

불확실성 환경의 글로벌 공급사슬에서 물류창고의 발주점 및 발주량 결정을 위한 하모니서치 알고리즘의 개선

오연실, 박양병

경희대학교 공과대학 산업경영공학과

An Improved Harmony Search Algorithm for Determining the Reorder Point and the Order Quantity of Warehouse in Global Supply Chain under Uncertainty

Youn-Shil Oh, Yang-Byung Park⁺

Department of Industrial and Management Systems Engineering,
College of Engineering, Kyung Hee University

Abstract

기업의 글로벌화로 인해 공급사슬의 범위가 확장되면서 공급사슬의 다양한 형태의 불확실성이 직면하게 되었다. 기업은 이러한 불확실성에 효과적으로 대응하기 위해 글로벌 공급사슬의 관리가 중요하게 되었다. 본 연구는 글로벌 공급사슬에서 발생하는 다양한 불확실성에 대응하기 위한 물류센터의 발주점 및 발주량을 결정하기 위해 개선된 하모니서치 알고리즘을 통해 제안한다. 하모니서치 알고리즘의 불확실성하의 글로벌 공급사슬 문제에 대한 성능을 개선하기 위해 진화과정에 대한 보정작업 과정을 추가하였다. 성능 검증을 위해 시나리오에 기반을 둔 시뮬레이션 실험을 통하여 EOQ 공식해법과 기존의 하모니서치를 통해 구한 운영해법 그리고 개선된 하모니서치의 운영해법을 비교하고자 한다.

Key words

Global Supply Chain, Harmony Search Algorithm, Supply Chain Risk Management

1. 서 론

기업의 글로벌화로 인해 공급사슬의 범위가 한 국가 내에서 서로 다른 국가와 대륙으로 확장되었다. 한 국가와 대륙 내의 공급사슬에 발생하는 불확실성보다 더 다양한 불확실성을 직면하게 되었다. 이러한 환경에서 기업이 경쟁력을 확보하기 위한 글로벌 공급

사슬의 다양한 불확실성에 효과적으로 대응하는 관리의 필요성이 대두되었다. 본 연구에서는 불확실성의 환경의 글로벌 공급사슬에서 물류창고의 발주점 및 발주량을 결정하기 위해 하모니서치 알고리즘 해법을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장 서론에 이어 2장에서 기존 연구에 대해 분석하고

3장에서 개선한 하모니서치 알고리즘에 대해 기술하고 4장에서 글로벌 공급사슬의 운영상향과 불확실성 환경에 대해 기술한다. 5장에서 개선된 하모니서치의 검증을 위해 EOQ공식과 기존의 하모니서치 알고리즘 그리고 개선된 하모니서치 알고리즘의 결과를 비교하고자한다. 끝으로 결론과 향후 연구 과제를 6장에 요약한다.

2. 기존 연구

2.1 불확실성 환경의 글로벌 공급사슬

Hochmuth and Peter Köchel.(2012)은 수요가 불확실한 상황에서 물류창고 간의 한적이 가능한 다수지점 재고시스템 운영해법을 시뮬레이션과 유전알고리즘을 이용하여 제안하였으나 리드타임과 같은 다양한 불확실성을 고려하지 못했다. Schmitt and Mahender Singh.(2012)는 공급사슬의 시설에서 발생할 수 있는 리스크에 대한 영향에 대한 시뮬레이션 분석만 존재하고, 리스크에 대응하는 해법에 대한 내용이 부재하다. Klibi and Alain Martel. (2012)는 다양한 리스크의 발생과 영향, 지속 및 회복에 관한 시나리오를 모델링하였지만 운영에 관한 해법을 제시하지 못했다.

2.2 하모니서치 알고리즘

하모니서치 알고리즘은 휴리스틱 알고리즘으로 변수가 저장되는 공간인 하모니 메모리에 초기 값을 생성하고 새로운 해를 생성하여 성능비교를 통해 하모니 메모리를 업데이트 하는 방법으로 최적화한다.(Geem et al.(2001)) 변수를 생성하는 방법으로 랜덤선택과 기존 하모니 메모리에서 변수를 선택하는 방법 그리고 하모니 메모리 변수에서 피치를 조정하는 방법이 있다.

하모니 서치를 이용하여 물류창고의 재고관리 정책에 대한 연구 또한 선행되었다. Taleizadeh et al.(2011)은 확률적인 수요와

리드타임의 환경의 Multiple-buyer, Multiple-vendor Multi-product 공급사슬에서 물류창고 발주점과 안전재고, 주문량을 결정하기 위해 하모니 서치 알고리즘을 이용하였다. 하지만 리스크의 발생과 영향, 지속 및 회복과 같은 다양한 불확실성을 고려하지 않았다.

기존 연구에서 다루지 못한 다양한 불확실성을 고려하여 좀 더 현실적인 해법을 제시하고자 한다. 불확실성 환경의 글로벌 공급사슬에서 물류창고의 발주점과 발주량 결정을 위한 하모니서치 알고리즘의 성능 향상을 위해 유전알고리즘에서 Selection 단계를 착안하여 개선하였다.

3. 개선된 하모니 서치 알고리즘

기존의 하모니 서치 알고리즘은 다음과 같은 단계로 구성된다.

1. 하모니 서치 알고리즘의 매개변수를 설정
2. 하모니 메모리 초기화
3. 새로운 하모니 생성
4. 하모니 메모리 업데이트
5. 3단계와 4단계를 최대 반복횟수만큼 반복

하모니를 생성방법으로 결정변수의 상하한 범위 내에서 랜덤선택과 하모니 메모리의 변수를 사용하는 기억 회상방법과 하모니 메모리의 변수를 변형하는 피치조정이 있다.

발주량과 발주점은 물류창고의 재고정책에 대한 결정변수지만 기존의 하모니서치 알고리즘에서는 발주량과 발주점에 대해 확률에 따라 서로 다른 방법으로 새로운 해를 생성하는 경우가 생긴다. 따라서 같은 물류창고의 변수는 같은 방법으로 생성되도록 변형하였다. 또한 기억 회상방법으로 변수를 생성할 때 메모리 내의 하모니들의 목적함수에 대한 상대적 적합도에 따른 순위가 높은 순으로 선택확률이 높아지도록 변형하였다.

DC의 품질 발생에 영향을 미치는 불확실

성에 대응하기 위해 DC간의 환적을 이용한다. DC의 재고가 발주점 이하가 되어 주문을 했지만 주문의 예상 도착하기 전에 재고 부족이 예상될 때 환적 제공이 가능한 DC에 환적을 요청한다. DC의 재고가 저장능력의 환적 제공 조건 비율을 이상인 경우 환적을 제공한다.

4. 글로벌 공급사슬의 운영사항

글로벌 기업인 전자회사의 한 제품에 대한 아시아 지역 공급사슬을 대상으로 구성은 다음의 <그림1> 과 같다. 하나의 공장과 두 개의 물류창고 그리고 각 물류창고에 2, 3개의 시장이 할당하였다. 모든 기간의 기준은 1주로 한다.

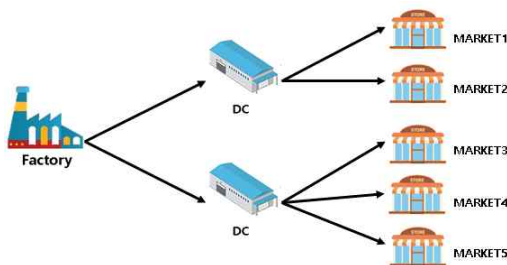


그림 1. 글로벌 공급사슬 구성

공장은 매주 생산능력만큼 제품을 생산하고 공장의 생산량에 대한 수율은 80%에서 90%의 확률을 따른다. 생산된 제품은 주문이 들어오기 전까지 재고로 존재한다.

물류창고는 정량발주모형을 사용하며 재고 부족으로 인한 backlog를 3주 허용하고 그 동안 backlog를 우선 처리하며 충족시키지 못하면 품질이 발생한다. backlog가 존재하는 동안 backlog의 양과 기간에 비례하여 비용이 발생한다. 수송은 항공운송을 이용하며 수송시간은 시설간 거리에 비례한 삼각분포의 확률을 따른다. 시장의 수요는 매주 발생하지만 수요량은 균등분포의 확률을 따른다.

각 시설에서 자연재해와 인재의 리스크 등으로 인한 능력 변화는 random 사건으로 발생하고 리스크가 발생하면 강도에 따라 능력이 저하되고 회복기간이 결정되고 회복기간 동안 능력이 점차 회복된다.

5. 검증

개선한 하모니서치 알고리즘의 성능을 검증하기 위해 앞서 기술한 3장의 글로벌 공급사슬에 적용하였다. 개선된 하모니서치 알고리즘의 프로그램은 Visual Basic을 이용해 실험을 수행하였다.

확률에 따른 불확실성 환경의 총 1년(52주)에 대한 100개의 시나리오를 생성하고 EOQ공식 모형으로 도출한 발주점과 발주량, 그리고 기존 하모니서치 알고리즘과 개선한 하모니서치 알고리즘을 통해 결정변수의 기대이익과 기대이익의 분산을 비교하면 다음과 같다.

하모니 서치 알고리즘의 목적함수는 100개 시나리오에 대한 평균 연간수익(연간 총수익 - 연간 총비용)이다. 하모니서치 알고리즘의 매개변수는 다음의 <표1>와 같다.

매개변수	값
HMS	50
Maxiter	100
HMCR	0.9
PAR	0.7

표 1 하모니 서치 알고리즘의 매개변수

기대이익을 비교하면 다음 <그림2>와 같다.

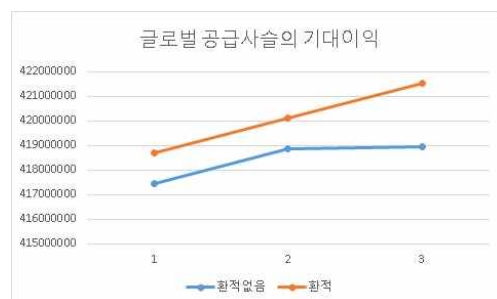


그림 2 글로벌 공급사슬의 기대이익

<그림2> 그래프에서 불확실성에 대응하는 전략인 환적이 포함되었을 때 모든 모델로부터 더 높은 기대이익을 나타낸다. 기존 EQO 공식 모형과 하모니서치 알고리즘을 비교하면 공식모형의 해보다 하모니서치 알고리즘이 더 우수한 해를 찾아냄을 알 수 있다. 또한, 개선된 하모니서치 알고리즘이 기존의 하모니서치 알고리즘보다 우수함을 알 수 있다.

6. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 글로벌 공급사슬에서 발생하는 다양한 불확실성에 대응하기 위해 물류창고의 발주점 및 발주량을 결정하기 위해 개선한 하모니서치 알고리즘을 통해 해법을 제안하였다. 개선한 하모니서치 알고리즘의 해법과 기존의 하모니서치 알고리즘의 해법을 여러 시나리오에 대한 시뮬레이션을 통해 성능이 향상되었음을 보였다.

향후 연구 과제로 물류창고의 운영해법 뿐만 아니라 공장의 운영해법과 같은 다른 시설의 운영에 대한 연구의 범위 확장이 필요하다. 또한, 물류창고간의 환적과 리스크 대응 전략을 포함한 불확실성에 더욱 효과적인 글로벌 공급사슬 관리 해법을 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Geem, Z. W., Kim, J. H., & Loganathan, G. V. (2001). A new heuristic optimization algorithm: harmony search. *simulation*, 76(2), 60-68.
- [2] Klibi W, Martel A. (2012), Scenario-based Supply Chain Network risk modeling, *Eur J Oper Res*, 223(3), 644-658.
- [3] Purnomo, H. D., Wee, H. M., & Praharsi, Y. (2012). Two inventory review policies on supply chain configuration problem. *Computers & Industrial Engineering*, 63(2), 448-455.
- [4] Schmitt AJ, Singh M. (2012), A quantitative analysis of disruption risk in a multi-echelon supply chain, *Int J Prod Econ*, 139(1), 22-32.
- [5] Taleizadeh, A. A., Niaki, S. T. A., & Barzinpour, F. (2011). Multiple-buyer multiple-vendor multi-product multi-constraint supply chain problem with stochastic demand and variable lead-time: a harmony search algorithm. *Applied Mathematics and Computation*, 217(22), 9234-9253.