

재고 안전성 확보를 위한 RFID Tag 실험에 관한 연구

- A Study on RFID Tag Test for Ensuring Inventory Safety -

이부경 *
Lee, Boo Kyung
양광모 **
Yang, Kwang-Mo
박재현 ***
Park, Jae-Hyun
강경식 ****
Kang, Kyong-Sik

ABSTRACT

공급망사슬관리(Supply Chain Management : SCM)의 기법이 도입되어 운영되는 한편에서는 최근의 RFID(Ratio Frequency IDentification)의 활용등 SCM, VMI의 Visibility 향상과 유비쿼터스 비즈니스 환경의 실현을 가능하게 하는 신기술들의 상용화가 일부 선진국에서는 기업들의 RFID 기술접목 도입등에 힘입어 더욱 빨라질 것으로 전망된다. 특히 SCM 간의 정보공유와 협력을 바탕으로 고객관리, 서비스, 수요예측, 구매, 마케팅, 물류, 재고관리 전반을 효율화함과 동시에 RFID의 신기술을 접목하는 IT시스템 도입으로의 발전은 피할 수 없는 우리 기업의 경영전략이 되었다. 본 연구의 목적은 유통업체와 제조업체의 재고운영을 위한 재고관리, 결품방지의 효과에 대한 실태를 분석하고 KPI지수 요인과, 수요예측과의 상관관계를 검증, 고찰하여 재고운영에 관한 문제점과 해결방안을 모색하고 더 나아가 RFID 신기술 접목을 위한 환경 모델을 제시하고자 한다.

Keyword : Supply Chain Management, Ratio Frequency IDentification

-
- * 명지대학교 산업시스템공학부 박사과정
 - ** (주) 썬더 부설연구소 수석연구원, 명지전문대학 산업시스템경영과 겸임교수
 - *** 서일대학 산업시스템경영과 겸임교수
 - **** 명지대학교 산업시스템공학부 교수

1. 재고 운영에 있어서의 RFID의 역할

많은 물건들이 창고에 저장되고 있는데 이를 찾으려면 상당한 시간이 필요하다. 이런 곳에서는 다음과 같은 목적으로 실시간 위치확인 능력을 갖출 필요가 있다.

- ① 찾고자 하는 물건을 빨리 찾음으로써 인력의 낭비를 방지하고자 할 때
- ② 재고목록 조사 등을 빨리 실행해야 할 때
- ③ 물건이 거의 다 떨어 졌을때, 사람의 개입 없이 필요한 물건을 시의 적절한 재보충을 필요로 할 때
- ④ 물건의 유통기한 확인, 보관상태 조절, 화학품이나 온도 조절 등을 할 때
- ⑤ 절도 방지를 위한 장치가 필요할 때
- ⑥ 처리량과 효율성을 증가시키기 위해 물건들을 옮길 수 있도록 할 때

즉 최근에 주목받고 있는 RFID 무선기술은 무선 바코드의 기능 및 자동 위치 추적 기능을 활용 물류체인 관리, 항공 및 우편 물류 자동화 등에 많은 분야에 활용 가능하며 비용절감 효과를 가져올 수 있다.

따라서 재고 운영에 있어서 RFID의 역할은 결품 감소(판매 기회를 잃지 않음으로써 매출 증가), 재고 감소(감소된 재고를 필요한 다른 거래처에 판매하고 나아가 당사의 생산 계획까지 수립하게 함)를 들 수 있으며, 배송 일정 및 수량을 조절함으로써 물류 비용감소의 효과를 가져 온다.

2. RFID Tag 실험

RFID의 실험은 RFID Tag를 선택하기 위한 1차 실험과 외부 환경의 최적화를 위한 환경실험(2차 실험)으로 실시하였다. 본 연구의 실험은 재고관리I에 적용하기 위한 인자를 추출하여 실험을 실시하였다.

Tag의 실험을 분석하기 위해서 다음과 같이 기호를 정의한다.

x_{ijk} : 데이터의 값

N : 실험 횟수

T : 부적합 수 (인식을 하지 못한 RFID)

TC_i : Tag의 종류

AT_j : 안테나 연결선의 종류

l : TC_i 인자의 수

m : AT_j 인자의 수

r : 각 조건들의 실험 횟수

3. 실험 분석

(1) 인자와 인자수준

인자의 수준은 Tag의 종류(TC_i), 안테나 연결선의 종류 (AT_j)로 하여 다음 <표 1>과 같이 제시하였다.

<표 1> RFID Tag 선정을 위한 인자의 수준

인자	인자 수준				
Tag의 종류(TC_i)	U Tag TC_1	I Tag TC_2	S Tag TC_3	M Tag TC_4	D Tag TC_5
안테나 연결선의 종류 (AT_j)	180cm 연결선 AT_1			1,000cm 연결선 AT_2	

(2) 안테나 연결선에 대한 감지 데이터 측정

실험의 데이터는 총 $N=2,880$ 회, 각각의 조합에서 $r=288$ 회의 실험을 실시하였다. 그 내용은 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> RFID Tag 인식 데이터

	TC_1		TC_2		TC_3		TC_4		TC_5	
	인식	부적합	인식	부적합	인식	부적합	인식	부적합	인식	부적합
AT_1	228	60	197	91	183	105	213	75	220	68
AT_2	150	138	147	141	116	172	156	132	168	120

이 실험의 랜덤화는 다음과 같다. TC_i, AT_j 의 10개의 조합에서 하나의 조건을 랜덤하게 선택한 후 288번의 실험을 마치고 다음의 나머지 9개의 조합에서 또 하나를 선택하여 288번을 실험하는 방법으로 진행시켜 모두 2,880번의 실험을 하여 데이터를 얻었다.

이때 데이터의 구조는 다음과 같이 정의 한다.

$$x_{ijk} = \mu + tc_i + at_j + e_{(1)ij} + e_{(2)ijk} \quad \text{식(1)}$$

$$x_{ijk} = 0 \quad : \text{인식}$$

$$= 1 \quad : \text{부적합}$$

이것으로부터 교호작용의 효과 $(tcat)_{ij}$ 는 오차 $e_{(1)ij}$ 와 교락되어 있음을 알 수 있다.

즉, $TC \times AT$ 는 TC 와 AT 의 조합 조건에서 행한 1차의 실험오차 e_1 과 완전히 교락되어 있어 분리할 수 없다. 또한 e_2 는 TC 와 AT 의 동일한 조합 조건에서 만들어진 2,880개의 RFID Tag간의 산포를 반영하고 있다. 따라서 데이터 구조식을 반영한 실험의 데이터 표는 다음 <표 3>과 같이 나타낼 수 있다.

<표 3> 실험 데이터 배열

	TC_1	TC_2	TC_3	TC_4	TC_5	계
AT_1	60	91	105	75	68	399
AT_2	138	141	172	132	120	703
계	198	232	277	207	188	1,102

(3) 분석결과

<표 4.3>의 데이터를 분석하기 위한 계산은 다음과 같이 얻어진다. 이상의 결과를 종합하여 분산분석표를 정리하면 다음<표 4>와 같다.

<표 4> RFID Tag의 분산분석 결과

	S	ϕ	V	F_0	$F(0.05)$	$F(0.01)$
TC	8.80	4	2.20	9.17*	6.39	16.0
AT	32.09	1	32.09	133.7**	7.71	21.2
$e_{(1)}(TC \times AT)$	0.94	4	0.24	1.09	2.37	3.35
$e_{(2)}$	638.5	2,870	0.22			
T	680.33	2,879				

위 <표 4>에서 $e_{(1)}$ 이 유의하지 않으므로 $e_{(2)}$ 에 풀링(pooling)한 후에 다시 검정하여 보면 다음 <표 5>와 같다.

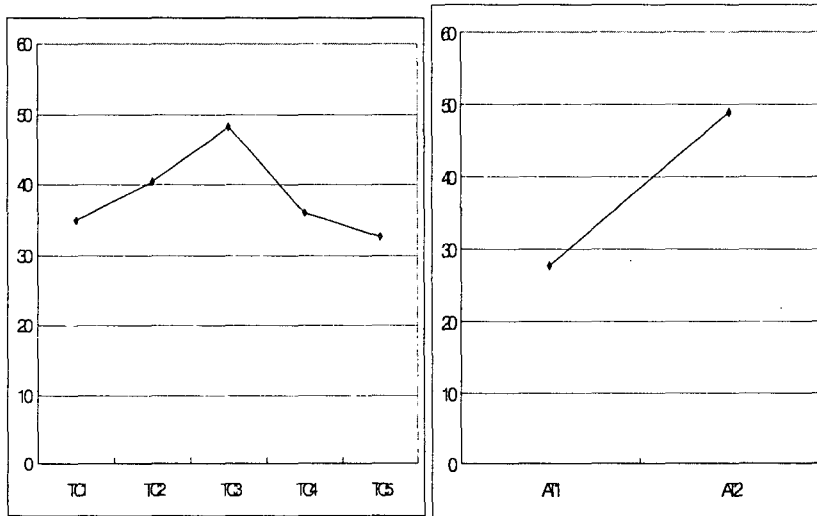
<표 5> RFID Tag의 분산분석 결과(오차항 풀링)

	S	ϕ	V	F_0	$F(0.05)$	$F(0.01)$
TC	8.80	4	2.20	4.78**	2.37	3.32
AT	32.09	1	32.09	69.76**	3.84	6.63
$e_{(2)}$	639.44	2,874	0.46			
T	680.33	2,879				

<표 5>에서 나타난 것과 같이 Tag의 종류(TC_i)와 안테나 연결선의 종류 (AT_j)에 따라 0.01 유의 수준에서 차이가 있다고 볼 수 있다.

(4) 최적 수준 추정(RFID Tag의 선택)

최적의 상태를 파악하기 위해서 TC_i 수준과 AT_j 수준에서의 모부적합률 $p(TC_i)$ 와 $p(AT_j)$ 의 값을 추정해야 한다. $p(TC_i)$ 와 $p(AT_j)$ 의 신뢰구간을 그래프로 그려보면 다음 [그림 1]과 같다.



[그림 4.2] $p(TC_i)$ 와 $p(AT_j)$ 의 신뢰구간

4. 결론

[그림 1]의 그래프를 판별해 보면 TC_3 와 AT_1 에서 가장 작은 부적합률을 준다. 교호 작용 $TC \times AT$ 가 없다고 분석되었으므로 부적합률을 최소로 하는 $TC_i AT_j$ 의 수준조합은 $TC_3 AT_1$ 이다. 따라서 이 조건에서 식(4.2)을 활용하여 95% 신뢰구간에서 추정하면 다음과 같다.

$$\hat{p}(TC_i AT_j) = \hat{p}(TC_i) + \hat{p}(AT_j) - \hat{p} \pm t(\phi; \frac{\alpha}{2}) \sqrt{\frac{V_e}{n_e}} \quad \text{식(4.2)}$$

$$\text{여기서 } n_e = \frac{lmr}{l+m-1}$$

$$\begin{aligned} \hat{p}(TC_3 AT_1) &= 32.64 + 27.71 - \left(\frac{1,102}{2,880} \times 100\right) \pm 1.96 \times \sqrt{\frac{0.46}{480}} = 22.09 \pm 0.06 \\ &= (22.09\%, 22.15\%) \end{aligned}$$

따라서 본 실험의 결과를 정리하면 D tag에 180cm 연결선을 사용하는 RFID를 VMI에 적용해야 하며, 부적합률은 95% 신뢰수준으로 추정하면 22.09% ~22.15%임을 알 수 있다. 본 연구의 RFID 1차 실험은 RFID의 종류와 안테나의 종류에 따른 최적값을 찾는 실험이었다. 따라서 다음 절에서는 VMI에 적용하기 위한 RFID의 환경적 요소에 대하여 실험을 하였다.

참고문헌

- [1] 김형도, “RFID의 국제 동향과 사례 및 과제” 한국파렛트 풀(주), 2003. 7. 15
- [2] 이근호, “RFID 비즈니스 동향”, 한국유통정보센터, 2003. 12. 4
- [3] Agarwa, V., “Assessing the benefits of Auto-ID technology in the consumer goods industry”, White paper, Auto-ID Center, MIT, (*Available at <http://www.autoidlabs.org/whitepapers/cam-wh-003.pdf>*), 2001.
- [4] Alexander, K., Birkhofer, G., Gramling, K., Kleinberger, H., Leng, S., Moogimane, D., and Woods, M., “Focus on retail : applying Auto-ID to improve product availability at the retail shelf”, White paper, Auto-ID Center, MIT, (*Available at <http://www.autoidlabs.org/whitepapers/ibm-autoid-bc-001.pdf>*), 2003.
- [5] Alexander, K., Gilliam, T., Gramling, K., Grubelic, C., Kleinberger, H., Leng, S., Moogimane, D., and Sheedy, C., “Applying Auto-ID to reduce losses associated with shrink”. White paper, Auto-ID Center, MIT, (*Available at <http://www.autoidlabs.org/whitepapers/ibm-autoid-bc-003.pdf>*), 2003.
- [6] Alexander, K., Gilliam, T., Gramling, K., Grubelic, C., Kleinberger, H., Leng, S., Moogimane, D., Sheedy, C., “Applying Auto-ID to reduce losses associated with product obsolescence”. White paper, Auto-ID Center, MIT, (*Available at <http://www.autoidlabs.org/whitepapers/ibm-autoid-bc-004.pdf>*), 2003.