

Los Modelos Matemáticos y el Sistema de Información para Planificación Jerárquica de la Producción

**Andrés Boza García¹, Angel Ortiz Bas²,
Eduardo Vicens Salort³, M^adel Mar Alemany Diaz⁴**

Centro de Investigación de Gestión e Ingeniería de la Producción (CIGIP), Universidad Politécnica de Valencia, Cami de Vera s/n, 46002, Valencia

¹ aboza@cigip.upv.es ² aortiz@cigip.upv.es ³ evicens@cigip.upv.es ⁴ mareva@cigip.upv.es

Resumen

Los Sistemas de Planificación Jerárquica de la Producción (PJP) permiten la planificación de la producción siguiendo un enfoque jerárquico asociado a los distintos niveles de decisión existentes en las organizaciones. Los trabajos sobre PJP se centran principalmente sobre los aspectos de modelado y las relaciones entre los distintos modelos de la jerarquía. El sistema de información que da soporte al sistema de PJP aparece en la mayoría de los casos en un segundo plano como una herramienta necesaria para su resolución. En la presente comunicación se exponen los motivos que nos ha llevado a seguir una nueva línea de investigación desde la perspectiva del Sistema de Información que soporta al Sistema de Planificación Jerárquica de la Producción.

Palabras clave: Planificación Jerárquica de la Producción, Sistemas de Información, Decision Support System (DSS)

1. Introducción

Los Sistemas de Planificación Jerárquica de la Producción (PJP) descomponen las decisiones que se toman en el contexto de la Planificación de la Producción en subproblemas. Cada subproblema se asocia a los distintos niveles de decisión existentes en la organización. Las decisiones que se toman en los niveles superiores, son decisiones agregadas que imponen restricciones sobre los niveles de decisión inferiores.

La Planificación Jerárquica de la Producción se puede ver desde la perspectiva de una cascada de modelos matemáticos asociados a los distintos niveles organizacionales de decisión, pero también desde la perspectiva del sistema de información del que toman los datos, al que devuelven información y en el que se apoya la jerarquía de decisión para enlazar los diferentes modelos matemáticos.

La presente comunicación pretende divulgar los motivos que nos ha llevado a seguir una nueva línea de investigación (desde la perspectiva del sistema de información que soporta al Sistema de Planificación Jerárquica de la Producción) entorno a la definición de una Arquitectura de Sistema de Información de Ayuda a la Toma de Decisiones en Planificación Jerárquica de la Producción.

2. Resolución de Modelos Matemáticos

El modelo matemático describe el problema por medio de variables que son representaciones abstractas de aquellos elementos del problema que necesitan ser considerados con el fin de evaluar las consecuencias de poner en marcha una decisión.

Para cada nivel de la jerarquía, se define un modelo matemático que permita obtener resultados sobre la planificación en dicho nivel. Estos modelos matemáticos son de diferentes tipos (programación lineal, entera,...), y están enlazados con otros modelos a través de la jerarquía de niveles establecida.

La manera en que los modelos matemáticos de programación matemática se han aplicado ha sido siguiendo una serie de etapas, también conocido como ciclo de modelado de programación matemática (Domínez-Ballesteros, 2002):

- 1) Conceptualización: Contenido y puntos relevantes del problema sin pensar en formulación matemática.
- 2) Forma algebraica: Formulación matemática del problema.
- 3) Forma legible por el ordenador: representación numérica de los datos en filas y columnas.
- 4) Traductor: Herramienta informática capaz de conectar el modelo algebraico con el modelo algorítmico del ordenador.
- 5) Solución: El motor de resolución alberga el algoritmo de resolución, este es capaz de interpretar y procesar la matriz de datos, para obtener el resultado óptimo del modelo o informar que el modelo no es solucionable.
- 6) Análisis de la solución. Después de procesado por el motor de resolución los resultados se almacenan en un fichero de solución. La información que se incluye es el valor de las variables de decisión, el valor que se obtiene de la función objetivo y otros valores relacionados con la solución.

Los esfuerzos en el campo del modelado matemático buscan facilitar su utilización, por ello aparecen los entornos de modelado y los lenguajes de modelado. Estos entornos de modelado están soportados por los ordenadores, y los lenguajes de modelado son interpretados directamente por aplicaciones informáticas.

2.1. La integración con el Sistema de Información

La tecnología de base de datos resulta un elemento principal en el almacenamiento de los datos y en el análisis de los mismos para la programación matemática. Desde el punto de vista de análisis de los datos, los entornos de modelado conectados a sistemas de bases de datos están ganando aceptación como herramientas de ayuda a la toma de decisiones.

Desde el punto de vista del almacenamiento de los datos aparece el modelado de los datos como herramienta necesaria para extraer y clasificar los datos disponibles en el sistema de información relativos al problema

El proceso de modelado de los modelos matemáticos se realiza mediante entornos de propósito general, que facilitan el desarrollo del modelo para su implementación mediante herramientas informáticas. El entorno de modelado comprende: los modelos, los datos, las herramientas software y las herramientas hardware.

Los constructores lógicos que juegan un papel de interacción del sistema de información y las tecnologías de decisión son:

- Modelo de datos: Representa la estructura interna y la presentación externa de los datos.
- Modelo de decisión: Recoge la elaboración de los modelos. Estos modelos se utilizarán para evaluar posibles decisiones en un dominio de problemas.
- Modelo de análisis e investigación: Se trata de la instanciación del modelo de decisión con datos, la evaluación del modelo y sus resultados.

Los Sistemas de Ayuda a la toma de Decisiones (DSS) propuestos en Geoffrion (1995), y Maturana (2004), ilustran los componentes arquitectónicos de los mismos: Interface de usuario, Sistema gestor de base de datos, Motor de resolución, Generador del problema, Interprete de la solución, Gestor del escenario.

En muchos modelos de programación matemática hay un enlace directo entre el conjunto de índices que forman el problema de decisión y la estructura de datos utilizada para instanciar el modelo. La separación de estos dos modelos permite (Domínez-Ballesteros, 2002):

- Grandes volúmenes de datos son gestionados y mantenidos por sistemas de bases de datos, separados del sistema de modelado de programación matemática.
- Los modelos de decisión pueden ser instanciados con diferentes conjuntos de datos.
- La información utilizada para desarrollar el sistema de ayuda a la decisión esta normalmente disponible en la base de datos de la empresa. De forma que es fácil extraer la información necesaria desde la base de datos de la empresa y utilizarla directamente por el DSS.
- Existen un conjunto de herramientas analíticas para los sistemas de bases de datos y data marts que pueden ser utilizadas para facilitar el análisis de los resultados.

3. Los Sistemas de Información para la Planificación Jerárquica de la Producción

Los sistemas de planificación y control de la producción han cambiado con la incorporación de las Tecnologías de la Información y los Sistemas de Información. El sistema de información se ha convertido en un elemento clave en los sistemas de planificación de la producción.

Desde los primeros trabajos en Planificación Jerárquica de la Producción se muestra la importancia que tiene el Sistema de Información que debe soportarlo, por ejemplo Hax y Meal (1973) incluye en su parte de implementación los aspectos técnicos que permiten la transformación del sistema en procedimientos, entradas y salidas de programas de ordenador.

En la mayoría de propuestas surgidas en el campo de Planificación Jerárquica de la Producción se ha incorporado el aspecto relativo al Sistema de Información que lo soporta. Es el caso del COMS (Computer Based Operations Management Systems) desarrollado en el MIT adaptado a la toma de decisiones jerárquica (Bitran y Hax, 1977), y de los trabajos de Doumeingts, et al (1978), Lario y Vicens (1990), Davis y Thompson (1993), Tsubone, et al (1995), Artiva y Aghezzaf (1997), Wezel y Jorna (1999), Vicens (2001), Alemany (2003).

En los trabajos indicados el Sistema de Información aparece en un segundo plano, como herramienta que da soporte a una propuesta de decisión jerárquica, y no desde una perspectiva de análisis del sistema de información en si mismo.

4. Conclusiones

Los motivos que nos han llevado a trabajar en una Arquitectura de Sistema de Ayuda a la Toma de Decisiones para la Planificación Jerárquica de la Producción son:

- Existen muchos trabajos centrados en los modelos y en las estructuras organizativas, y pocos en los aspectos de sistema de información.
- Los entornos de modelado soportados por ordenador están facilitando la utilización de herramientas de modelado a un mayor número de personas, de igual modo, es presumible que un acercamiento de estos instrumentos a los Sistemas de Planificación Jerárquica de la Producción permitan una mayor facilidad de uso, y como consecuencia, un uso más generalizado.
- La definición de una Arquitectura facilita las fases de ingeniería de estos sistemas, facilitando su reutilización y la operatividad del mismo.

Es por ello, que estamos trabajando en una Arquitectura de Sistema de Ayuda a la Toma de Decisiones para la Planificación Jerárquica de la Producción, basado en los DSS para el modelado matemático y que permita incorporar la problemática asociada a la jerarquía de decisiones en PJP. La integración del DSS para PJP (y más concretamente su modelo de datos) con el Sistema de Información de la Organización constituye un punto crítico y de sumo interés para el adecuado funcionamiento del sistema.

La arquitectura del sistema de información debe dar soporte a las fases de ingeniería del sistema de planificación jerárquica de la producción que se pretende realizar, así como, a la fase de operación del mismo.

El sistema de ayuda a la toma de decisiones debe ser dinámico y adecuarse a los distintos problemas y entornos de decisión, por ello, es en la parte de ingeniería, donde se incluyen los elementos necesarios para la definición, en un entorno concreto, de la jerarquía de decisión. Esto conlleva a que si se pretende tener un sistema de información de ayuda a la toma de decisiones en PJP que sea flexible para poder adecuarse rápidamente a los cambios, es necesario facilitar la tarea de construcción y adecuación del modelo jerárquico.

Se pretende no tener un sistema rígido, donde una vez construido no pueda ser fácilmente modificado. Por el contrario, se persigue un sistema escalable, donde la construcción de nuevos modelos pueda ser realizada tomando componentes de modelos ya realizados.

Referencias

Alemany, M.E.. (2003). *Metodología y Modelos para el Diseño y Operación de los Sistemas de Planificación Jerárquica de la Producción. Aplicación a una Empresa del Sector Cerámico*, Tesis, Universidad Politécnica de Valencia

Artiba,A., Aghezzaf,E.H.(1997) An architecture of a multi-model system for planning and scheduling, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol.10, nº5, Pag.380-393

- Bitran,G.R., Hax,A.C.(1977). On the design of hierarchical production planning systems, *Decision Science*, Vol.8 Pag.28-55
- Davis,W.J., Thompson,S.D.(1993). Production Planning and Control Hierarchy using a Generic Controller, *IIE Transactions*, Vol. 25 n° 4 Pag.26-44
- Dominguez-Ballesteros,B., Mitra, G., Lucas, C., Koutsoukis, N-S. (2002). “Modelling and solving environments of mathematical programming (MP): a status review and new directions”, *Journal of the Operation Research Society*, n° 53, Pag. .1072-1092.
- Doumeings,G., Pun,L., Mondain,M., Breuil,D. (1978). “Decision-making systems for production control planning and scheduling”, *International Journal of Production Research*, Vol.16, n°2, 137-152
- Geoffrion, A.M., Maturana, S. (1995). “Generating optimization-based decision support systems”, *28th Hawaii International Conference on System Sciences*, Vol.3, Pag.439-448
- Hax,A., Meal,H.C. (1973). “Hierarchical Integration of Production Planning and Scheduling”, en *Sloan Working Papers*, ed. MIT, Pag.656-673
- Lario,F.C., Vicens, E.,(1990) Integrated System of MRP II Matriz-Based Hierarchical Planning: Its Computerized Implantation, En: Companys,R., Falster,P.,Burbidge,J.L. (Eds.) *Databases for Production Management*, Elsevier Science Publishers, Noth-Holland
- Maturana, S., Ferrer, J-C., Baraño, F. (2004). “Design and implementation of an optimization-based decision support system generator”, *European Journal of Operation Research*, Vol.154, Pag. 170-183
- Tsubone,H., Matsuura,H., Kimura,K.(1995). Decision Support System for production planning –Concept and prototype, *Decision Support Systems*, n°13, Pag.207-217
- Vicens,E., Alemany,M.E., Andrés,C., Guarch,J.J. (2001). “A design and application methodology for hierarchical production planning decision support systems in an enterprise integration context”, *International Journal of Production Economics*, n°74. Pag. 5-20.
- Wezel, W., Jorna, R.J.(1999) The SEC-system reuse: support for scheduling system development, *Decision Support Systems*, Elsevier, n°26,Pag.67-87