

다계층 수요를 갖는 확률 재고 모형 분석

Analysis of a Stochastic Inventory Model with Multi-Class Demands

이정은* · 홍유신*

* 포항공과대학교 산업공학과

Abstract

재고는 기업의 효율적인 운용에 있어서 중요하다. 지나치게 많은 재고는 과다한 재고관리비용을 발생시키며, 너무 적은 재고는 품질로 인한 손실등을 초래할 수 있으므로 기업은 효율적인 재고관리시스템을 운용해야 한다. 만일 재고보충이 생산에 의해 이루어지는 경우에는 생산계획과 재고관리를 분리하여 운용될 수 없으므로 생산 및 재고 시스템에 설계 및 관리가 더욱 복잡하게 되며 이에 대한 연구가 국내외 학자들에 의해 많은 연구가 수행되어져 왔다.

기존의 EPQ(Economic Production Quantity)에 대한 대부분의 연구는 제품에 대한 수요자의 우선순위(priority)를 모두 동일하게 취급하였다. 따라서 본 연구에서는 수요자의 우선순위에 따라 수요의 계층을 M 개로 구분한 다계층 수요를 고려한 재고관리 모형이다. 본 연구에서 분석하고자 하는 시스템은 단일 품목을 생산하고, 제품에 대한 수요는 M 개의 계층으로 구분되며, 수요계층 m ($m=0, 1, \dots, M-1$)은 포아송 과정(Poisson process)에 따라 제품에 대한 수요가 발생한다. 수요계층의 우선순위는 계층 0 이 가장 높고, 계층 $M-1$ 이 가장 낮다. 제품 1개를 생산하는데 소요되는 시간은 임의의 확률분포를 따르고, 재고가 없을 때 발생하는 수요는 유실(lost-sales)된다. 일단 생산이 시작되면 재고수준이 S 에 이를 때까지 생산이 계속되며, 과다한 재고관리비용을 고려하여 재고수준이 S 에 이르면 생산을 중단하고, 수요 유실을 방지하기 위하여 안전재고수준이 s 가 되면 생산을 시작한다. 계층 m 인 수요가 발생하였을 때 재고수준이 한계판매수준 S_m 이상이면 판매하고, 재고수준이 S_m 보다 작을 경우에는 수요계층 m 보다 우선순위의 계층 j ($j < m$)의 수요에 대비하여 판매하지 않고 수요를 유실시킨다. 계층의 우선순위가 높을수록 한계판매수준은 낮다. 수요계층 0 의 한계 판매수준은 0 이고, 수요계층 $M-1$ 의 한계판매수준은 생산 중단 재고수준(S)보다 크지 않다.

본 연구에서는 s 및 S , S_m ($m=0, 1, \dots, R-1$)등으로 제어되는 재고관리모형의 단위시간당 비용을 산출하기 위한 분석방법을 제시한다. 다계층을 고려한 재고관리모형에서 고려되는 비용은 재고보유에 따른 재고관리비용(inventory holding cost), 수요유실에 따른 수요유실 벌과비용(lost sales penalty cost) 및 생산준비 비용(setup cost)등이다.

단위시간당 총비용을 구하기 위하여 다계층을 갖는 재고관리모형을 N 정책하의 $\lambda(n)/G/1/S$ 대기행렬시스템으로 변환하였다. 재고 수준 S 에 이르기 위하여 앞으로 생산하여야 할 제품의 수를 대기행렬에서는 고객의 수로 보면, 재고 수준 S 는 대기행렬에서는 고객이 0명 있는 상태로 간주하면, 재고수준 j 는 대기고객이 $S-j$ 명이 있는 상태가 된다. 그리고 재고수준이 0일 경우 발생하는 모든 수요는 유실되므로 앞으로 생산하여야 할 제품의 수는 S 개 보다 크지는 않다. 따라서 대기행렬에서는 대기공간의 크기가 S 이다. 재고수준이 S 가 되면 생산을 중단하고 s 가 될 때까지 제품생산을 하지 않으므로 대기행렬에서는 고객이 0이 되면 서버의 휴가가 시작되고 고객이 $S-s$ 명이 될 때 비로소 휴가를 마치고 고객에 대하여 서비스를 시작하는 $N(=S-s)$ 정책을 따르는 시스템으로 볼 수 있다. 그리고 계층의 한계 판매 수준이 존재하므로 제품에 대한 수요율은 재고수준에 의존하므로 대기행렬에서는 고객의 도착률은 시스템내의 고객수에 의존하는 시스템으로 간주한다.

N 정책하의 $\lambda(n)/G/1/S$ 대기행렬시스템 분석법으로 부가변수법(supplementary variable method)을 이용한 순환적 방법(recursive method)을 제시한다. 제안된 순환적 방법은 연립미분방정식을 푸는 것보다 효율적으로 고객수에 대한 안정상태확률을 구할 수 있다. 안정상태확률을 이용하여 확률적 재고관리 모형의 비용을 구한다.