

Swarm Intelligence para un Modelo de Optimización de Stocks basado en Reposiciones Conjuntas y Descuentos por Cantidad

Orlando Durán, Sergio Soto C.,
Escuela de Ingeniería Mecánica, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,
Quilpue, V region, Chile
orlando.duran@ucv.cl, and1keko@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta la definición y solución de un modelo de optimización usando técnicas basadas en el algoritmo Particle Swarm Optimization (PSO) u Optimización por Enjambre de Partículas. El modelo presentado es el llamado problema de reaprovisionamiento conjunto (Joint Replenishment Problem) en un sistema que opera con descuentos por cantidad. Se presentan los resultados en problemas cuyo tamaño hacen difícil o imposible conocer la solución óptima (por búsqueda exhaustiva), además de presentar comparaciones con los resultados obtenidos a través de Algoritmos Genéticos.

Palabras clave:

Metaheurísticas, Enjambre de Partículas, Joint Replenishment Problem, Descuentos por Cantidad, Optimización Combinatorial.

Abstract

This paper presents the definition and solution of an optimization model using techniques based on Particle Swarm Optimization algorithm (PSO) or Particle Swarm Optimization for. The model is called the joint replenishment problem (Joint Replenishment Problem) in a system that operates with quantity discounts. We present results on problems whose size makes it difficult or impossible to know the optimal solution (by exhaustive search) as well as presenting comparisons with results obtained through genetic algorithms.

Keywords:

metaheuristics, particle swarm, Joint Replenishment Problem, Quantity Discounts, Combinatorial Optimization.

Introducción

Goyal [1] presentó una heurística para resolver el Joint Replenishment Problem, (JRP), problema del reaprovisionamiento conjunto, en situaciones de multiproducto adquiridos del mismo proveedor. Si bien es cierto, en la literatura anterior el trabajo de Shu [2] ya trata el JRP, pero para dos ítems, desde esos dos trabajos, una gran cantidad de artículos tratan de este problema usando diversos supuestos. Una revisión exhaustiva de la literatura hasta fines de los ochenta puede ser encontrada en Goyal y Satir [3]. Los principales supuestos que se mencionan en la literatura, para abordar el JRP, pasan por el tipo de agrupamiento de los ítems, hecho éste de manera directa (Direct Grouping strategy – DGS) y la del agrupamiento indirecto (Indirect Grouping Strategy – IGS). Otra forma de variantes

sobre el problema JRP es el comportamiento de la demanda. Así, existen estrategias de solución para demanda constante, demanda estocástica y demanda dinámica. Uno de las heurísticas clásicas para el problema es conocido como el RAND (Kaspi y Rosenblatt, [4]).

Más recientemente aparecen algunas estrategias basadas en algoritmos evolutivos para solucionar el JRP. Khouja [5] desarrollan un algoritmo genético (Genetic Algorithm – GA) y lo comparan su desempeño con el del RAND. Del punto de vista del JRP bajo demanda con comportamiento estocástico, dos políticas se destacan en la literatura. Johansen y Melchior [6] consideran una política de reaprovisionamiento periódico y una política del tipo “can-order”. Para el caso de demanda dinámica, el trabajo de Boctor [7] presenta un procedimiento que combina diversas heurísticas presentando excelentes resultados.

Otros trabajos para casos especiales del JRP son presentados por Klein y Ventura [8] que resuelven el problema con tiempo de reaprovisionamiento y con tiempo discreto. Khouja et al. [5] resuelven el problema bajo la condición de disminución continua de los costes unitarios de los ítems. Otros trabajos han sido presentados problemas operacionales que incluyen el JRP como un subproblema. Siajadi et al. [6] desarrollaron un modelo para optimizar las decisiones de inventarios de un proveedor que repone conjuntamente n piezas que son usadas para producir un producto final. Chan et al. [7] desarrollan un modelo de solución para el agendamiento (scheduling) de entregas desde un proveedor a muchos clientes que usan el JRP para hacer sus reaprovisionamientos. Otros trabajos apuntan al JRP con ciertas restricciones, por ejemplo, Hoque [8] abordan el JRP con restricciones presupuestarias y capacidad de almacenamiento y transporte definido.

Los trabajos de Porras y Dekker [10] abordan el JRP con minimización de las cantidades pedidas. Bayindir et al. [11] incorporan costes variables de producción al JRP. Otros autores abordan el problema JRP con aspectos de obsolescencia (Goyal y Giri, [12]). Siajadi et al. [13] aborda el JRP con calidad imperfecta, o sea que parte de los ítems llegados pueden contener algunos defectos. Finalmente, podemos considerar que solo existe un único trabajo que aborda el JRP con existencia de descuentos por cantidad (Cha y Moon, 2005, [14]). El mencionado trabajo presenta un modelo que usa dos proposiciones para desarrollar dos algoritmos de solución. Estos algoritmos fueron probados en un total de 1600 problemas generados aleatoriamente.

Del punto de vista del uso de algoritmos evolutivos para el JRP, podemos citar a Hong y Kim [15], quienes desarrollaron un algoritmo genético para abordar el problema de solucionar el JRP relajando la restricción de que el ciclo de reaprovisionamiento sea múltiplo del ciclo del ítem que tiene mayor frecuencia entre los considerados en el sistema. Con esto, según los autores, se logra una mayor precisión en el cálculo del coste del sistema. Leung et al. [16] presenta una extensión al problema JRP clásico con multi-cliente y multi-item. Propone y prueba una combinación de simulated annealing (SA)-genetic algorithm y (GA) llamado SAGA. Los autores prueban la aplicabilidad de la estrategia sugerida en un banco de Hong Kong. Chan et al. (2003) [17] presenta una extensión al problema JRP clásico con multi-cliente y multi-item. Propone un algoritmo genético.

Khouja (2000) [18] compara el desempeño de un algoritmo genético frente al JRP con el comportamiento del RAND. Olsen (2005) [19] usa un algoritmo genético para el problema JR usando el concepto de agrupamiento directo. Según su autor, este algoritmo supera al algoritmo tradicional (RAND) en situaciones donde el cociente entre el coste fijo de ordenar y el coste variable de ordenar es considerado alto. En 2008, Olsen [20] ahonda en el uso de AG frente al problema JRP, de esta vez aborda la situación donde los costes de ordenar un ítem dependen de los otros ítems que serán reaprovisionados en conjunto (costes interdependientes). Dye y Hsieh (2010) [21] prueban la eficiencia de usar otro algoritmo evolutivo, el de Enjambre de Partículas (Particle Swarm Optimization) en un problema JR.

Conclusiones

La mayor diferencia entre este trabajo y trabajos previos yace en que este proyecto combina el problema del reaprovisionamiento conjunto con la existencia de descuentos en el coste unitario de los ítems en función de la cantidad adquirida. Sólo existe un trabajo en la literatura que presenta un modelo para esta situación. Sin embargo, el mecanismo de solución presentado es una heurística que sólo considera una cantidad limitada de ítems.

No se encuentran trabajos anteriores en la literatura que se hayan dedicado al uso de estas técnicas en la optimización de situaciones con una gran cantidad de ítems. El modelo fue evaluado, solucionado y comparado usando métricas establecidas en la literatura. Este tipo de problemas se aplican en situaciones donde las empresas desean sacar partido de las economías de escala, optimizando a su vez los costes de ordenar. Estos últimos pueden traducirse por ejemplo en costes de embarque, tramitación o en locales de difícil acceso, tales como faenas mineras o en construcción de grandes obras civiles.

Referencias

- [1] Goyal S (1974) Determination of optimum packaging frequency of items jointly replenished. *Management Science* 23: 436–443
- [2] Goyal S, Satir A (1989) Joint replenishment inventory control: deterministic and stochastic models. *European Journal of Operational Research* 38: 2–13
- [3] Kaspi M, Rosenblatt M (1991) On the economic ordering quantity for jointly replenished items. *International Journal of Production Research* 29: 107–114.
- [4] Khouja M, Michalewicz Z, Satooskar S (2000) A comparison between genetic algorithms and the RAND method for solving the joint replenishment problem. *Production Planning & Control* 11: 556–564
- [5] Johansen and Melchior, 2003 S.G. Johansen and P. Melchior, Can-order policy for the periodic review joint replenishment problem, *Journal of the Operational Research Society* 54 (2003), pp. 283–290.
- [6] Boctor, G. Laporte and J. Renaud, Models and algorithms for the dynamic demand joint replenishment problem, *International Journal of Production Research* 42 (2004), pp. 2667–2678
- [7] C. M. Klein and J. A. Ventura , An Optimal Method for a Deterministic Joint Replenishment Inventory Policy in Discrete Time, *The Journal of the Operational Research Society* Vol. 46, No. 5 (May, 1995), pp. 649-657
- [8] M. Khouja, Z. Michalewicz and S. Satooskar, “A comparison between genetic algorithms and the RAND method for solving the joint replenishment problem”, *Prod. Plan. Control*, 11, pp. 556–564, 2000.
- [9] H. Siajaji, R.N. Ibrahim, P.B. Lochert and W.M. Chan, Joint replenishment policy in inventory-production systems, *Production Planning and Control* 16 (2005), pp. 255–262
- [10] Chan CK, Cheung BKS, Langevin A (2003) Solving the multi-buyer joint replenishment problem with a modified genetic algorithm *TRANSPORTATION RESEARCH PART B-METHODOLOGICAL* Vol: 37, n. 3: 291-299.
- [11] M.A. Hoque, An optimal solution technique for the joint replenishment problem with storage and transport capacities and budget constraints, *European Journal of Operational Research* 175 (2006), pp. 1033–1042.
- [12] Moon, and B. Cha, “The joint replenishment problem with resource restrictions”, *Eur. J. Oper. Res.*, 173, pp. 190–198, 2006.
- [13] E. Porras and R. Dekker, An efficient optimal solution method for the joint replenishment problem with minimum order quantities, *European Journal of Operational Research* 174 (2006), pp. 1595–1615.
- [14] Pelin Bayindir, S. Ilker Birbil, J. B. G. Frenk: The joint replenishment problem with variable production costs. *European Journal of Operational Research* 175(1): 622-640 (2006)
- [15] Goyal, Bibhas Chandra Giri: Recent trends in modeling of deteriorating inventory. *European Journal of Operational Research* 134(1): 1-16 (2001)

- [16] Siajodi, R.N. Ibrahim, P.B. Lochert and W.M. Chan, Joint replenishment policy in inventory-production systems, *Production Planning and Control* 16 (2005), pp. 255–262.
- [17] B. Cha and I. Moon, “The joint replenishment problem with quantity discounts”, *OR Spectrum*, 27, pp. 569–581, 2005.
- [18] Sung-Pil Hong, Yong-Hyuk Kim: A genetic algorithm for joint replenishment based on the exact inventory cost. *Computers & OR* 36(1): 167-175 (2009)
- [19] Leung TW, Chan CK, Troutt MD (2008) A mixed simulated annealing-genetic algorithm approach to the multi-buyer multi-item joint replenishment problem: Advantages of meta-heuristics *JOURNAL OF INDUSTRIAL AND MANAGEMENT OPTIMIZATION*. Vol: 4, n.:1: 53-66.
- [20] Chan CK, Cheung BKS, Langevin A (2003) Solving the multi-buyer joint replenishment problem with a modified genetic algorithm *TRANSPORTATION RESEARCH PART B-METHODOLOGICAL* Vol: 37, n. 3: 291-299.
- [21] Khouja M, Michalewicz Z, Satoskar SS (2000) A comparison between genetic algorithms and the RAND method for solving the joint replenishment problem. *PRODUCTION PLANNING & CONTROL*, Vol: 11, n.6: 556-564
- [22] Olsen AL (2005) An evolutionary algorithm to solve the joint replenishment problem using direct grouping, *COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING*. Vol: 48, n.: 2: 223-235.
- [23] Dye CY, Hsieh TP (2010), A particle swarm optimization for solving joint pricing and lot-sizing problem with fluctuating demand and unit purchasing cost. : *COMPUTERS & MATHEMATICS WITH APPLICATIONS*. Vol.60, n.7: 1895-1907
- [24] Olsen AL (2008) Inventory replenishment with interdependent ordering costs: An evolutionary algorithm solution, *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS* Vol: 113, 1: 359-369.
- [25] Dye CY, Hsieh TP (2010), A particle swarm optimization for solving joint pricing and lot-sizing problem with fluctuating demand and unit purchasing cost. : *COMPUTERS & MATHEMATICS WITH APPLICATIONS*. Vol.60, n.7: 1895-1907
- [26] Coello C.; *Introducción a la computación evolutiva*. Apuntes de curso, CINVESTAV – IPN, Departamento de computación, México, 2008.
- [27] Eberhart, R. C. and Kennedy, J. A new optimizer using particle swarm theory. *Proceedings of the Sixth International Symposium on Micromachine and Human Science*, Nagoya, Japan. pp. 39-43, 1995
- [28] Correa, E.S., Freitas, A., Johnson, C.G. (2006). A new discrete particle swarm algorithm applied to attribute selection in a bioinformatics data set. In M. K. et al., editor, *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference - GECCO-2006*, pages 35–42, Seattle, WA, USA. ACM Press.