúmenes de producción, se aplica ampliamente la filosofía de la manufactura celular y flexible (Mahdavi, Teymouria, Baher y Kayvanfar, 2013; Dixit y Gupta, 2013), la cual permite agrupar un número de piezas comunes para procesarlas en una célula compuesta de las máquinas necesarias para producirlas. En especial, se aplica en sectores como el metalmeccánico, utilizando la distribución celular, lo que le permite mejorar la eficiencia de los procesos (Wemmerlov y Johnson, 1997).

Los entornos metalmeccánicos son regularmente del tipo *Job Shop* y pueden contar con gran número de máquinas y gran variedad de productos que se caracterizan por tener diferentes rutas de paso, aspecto que dificulta el acomodar las máquinas en un orden específico de flujo. Esto obliga a preguntarse dónde ubicar cada máquina teniendo en cuenta que puede ser usada por distintos productos, con diferentes rutas y demandas. Lo anterior conlleva un problema de localización de máquinas, problema que tradicionalmente se ha resuelto con métodos heurísticos y exactos, donde uno de los más conocidos es el *Quadratic Assignment Problem* (QAP) (Koopmans y Beckmann, 1957; Liggett, 2000). Según Liggett (2000), el QAP tiene una alta complejidad que puede desencadenar infactibilidades y altos tiempos computacionales. Es por ello que las agrupaciones de productos y de máquinas, previo al uso del QAP, representan estrategias de disminución de complejidad.

En este artículo se presenta una metodología para distribución en planta útil en ambientes de manufactura flexible, siendo posible trabajar con un gran número de máquinas, factor que usualmente incrementa la complejidad haciendo difícil el uso aislado del

algoritmo QAP, que ha demostrado ser No Polinomial-duro (NP-duro) en cuanto a su complejidad (Cela, 2013), requiriéndose en este caso nuevas estrategias de solución. Por lo tanto, se propone una estrategia metodológica novedosa, agrupando primero las máquinas mediante un modelo p-mediana modificado, ajustando el modelo p-mediana tradicional de Kusiak (1987), para luego aplicar el QAP a un problema más reducido.

El p-mediana modificado propuesto, que es distinto al formulado por Won y Lee (2004), permite agrupar más de una misma máquina en una célula o grupo, y el agrupamiento está influenciado por distintos coeficientes de similaridad (Yin y Yasuda, 2006). El presente artículo muestra por primera vez un proceso de solución en cascada, donde con cada coeficiente de similaridad se obtiene, a través del modelo p-mediana modificado propuesto, un nuevo agrupamiento, y cada agrupamiento alimenta el algoritmo QAP que arroja una configuración óptima de máquinas. Las configuraciones así obtenidas, cambiando el coeficiente de similaridad, son comparadas y rankeadas con el método multicriterio *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Yang y Kuo, 2003; Hadi-Vencheh y Mohamadghasemi, 2013), para finalmente decidir por la mejor distribución de la planta.

En la literatura revisada sobre metodologías de distribución en planta no se ha encontrado una asociación similar a la antes presentada entre un método multicriterio y el QAP con un enlace con el modelo p-mediana modificado desarrollado, y para ello se puede revisar, por ejemplo, a Yang y Kuo (2003), Yang y Hung (2007a), Salazar, Vargas, Añasco y Orejuela (2010) y Karande y Chakraborty (2014).

Dado lo anterior, el artículo se esquematiza de la siguiente manera: la sección 2 explica de manera ampliada el esquema metodológico elegido, en la sección 3 se explica el p-mediana modificado, y la sección 4 explica el método QAP y el método multicriterio. La sección 5 presenta los resultados de la aplicación de la metodología propuesta en un caso de estudio real, y la sección 6 muestra las conclusiones.

2. Metodología

Se propone una metodología basada en la combinación de varios métodos que abordan de manera jerárquica y concatenada una serie de subproblemas asociados a la elección de la mejor distribución de planta. La figura 1 esboza la estrategia metodológica general.

Teniendo como referente de un sistema de manufactura flexible a cualquier empresa del sector metalmeccánico, se tiene que ellas manejan grandes cantidades de ítems, y por ello se establece conveniente empezar por hacer un primer tipo de agrupamiento de

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/7407670>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/7407670>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)