

대형 할인매장에서의 효율적 재고관리 시스템[†]

장진익* · 김원중**

충청대학 산업정보과* · 아주대학교 산업정보시스템공학과**

Effective Inventory System for Decreasing Stockout Time at Discountstore

Chang, Jin-Ick* · Kim, Won Joong**

Dept. of Industrial Information*
Dept. of Industrial Information System Engineering**

This paper refer to the trade-off between delivery frequency and amount between supplier and discountstores. Discountstores prefer frequent delivery of small amount because of limited storage space, while suppliers prefer less frequent delivery of large amount in order to save transportation cost.

In this paper we propose a heuristic algorithm to determine the amount of order and the delivery frequency which decreases the expected length of stockout. We also evaluate various order policies for vendor managed inventory system using simulation with real data.

Keywords : discountstore, delivery, stockout, inventory system

1. 서론

유통시장이 개방됨으로 인해 근래에 소비시장의 주도권이 중·소형 점포위주의 시장에서 점차 대형화·전문화 시장으로 전환되고 있는 추세이다. 1960년대 우리나라 소매유통은 거의 대부분이 중소 유통업체가 장악하고 있었으나, 1970년대 이후 경제발전예 따라 백화점들이 본격적으로 도입되는 과정에서 재래시장 중심의 소비형태가 변화되기 시작하였고, 현재는 유통시장의 개방과 더불어 많은 대형 할인점들이 들어섬으로써 주로 백화점과 할인점 중심의 시장이 성장하고 있다. 이에 부응해 많은 제조업체들이 대형할인매장의 유통망 중심으로 재

구축하고 있으며, 특히 제품의 수·배송 업무를 포함 사외물류를 아웃소싱하고 있는 기업이 늘고 있는 실정이다.

본 논문에서는 대형할인매장 중심의 유통구조 하에서, 납품업체는 생산만하고 제3자 물류회사는 제품을 수배송하며, 대형할인매장에서 제품을 판매할 경우의 효율적인 재고관리 시스템을 개발하고자 한다.

기존에는 판매망도 납품업체가 관리할 수 있어 자체적으로 융통성 있게 재고를 관리할 수 있었지만, 대형할인매장들의 큰 판매망을 이용할 경우에는 납기 및 재고량을 임의로 결정하지 못하게 된다. 이러한 제약들을 고려하여 서비스수준(납기 및 발주량)이 결정되어진 환경에

[†] 본 연구는 2001년 충청대학 학술연구비 지원을 받아 수행되었음

서 능동적인 재고를 관리하기 위한 알고리즘을 제시하였다.

2. 문제제시 및 관련 연구

납품업체의 매출향상이 대형할인매장의 매출에 직결되므로, 납품업체와 대형할인매장의 상호 협력이 필요하다. 하지만 자사업무의 효율화 측면에서는 상충되는 요소들이 존재한다.

납품업체나 제3자 물류회사의 입장에서는 대형 할인매장의 매대 공간을 많이 확보할수록 또한 황금 매대 (gold-zone) 위치를 확보하는 것이 유리하다. 다시 말해서 고객이 자사의 제품을 쉽게 찾을 수 있도록 제품을 진열하는 것이 필요하다.

제품을 납품할 경우에는 다량의 제품을 소 빈도로 공급하여 제품의 절품을 방지하고, 수배송 비용을 줄이는 것이 납품업체 입장으로는 유리하다. 대형 할인매장의 입장에서는 같은 매대 공간에 여러 종류의 제품을 구비하여 소비자의 다양한 요구를 충족시켜 줄 수 있도록 납품업체가 적은 물량을 다빈도로 공급하여 주기를 원한다. 물론 절품이 되는 경우도 발생하지 않기를 서로 바라고 있다. 결론적으로 공급업체는 다량 소빈도 방식으로 납품하고자 하고, 대형할인매장은 소량 다빈도로 납품을 받기를 원한다.

납품업체가 대형할인매장에 제품을 입고시킬 때, 초기계약에 따라 납품시기가 결정된다. 다시 말하자면 계약에 의해 어느 정도는 발주시기를 알 수 있으므로 생산계획의 수립이 용이하다. 하지만, 적절한 발주시기와 발주량이 계획되지 못하면, 물류비용 및 생산계획에 큰 차질을 가지고 오게 된다. 대형 할인매장들 중 어느 한곳이라도 제품이 안전재고 이하로 떨어지면, 자동발주 시스템은 납품업체로 긴급발주를 내린다.

비록 정기적인 공급이 아닐지라도, 절품을 막기 위해서 제품을 직접 배송하여야만 한다. 만일 3회이상 긴급 발주시에도 납품이 안될 경우는 해당제품은 자동적으로 매장내의 취급이 중단된다. 이와 같이 대형 할인매장에서는 절품 방지를 위해 엄격한 관리를 하고 있다.

결국 이러한 긴급발주로 인해 납품업체도 생산계획에 많은 차질이 있고, 또한 완제품에 대한 납품업체 자체창고의 재고도 늘어나고 있는 실정이다.

Okumura F. and Nomura S.[5]의 연구에 의하면, 제조업체가 완제품의 재고를 가지고 있는 이유는 긴급주문(32.1%), 제한된 생산능력(32.1%), 짧은 납기(21.4%) 등의 순서로 조사되었다.

이처럼 재고문제는 다른 많은 문제에 연계되어 있으므로, 최근에는 재고문제를 통합적으로 다루는 연구가 이

루어지고 있다. Stalk G.P. *et al.* [7], Johnson M.E *et al.* [4]는 재고와 경로문제를 동시에 연구하였다. 특히 Johnson M.E *et al.* 는 재고와 AGV를 동시에 고려하여 전체 생산비를 줄이기 위해 처음으로 시도하였다.

3. 제안 알고리즘

3.1 관련 비용

재고에 관련된 비용은 크게 세 가지로 구분할 수 있으며, 여기서 다룰 비용항목은 기존의 비용항목과는 다르며 비용 산출을 손쉽게 할 수 있다. 기존의 재고유지비는 제품을 보관하기 위한 창고비 및 관리비를 의미하지만 대형 할인매장에 제품을 납품하는 경우에는 대형할인매장과 물류센터의 이용 수수료를 재고유지비로 산출할 수 있다. 주문비는 제품의 공급을 위해 소요되는 통신비 및 수·배송비 등을 의미하지만 본 연구에서는 수·배송의 역할은 제3자 물류회사가 맡고 있으므로 제3자 물류회사의 운영비가 이에 속한다. 품질비는 제품의 부족으로 고객을 놓쳤을 경우 생기는 기회손실비용 등을 포함하지만 추정하기가 매우 어렵다.

본 연구에서의 품질비용은 기회손실비용을 포함하여 품질로 인해 불이익을 받는 MD와의 관련성에 관한 비용을 고려하였다. 품질비용은 고객을 잃게 될 뿐만 아니라 경쟁사에게 고객을 빼앗기게 되므로 재고관리에 있어서는 매우 중요하게 취급되고 있다. Petsinis *et al.* [6]은 품질비를 다음과 같이 계산하였다.

$$C_q = q_u C_u + g q_d C_d$$

C_q : 품질 예측비용

C_u : 긴급 발주비용

C_d : 납기까지의 비용

g : 고객에 늦게 도착할 확률

q_d : 고객이 불만을 나타낼 확률

q_u : 중요계수

P. Attwood and N. Attwood[1]의 연구에 의하면 절품의 67%는 판매 손실로 이어지고 23%는 고객을 영원히 상실하며 단지 10%만이 추후에 구입한다고 한다. 본 연구에서도 위의 연구결과를 사용하며 추가로 MD의 불만을 고려하여 품질비용을 산출하였다. 그 이유는 매장 업무에 있어서 납품업자와 MD와의 관계성은 매우 중요하기 때문이다.

3.2 알고리즘과 지표

대형할인매장에 제품을 납품할 경우에, 정기발주 시간이 정해져 있다. 즉, 우리는 고정된 발주기간에 고정된 발주량을 채워 넣어야 한다. 우리는 과거의 데이터를 가지고 적절한 각각의 관련 비용들의 모수 값들을 추정하고 이를 이용해 실시간으로 수요의 변동을 반영할 수 있도록 함수를 만들었다. 각각의 함수들은 다음과 같다.

$$SO_{it} = (a_i y_i + b_i y_i \beta) \times \max[0, q_{it}(\frac{|t|}{|t'|} - 1)] + \alpha q_{it} (\frac{|t|}{|t'|} - 1)$$

$$O_{it} = [p \times RO + (1-p) \times UO + \gamma]$$

$$H_{it} = [\sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^{n_i} (x_{it} \times Pr_i) / \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^{n_i} x_{it}] \times \lambda \times q_{it}$$

$$Min \sum_{i=1}^{n_i} (TC_{it} = SO_{it} + O_{it} + H_{it})$$

$$q_{it+1} = q_{it}^* + 1$$

RO : 정규주문 비용

UO : 긴급주문 비용

TC_{it} : 주기 t에 아이템 i의 총비용

|t| : 주기 t의 길이

|t'| : 주기 초부터 절품 때까지의 길이

y_i : 아이템 i의 이윤

q_{it} : 주기 t에서의 아이템 i의 주문량,

SO_{it} : 절품비용

O_{it} : 주문비용

H_{it} : 유지비용

a_i : 판매손실률

b_i : 고객손실률

m : 아이템의 종류,

Pr_i : 아이템 i의 가격

p : 정규주문 발생 확률

γ : 보험료 및 감가상각비

λ : 매장들과 물류센터 이용비

X_{it} : 주기 t에서 아이템 i의 판매량,

α : MD의 불만족 계수

β : 손실고객이 잠재적으로 구입할 제품 수

$$\theta = \begin{cases} 1, & \text{절품발생} \\ -1, & \text{남은 재고가 일일 기대수요의 7배 이상} \\ 0, & \text{그외} \end{cases}$$

알고리즘의 흐름도는 <그림 1>과 같다. 또한 위의 모수 값과 비용들을 추정하기 위해 다음의 지표를 개발하였다.

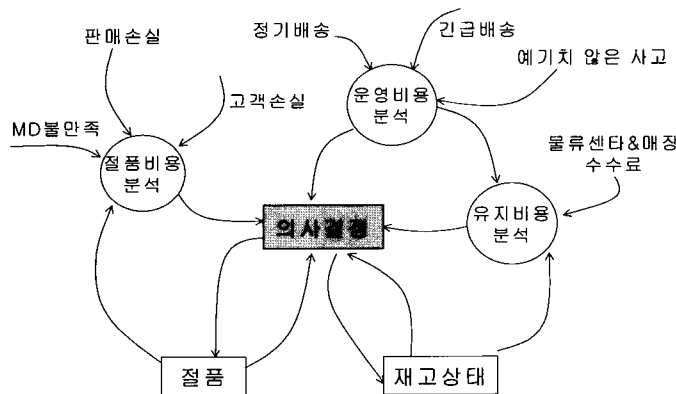
RO = 3자 물류회사 이용료/(매장의 수×영업일수)

UO = 정기 주문비 + 긴급 수배용 차비 / 매장의 수

α = MD의 월급 / (근무일수×취급 아이템수),

H = 물류센터와 매장이용수수료 / 월 판매 아이템 수

본 연구에서 다루고자 하는 모델은 다음의 사항을 가정한다. 일회 주문은 나누어서 공급할 수 없으며, 절품을 허용하고, 고정 발주량은 언제든지 배송이 가능하다. 또한 β=2로 가정하고, 차량에 대한 감가상각비는 고려하지 않았다.



<그림 1> 알고리즘의 흐름도

표1. Sales and Replenishments Record

D R K's sales																																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	SUM	
A	2	3				1						2	2	1	1	3				1	1			3			1	1			1	1	24
B		2	1			1				2						1	1				1	1		2	1	1			1	1	1	17	
C	2	1		1	2		1	1			2				2				2		2	1								1		22	

D R K's replenishments																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	SUM		
A	7									10																							27	
B	12																																	22
C	10																																	30

Regular Delivery
 Stockout

4. 사례연구

국내의 3자 물류회사인 A사는 대형 할인매장들 내에서 B회사 제품들을 배송 및 제품 매대를 관리해주고 있다. 이 제품은 24종류의 아이템들로 이루어졌다. 납품업체 B사의 제품들은 A사를 통해 물류센터로 수송되며, 물류센터에서 각 대형 할인매장까지는 할인매장 자체 운송수단을 이용하여 일괄적으로 1일 1회 배송되고 있으며 당일배송이 원칙이다.

초기에 B사와 대형 할인매장과는 매주 2회(수요일과 금요일) 납품계약을 맺었으며, 매장내의 일별 판매데이터는 <표1>과 같다. 하지만, 수요예측이 제대로 되어있지 않고 대형 매장들 간의 제품판매 분석이 미흡하여 긴급발주가 자주 이루어지고 있는 실정이다. 처음에는 주당 2회(월8회) 배송을 실시하였지만, 실제로는 월 8회 정기배송과 3회의 긴급발주가 이루어졌으며, 각 제품당 월 절품일수는 약 2.1일이나 되었다

본 예제에서는 3가지 아이템만을 예를 들었다. 3가지 아이템인 경우는 월 8회의 정기발주가 이루어졌고 2회의 긴급발주(17일과 24일) 및 절품일수는 8일이다. 각 아이템의 주문량은 발주시마다 달라졌으며 현재는 주문량을 균등하게 배분해서 발주하지 않고 일괄적으로 주문이 이루어지고 있다. 다시 말해 한 주일은 a아이템만, 그 다음 주는 b아이템만을 몰아서 발주하고 있는 실정이다. 따라서 재고량은 점차적으로 많아지고 예측기간(Horizon

time)이 길어지므로 절품의 수가 늘어나고 있다.

5. 사례분석 및 결과

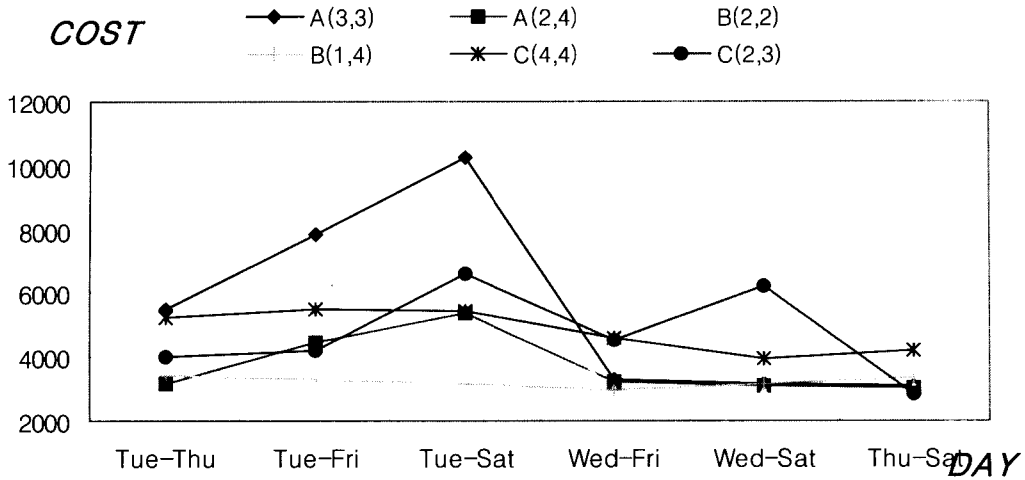
본 연구에서 제시한 지표와 알고리즘을 통해서 적절한 재고량을 얻기 위해, 시물레이션은 비주어베이적으로 코딩하였다. 모수들의 값과 비용들은 실제 데이터를 가지고 지표표를 이용하였으며 다음과 같다. RO = 847.5, UO = 1076.19, v = 0, λ = 0.15, a = 0.67, b = 0.23, β = 2와 같이 추정되었고, 각각의 유지비는 A = 7.55, B = 7.15, C = 9.91로 계산되어졌으며, 각각의 이익은 A = 795, B = 720, C = 735이다.

현재의 데이터로 분석한 결과 다음과 같은 문제점이 있음을 알 수 있었다. 그림 2와 같이 점차로 각 제품의 재고량은 증가하며 어느 아이템들은 지역에 따라 판매량의 분산이 매우 크다. 따라서 한 매장이라도 제품이 절품이 발생하면 자동발주가 이루어지고 있으므로 매장마다 빈익빈 부익부 현상이 더욱 두드러지게 나타나고 있다. 또한 <표 1>와 같이 긴급공급으로 인해 아이템들의 정기적인 수급이 어려워져 공급시마다 특정 아이템의 몇 회분의 공급량을 일괄적 공급하여 주고 있음을 알 수 있다. 하지만 각 제품의 공급 사이클이 길어질수록 수요에 대한 정확한 대응이 어려워지게 된다.

본 연구에서 제시한 지표와 알고리즘을 이용해 얻은 결

<표2> 시물레이션 결과

	A					B					C				
# Order	Percent	4	3	2,4	2,3	Percent	3	2	2&3	1&4	Percent	4	3	2&3	2
₩ Cost	7953	4212	3276	3216	12679	4497	3777	2891	3305	2969	8672	4580	5502	4538	20813
percent	100	55	42.8	42	165.7	100	84	64.3	73.5	66	100	52.8	63.4	53.3	240
# Stockout	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	1	1	4
Rate of inventory	4.88	10.33	5.17	4.83	2.41	10.71	11.94	4.53	7.47	5.18	8.1	10.27	4.64	3	1.41



<그림 2> 발주시기에 따른 재고비용 변화

<표3> 발주시기 변화에 따른 재고비용

Item	Quantity	Tue-Thu	Tue-Fri	Tue-Sat	Wed-Fri	Wed-Sat	Thu-Sat
A	3 . 3	5488	7858	10229	3276	3186	3095
	2 . 4	3178	4453	5397	3216	3095	3035
B	2 . 2	4574	5224	7294	2891	2861	3004
	1 . 4	3442	3322	3201	2969	3178	3352
C	4 . 4	5246	5480	5740	4580	3926	4212
	2 . 3	4043	4219	6627	4538	6236	2869

과는 <표 2>와 <표 3>과 같다. <표 2>는 현재 계약되어진 상황대로 수요일과 금요일에 납품하였을 때의 적절한 발주량을 구한 결과이다. <표 2>와 같이 정량적으로 주 2회 납품 시 평균 보유재고량도 7.9개에서 4.1개로 줄어들었으며 재고관련비용도 약 47% 절감할 수 있었다. 물론 본 연구에서는 절품방지 및 MD와의 관계성을 가장 중요한 요소로 간주하였다. 또한 발주주기에 따른 비용의 변화를 조사하여 보았더니, <표 3>과 <그림 2>와 같았다. 즉 발주시기에 따라서 발생하는 비용의 차이도 매우 컸다. 위의 3가지 제품의 경우에는 현재 납품하고 있는 ‘수요일-금요일’ 보다 ‘수요일-토요일’ 혹은 ‘목요일-토요일’이 더 경제적임을 알 수 있다

수요가 안정되고 예측가능하다면 안전재고 및 절품의 수는 감소될 수 있을 것이다. 그러나 비록 수요예측을 정확히 할 수 없더라도 발주주기가 짧을수록 수요의 불확실성의 위험이 점점 줄어들므로 모든 제품을 가급적 빈번히 납품하는 것이 좋다.

앞으로의 연구과제는 시간별 주기별 변동요인을 고려하여 발주량을 민감하게 조절할 수 있도록 하여 실제 수요에 더 근접할 수 있는 알고리즘의 개발이 필요하다. 결론적으로 무엇보다도 품질을 방지하기 위해서 납품업체들에게만 그 책임을 돌릴 것이 아니라 상호 공조속에서 함께 그 해결책을 모색하도록 노력해야 할 것이다.

6. 결론

본 연구는 실제 사례연구를 통해 실제적이고 효율적인 재고관리 방법을 제시하였다. 무엇보다도 절품방지를 가장 우선적으로 고려하여 적절한 발주량과 발주시기를 구할 수 있었다.

참고문헌

- [1] Attwood. P and N. Attwood, ; Logistics of a Distribution System, Gower Publishing, England, pp. 109-126, 1992.
- [2] Brain T. Ratchford ; "A Model and Measurement Approach for Studying Retail Productivity", J. of

Retailing Vol.64 No.3, Fall 1989.

- [3] Diamond, Jay and Gerald Pinter, Retail Buying, Prentice Hall, New Jersey, 1997.
- [4] Johnson M.E and Brandeau, "Design of An Automated Shop Floor Material Handling System with Inventory Considerations" , Oper. Res., 47(1), pp. 65-80, 1999.
- [5] Okumura F. and Nomura S., "Evaluation and Mechanism Analysis of Inventory on a Small/Medium Company" , Proc. Of the 2nd Annual International Conference on Industrial Engineering Applications and Practice, 1, p. 505-510, 1997
- [6] Petsinis K.P and Xerocostas D.A., "A Study of An Inventory Control System Consisting of Items With Different Demand Patterns" , Proc. of the Decision Sci. Institute 5th Int. Conf., 1.2, pp. 1703-1707, 1999.
- [7] Stalk G.P., Evans, and Shulman L.E., "Competing on Capabilities: The New Rule of Corporate Strategy" , Harvard Business Review,; p.57-69, 1992.
- [8] <http://www.chainstoreage.com>
- [9] <http://www.discountstorenews.com>