확률적 수요를 갖는 제품에서 서비스 수준을 고려한 안전재고 모형
Safety Stock for Desired Service Level for the Item with Probabilistic Demand

서 경 범 *
Suh Kyung-Bum
박 명 규**
Park Myung-Kyu

Abstract

In this research, the system is assumed to carry a single item of which the demand types vary. Demand type is defined as a management's classification of the item according to the demand source or to the service purpose.

The purpose of this research is to find the optimal inventory control policy when the system carries a single item which consists of multiple demand types. In this research , the optimizing algorithm contains a heuristic, therefore, the optimal is not guaranteed by the algorithm. At least, this research provides the solution to the problems that have not been solved by the existing algorithms.

1. 서 론

제조업체로부터 유통업체에 이르기까지 오늘날 대부분의 기업에서 가장 큰 투자비용중의 하나는 재고를 위한 투자이며, 제품 생산비용 또는 제품(부품) 구입비용을 제외하더라도 제품 한 단위당 보관유지에 소요되는 연간 유지비용이 재고금액의 20~30%에 이르는 경우를 흔히 볼 수 있다. 재고관리문제에서 가장 어려우면서도 피할 수 없는 현실적인 문제는 제품의 공급시기, 생산률, 수요율 등이 항상 일정하지 않고, 확률적으로 변화한다는 것이다. 즉 고전적 모형의 경우에는 조달기간이나 수요 등이 확정적이어서

---

* 인덕대학 공업경영과 교수
** 명지대학교 산업공학과

기대수요가 확률적인 경우에는 예측이 용이하지 않았다. 특히 조달기간이 불확실하면 주문이 중복될 가능성이 발생하며, 주문처리가 어렵고 복잡한 과정을 거쳐야 한다.[1]

재고관리 업무에서 해결하여야 할 문제로는 로트크기의 결정과 보충 주문점의 결정이 될 것이며, 만일 복수 재고형태라면 모든 제품형태에 대한 서비스수준을 감지하여 의사결정에 반영하여야 할 것이다.[2]

따라서 본 연구에서는 재고관리체계 전반에 요구되는 서비스수준이 달성되는 시점에서 평균재고수준을 최소화하며, 각 형태에 적합한 서비스수준을 달성할 수 있는 재고체계를 최적화할 수 있는 방법을 개발하는 데 연구목적이 있다.

2 재 고 정 책

2.1 주문수요가 확정적일 경우의 재주문점

조달기간 수요가 정규분포를 한다고 가정하면 함수는 $f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$ 이며, 확률분포에서 확률변수 x가 어떤 특정한 값 $\mu+K\sigma$ 보다 클 경우의 x 와 $\mu+K\sigma$ 의 차에 대한 기대치를 N_K라 하면 N_K는 다음의 식(3-61)과 같다.

$$N_K = \int_{x=\mu+K\sigma}^{\infty}(x-\mu-K\sigma)f(x)dx$$
$$=\sigma\,[\int_{z=K}^{\infty} zf(z)dz-\int_{z=K}^{\infty}Kf(z)dz] \qquad (1)$$

상기에서

$$I=\int_{z=K}^{\infty}zf(z)dz$$
$$=f(K)$$

결과적으로 N_K 는 다음의 식 (3-62)와 같이 간단하게 표현된다.

$$N_K=\sigma\,[f(z)-K\int_{z=K}^{\infty}f(z)dz] \qquad (2)$$

상기과정에서 $f(z)-K\int_{z=K}^{\infty}f(z)dz$ 를 부분기대치 $E(K)$로 정의하면 정규확률변수 x가 특정한 값 $\mu+K\sigma$ 보다 클 때 x 값과 특정 값과의 차의 기대값이 되며, 이는 재고량보다 큰 수요가 있을 경우 품절수량의 기대치가 되고, 품절수량의 기대치 N_K = $N_K=\sigma\cdot E(K)$ 가 된다. [3]

그러므로 주문주기 내의 기대 품절수량은 재주문점을 초과하는 조달기간 수요의 기대치이므로 식 (1) 및 식 (2)를 이용하여 식 (3)을 산출할 수 있다.

$$E(STO)=E(d_L-R_P)$$
$$=\int_{d_L>R_P}(Z-\frac{R_p-\sigma_L}{\sigma_{d_L}})f(Z)d_Z$$

$$= \sigma_{d_L} \cdot E(k) \quad (3)$$

서비스수준 S_L은 다음의 식 (4)와 같으므로

$$S_L = 1 - \frac{E(STO)}{Q}$$

$$= 1 - \frac{\sigma_{d_L} \cdot E(K)}{Q} \quad (4)$$

식 (3-64)로부터 E(K)를 계산하면 식 (5)와 같다.

$$E(k) = \frac{(1-S_L)Q}{\sigma_{d_L}} \quad (5)$$

E(k)는 식 (2)와 같으므로 식(5)를 재정리하면 식 (6)과 같다.

$$f(k) - k\int_k^{\infty} f(Z)d_Z = \frac{(1-S_L)Q}{\sigma_{d_L}} \quad (6)$$

그러므로 식 (3-66)을 만족하는 k값을 안전계수라 하며, 정규분포표를 이용하여 부분기대치 E(k)를 계산할 수 있다.

식(6)에 의하여 안전계수가 계산되면 안전재고와 재주문점은 각각 식 (7) 및 식 (8)을 이용하여 계산할 수 있다.

$$SS = k \cdot \sigma_{dL} \quad (7)$$

$$R_p = SS + E(d_L)$$

$$= SS + L \cdot \mu \cdot \xi \quad (8)$$

2.2 주문수요가 확률변수일 경우의 재주문점

주문수요가 $\xi \geq 3$인 확률변수라 하면 실제 서비스수준이 요구 서비스수준보다 낮아질 경우가 발생하게 되는 데 그 이유로는 보충주문이 재주문점에서 이루어지기 때문이다. 그러므로 요구 서비스수준을 충족시키기 위하여 식 (7)에서 계산된 재주문점 보다 높은 수준에서 보충주문이 이루어져야 한다. [4] [5]

주문수요가 랜덤하게 발생한다고 하면 실조달기간 수요에는 단위 주문수량에 조달기간 수요 (LD)를 포함하여야 한다고 할 때 실조달기간 수요(actual lead time demand : ALD)는 식 (9)로 표현되고

$$ALD = LD + X \quad (9)$$

실조달기간 수요의 기대치는 식 (10)과 같다.

$$E(ALD) = E(LD) + E(X)$$

$$= L \cdot \sigma + \xi \quad (10)$$

따라서 실조달기간 수의 분산 V(ALD)은 식 (11)과 같고,

$$V(ALD) = V(LD + X)$$

$$= L \cdot \mu \cdot \xi + L \cdot \mu \cdot \xi^2 + \xi \quad (12)$$

그러므로 식 (11) 및 식 (12)로 각각 계산된 E(ALD)와 V(ALD)를 이용하여 실조달기간 수요의 정규확률 밀도함수를 산출하면 식 (13)과 같다.

$$f(ALD) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_{ALD}} \exp^{[\frac{d_{ALD} - \boldsymbol{\sigma}_{ALD}}{2\sigma_{ALD}}]^2} \quad (13)$$

여기서, $\sigma_{ALD} = V(ALD)$ $\quad\quad$ $\boldsymbol{\sigma}_{ALD} = E(ALD)$

d_{ALD} = 실조달기간수요

결과적으로 실조달기간 수요의 기대치(평균)와 분산이 확정수요로서 산출한 기대치와 분산보다 크기 때문에 재주문점이 증가하게 되므로 주문수요가 확률변수일 경우 안전재고와 재주문점을 식 (7)을 사용하여 재계산하는 절차를 밟아야 한다.

3. 결 론

본 연구에서는 생산/제조업체에서 주로 사용하는 이월주문정책에 근거하고, 지속적인 조달기간을 허용하며, 단일제품에 대한 복수형태의 수요를 고려하기 위하여 보충주문에 경제적 주문량(EOQ)을 사용하였고, 재고통제과정에 관리척도로서 서비스수준(SL)을 사용하여, 재고관리 체제의 전체 서비스수준 및 형태별 서비스수준을 만족시킬 수 있는 최적화방법을 제시하였다.

월간주문은 포아송분포와 절단포아송분포를 따르는 것으로 하였고, 조달기간과 주문수요에 의한 조달기간수요의 계산 및 정규화를 통한 평균 품절량을 계산하기 위하여 부분 기대치 계산방법을 증명하였다.

참 고 문 헌

[1] 박명규, 윤승철(1997), "분배시스템의 서비스수준과 안전재고, 변동수요, 변동조달기간 모형", 공업경영학회지, 20(42), 21-30.

[2] 박명규, 윤승철(1997), "물류시스템의 실패조달기간의 영향에 관한 연구", 공업경영학회 '97춘계학술대회 논문집, 23-24.

[3] Montgomery, D., Bazaraa, M., and Keswani, A., "Inventory Models with a Mixture of Backorders and Lost Sales," Naval Res. Logistic. Q., Vol. 20, No. 2, June, 1973, pp. 117-118.

[4] Rosenberg, D., "A New Analysis of a Lot-size Model with Partial Backlogging," Naval Res. Logist. Q., Vol. 2, No. 2. June, 1979, pp. 137-139.

[5] Thompson, H., "Inventory Management and Capital Budgeting; A Pedagogical Note,"Decision Sciences, Vol. 6, No. 2, April, 1975, pp. 123-124.