

— ○ —

의류 매장에서의 효율적인 재고 관리 시스템 개발

— ○ —

아주대학교 산업공학과
김수현, 김우혁, 박상진, 최유진



CONTENTS

프로젝트의 배경 및 목적

구현 원리 및 알고리즘 제시

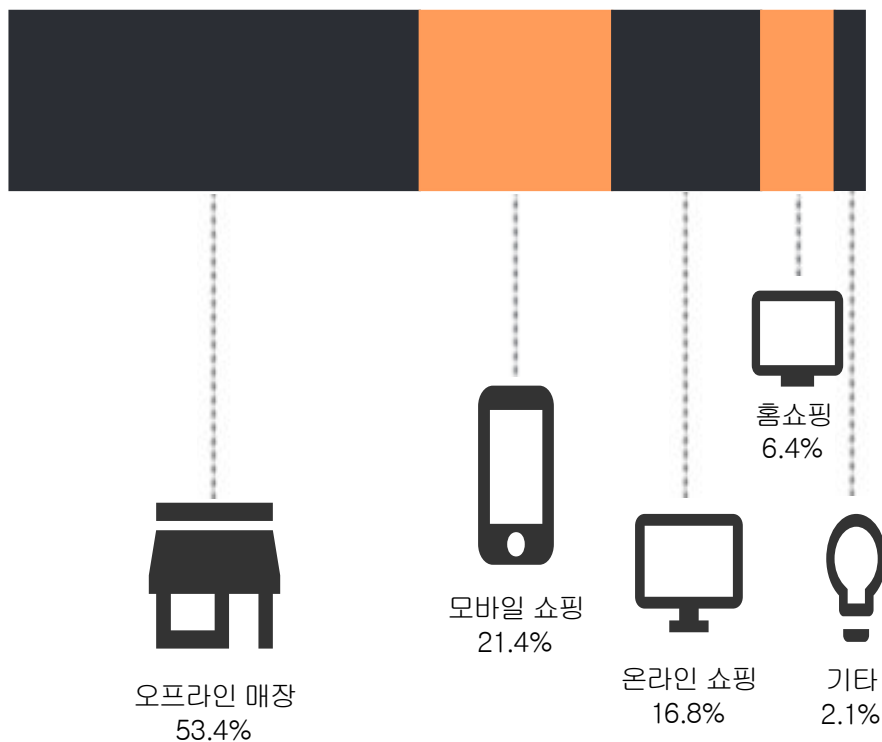
Case Study

장점 및 기대 효과

참고문헌



01 프로젝트의 배경



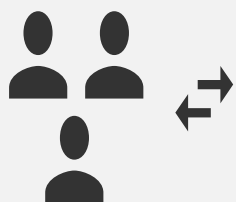
✓ 의류 산업의 현황

현재 의류 시장은 오프라인 매장의 의존도가 높다. 젊은 여성들의 경우 의류를 온라인으로 구매할 경우 사이즈, 색상 등이 자기 자신에게 어울리지 않아 반품할 경우가 다분하다. 또한, 소비의 중심인 중·장년층의 경우 애프터서비스, 배송 시스템에 불편을 느껴 주로 오프라인으로 구매한다.

✓ 오프라인 매장의 특성

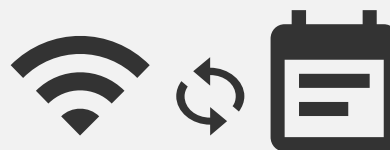
오프라인 매장의 경우 온라인보다 재고 부족으로 인해 얻는 타격이 크다. 온라인과는 다르게 오프라인은 고객이 원하는 순간 원하는 제품의 재고가 없으면 재방문할 확률이 낮기 때문에 막대한 손해로 이어질 수 있는 것이다. 또한, 창고에 쌓인 제품이 많을 경우 재고 유지 비용이 부담될 수 있다.

01 프로젝트의 목적



고객과 기업의 쌍방향 커뮤니케이션

온라인 매장의 고객은 본사와 쌍방향 커뮤니케이션이 가능하여 본사는 재고 관리를 유동적으로 할 수 있지만, 오프라인 매장의 고객은 본사와 직접적으로 커뮤니케이션할 수 있는 기회가 거의 없었기 때문에 유동적인 재고 관리가 어려웠고, 매장을 통한 커뮤니케이션으로 시간적인 손해가 있었다. 하지만 본 프로젝트에서 제시하는 알고리즘을 통해 본사가 오프라인 고객의 반응, 선호도 등을 실시간으로 체크할 수 있게 된다면 생산 계획을 유동적으로 할 수 있고, 효율적인 재고 관리를 가능하게 할 수 있을 것이다.

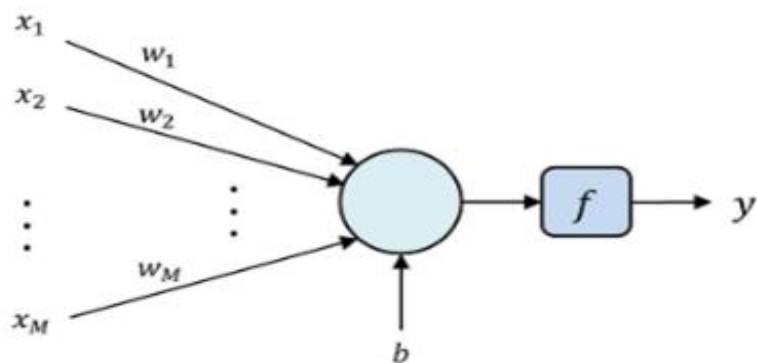
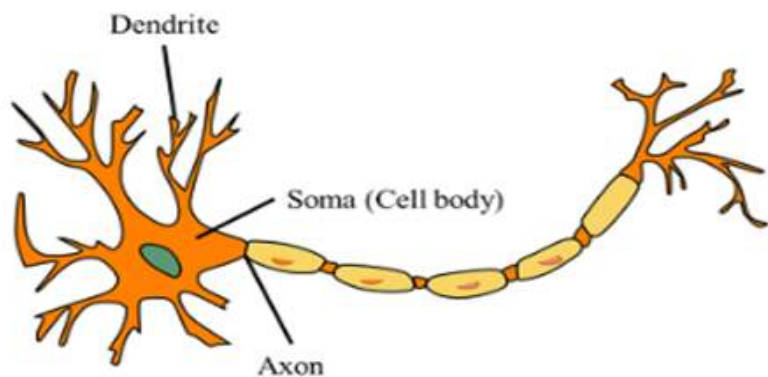


4차 산업혁명과 재고 관리 시스템의 결합

현재 오프라인 의류 매장의 경우 제대로 된 재고 관리 시스템의 부재로 인해 재고비에 과도한 지출을 하고 있다. 하지만, 최근 4차 산업혁명으로 빅데이터, IoT를 이용한 재고 관리 시스템의 개발이 가능하게 되었다. MTS (Make-To-Stock) 방식으로 생산되기 때문에 재고 관리의 중요성이 큰 의류 산업에서 4차 산업혁명과 재고 관리 시스템을 결합한다면 매우 큰 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 본 프로젝트는 시뮬레이션을 통해 새로운 재고 관리 시스템의 도입이 기존에 비해 얼마나 더 효과적인지를 알아볼 것이다.

02 구현 원리

인공신경망 (Artificial Neural Network)



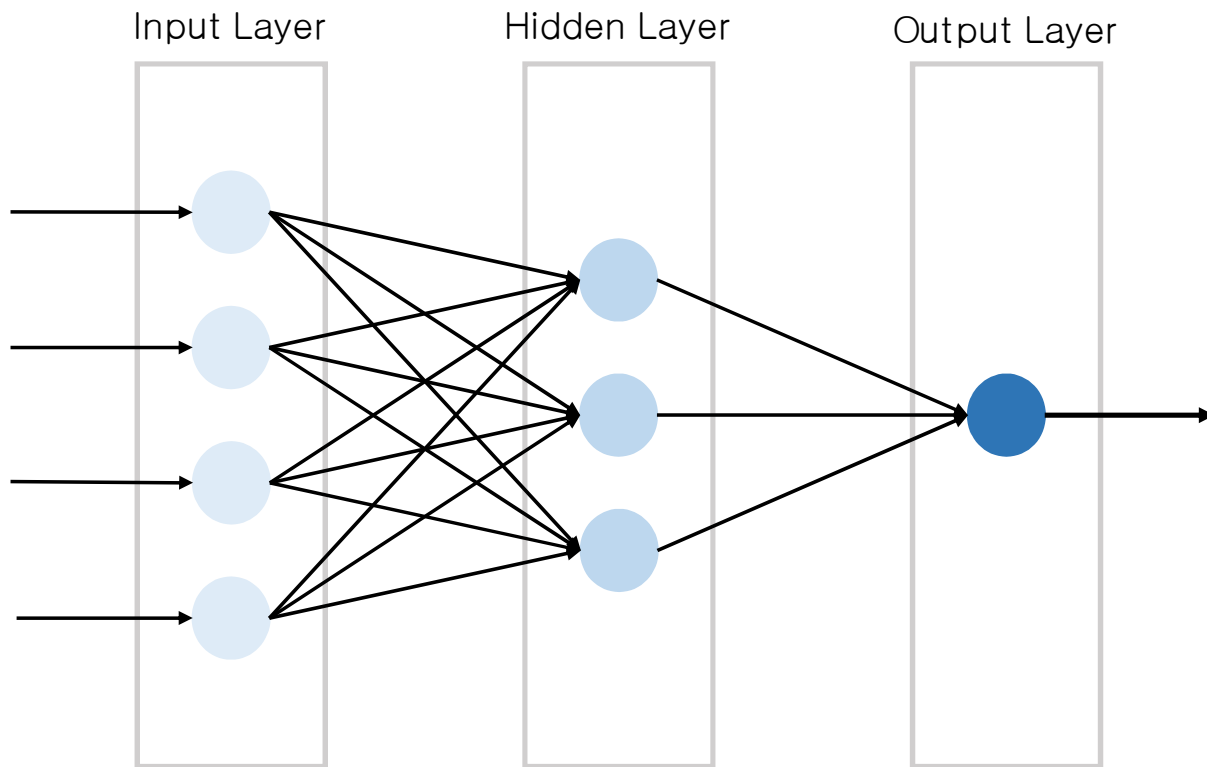
인공신경망이란, 기계학습과 인지과학에서 생물학의 신경망(동물의 중추신경계 중 특히 뇌)에서 영감을 얻은 통계학적 학습 알고리즘이다. 인공신경망은 시냅스의 결합으로 네트워크를 형성한 인공 뉴런이 학습을 통해 시냅스의 결합 세기를 변화시켜, 문제 해결 능력을 가지는 모델 전반을 가리킨다.

[학습 패러다임]

자율학습 : 데이터 X 가 주어졌을 때, 데이터 X 와 출력 f 에 대한 임의의 비용 함수를 최소화하는 학습 방법이다. 자율 학습을 통해 판매 데이터와 고객이 태블릿으로 검색한 데이터들을 통하여 긴급발주를 할 때, 비용 측면에서 효율적으로 발주량을 정할 수 있다.

02 구현 원리

인공신경망 (Artificial Neural Network) 구조



Input Layer는 예측 값을 도출하기 위한 예측변수의 값들을 입력하는 역할을 한다. 만약 n 개의 입력 값들이 있다면 Input Layer는 n 개의 노드를 가지게 된다.

Hidden Layer는 모든 입력 노드로부터 입력 값을 받아 가중합을 계산하고, 이 값을 전이함수에 적용하여 출력층에 전달하게 된다.

Output Layer는 입력 값과 현재 시스템 상태에 기준하여 시스템 출력 값을 산출한다.

02 구현 원리

QR코드 채택 이유



정보 수록 밀도가 높음

한글은 최대 1817자, 숫자는 최대 4296자 수용이 가능하다. 이는 1차원 바코드의 10~100배 정도의 정보량이다. 크기가 수mm여도 많은 양의 정보 수록이 가능하다.



다양한 종류의 정보 코드화 가능

영문, 숫자, 기호는 물론 음성, 화상 정보까지도 코드화가 가능하다.



데이터의 암호화 가능

비밀정보의 기록과 위조, 변조 방지가 가능하다.



보정 기능에 의해 정확한 판독 가능

손상이 전체 데이터의 2~30% 이내이면 손상이 있어도 정확하게 판독할 수 있다.

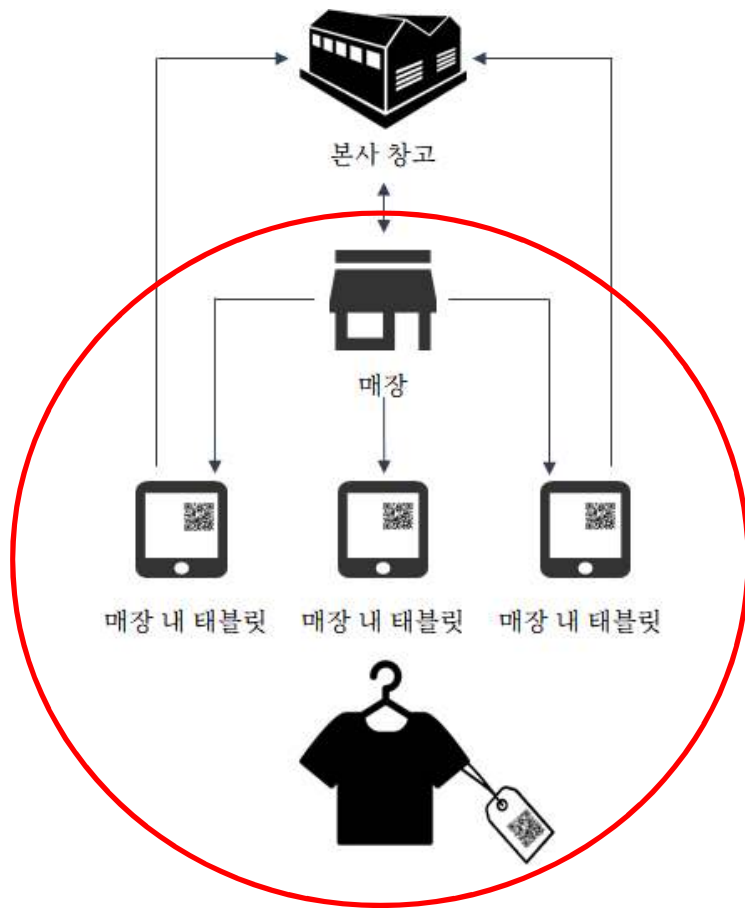


저렴한 가격

기존에 물류, 유통 등에 도입된 RFID의 개당 가격이 250~300원인 반면 QR코드는 프린트 인쇄가 가능하여 저렴하게 사용할 수 있다.

02 구현 원리

태블릿, QR코드를 통해 얻는 정보



매장 내 태블릿과 매장의 관계

소비자는 매장 내 태블릿으로 제품 태그에 있는 QR코드를 인식한다. 이를 통해 원하는 제품에 대한 정보를 실시간으로 얻을 수 있다.

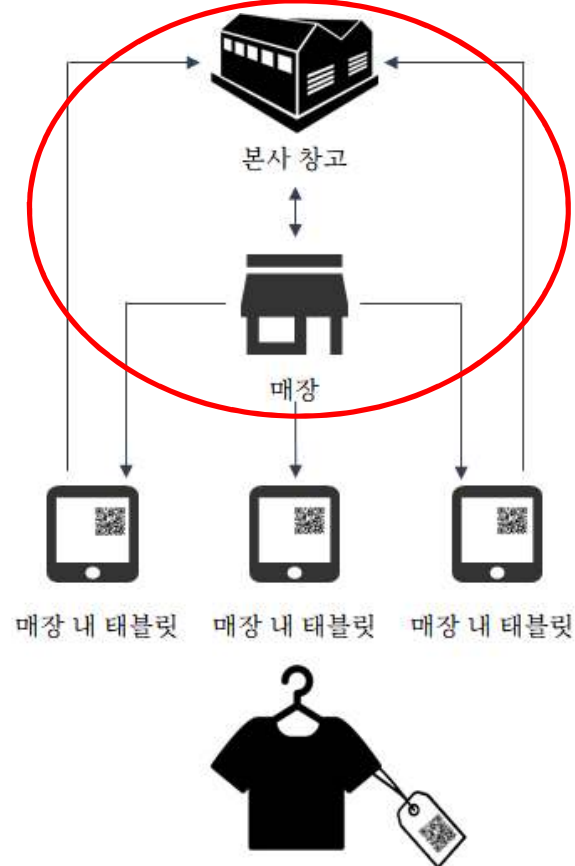


소비자들은 오프라인에서도 온라인에서 쇼핑할 때만큼 제품에 대한 정보를 많이 얻을 수 있으므로 온라인의 장점과 오프라인의 장점을 동시에 누릴 수 있다.

매장은 소비자들이 태블릿의 주문 버튼을 눌렀다는 정보를 실시간으로 받고 즉각적으로 이에 대응할 수 있다.

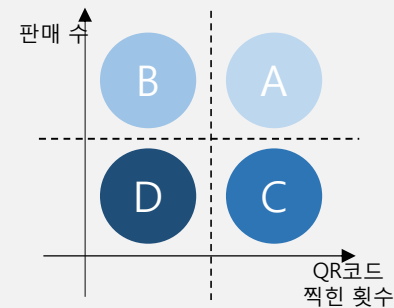
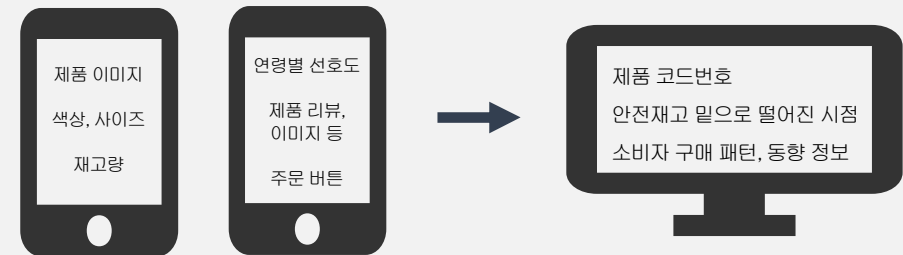
02 구현 원리

태블릿, QR코드를 통해 얻는 정보



매장과 본사의 관계

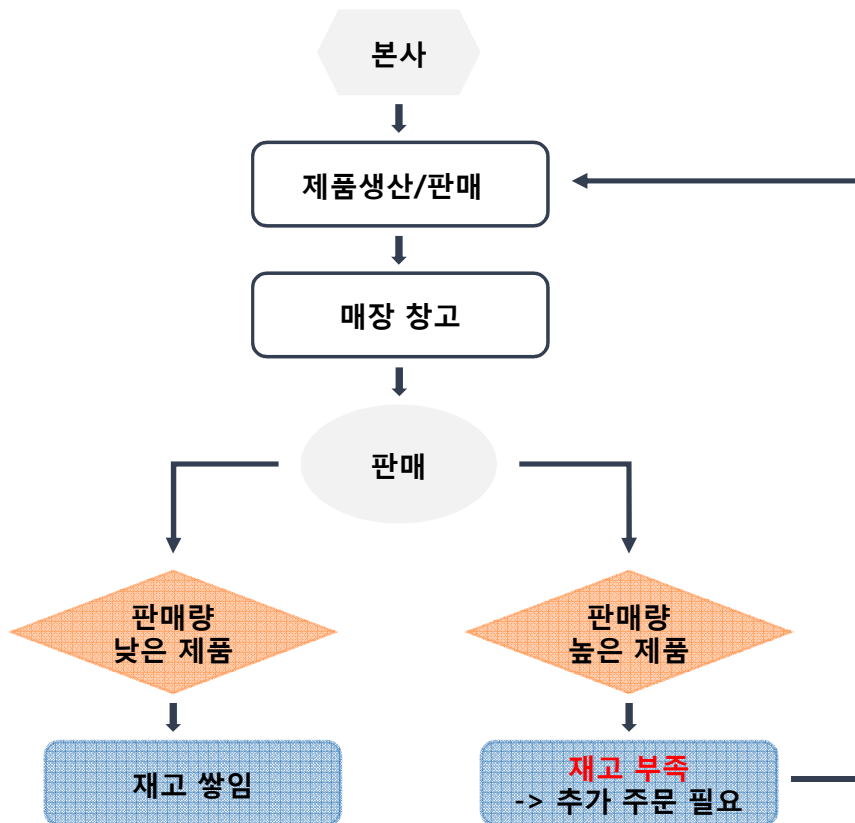
본사는 매장 내 태블릿에서 전송한 데이터를 바탕으로 소비자의 구매 패턴, 동향 정보를 파악한다. 또한, 매장 제품의 판매량과 재고량 데이터를 얻는다.



예를 들자면, 본사는 왼쪽의 그래프와 같이 판매 수와 QR코드가 찍힌 횟수를 기준으로 4가지 군으로 나누어 수요예측을 하는 데에 이용할 수 있을 것이다.

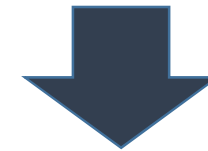
02 알고리즘 제시

<이존 시스템>



본사에서 공급량을 결정하고 Make-To-Stock 방식으로 제품을 생산한다. 생산된 제품은 각 매장창고로 전달되고 매장에 전시되어 판매가 시작된다. 고객의 수요는 항상 달라질 여지가 있음에도 불구하고 본사에서는 이를 고려하지 않은 채 제품을 항상 동일한 수량으로 각 매장에 전달한다. 이 때 특별히 수요가 높아 추가 주문이 필요한 제품은 매장에서 따로 주문 요청이 이루어진 후 추가 전달을 시작한다.

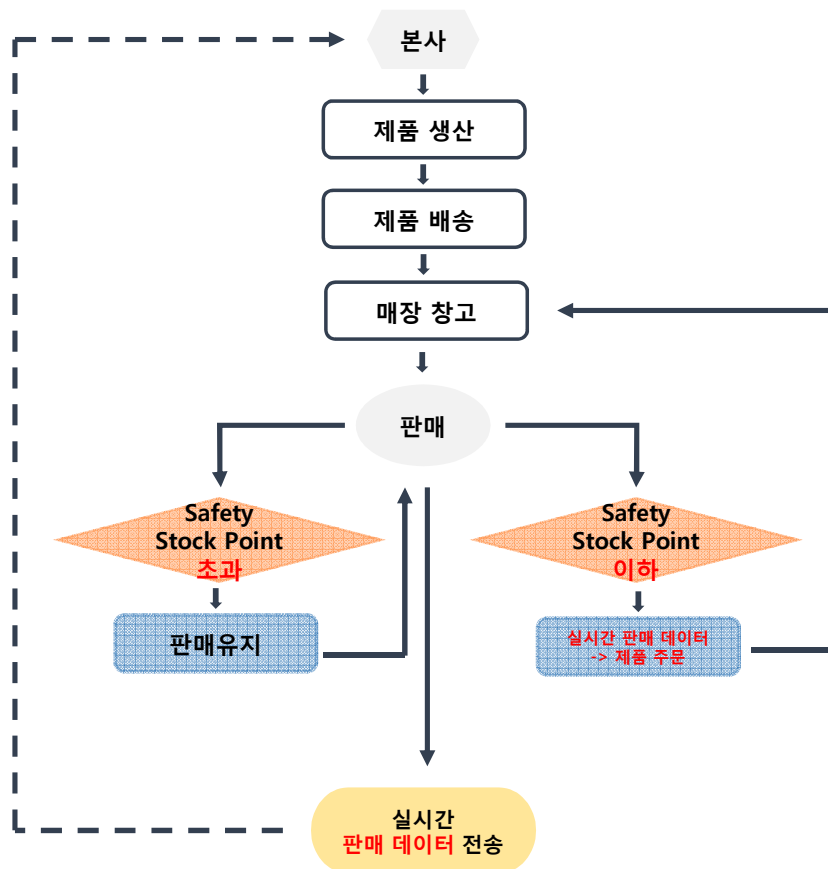
이러한 방식으로는 수요가 낮아 적게 팔리는 제품은 재고가 쌓이게 되고, 그로 인해 재고 관리 비용이 상승하게 된다. 또한, 재고가 부족하여 추가 생산이 필요한 제품은 매장에 재입고되어 고객에게 전달되기까지의 시간이 오래 소요된다.



“시시각각으로 변하는 고객의 수요를
유동적으로 대처하기 힘들다.”

02 알고리즘 제시

<새롭게 도입하고자 하는 시스템>



제품의 평균 재입고 주기 n 일 간 수요 예측량을 m 개라 하자. 본사는 기본적으로 n 일에 한 번 m 개의 제품을 매장으로 전달할 것을 준비한다. 하지만 만약 n 일보다 더 빠르게 재고가 안전재고 밑으로 떨어진다면 그 정보를 실시간으로 받아 빠르게 제품 전달을 완료해야 한다. 만약 n 일이 지나도 재고가 안전재고 위에 있다면 불필요하게 제품을 전달할 필요가 없다. 이러한 데이터들은 매장 내 비치된 태블릿과 제품 상표에 부착된 QR코드를 이용하여 얻을 수 있고, 본사는 이 데이터를 통해서 각 제품 별 공급량, 공급 시기를 세밀하게 조절할 수 있다.



“효율적인 재고 관리와, 안정적인 공급으로
매우 효과적인 방법이다.”

03 Case Study

<이존 시스템(정기 발주)>

A 의류회사의 실제 제품을 모티브로 하여 scheduling하고 이에 따른 수요표를 작성한 결과는 다음과 같았다.

		Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Total
고객 주문량		18	21	25	26	20	110
고객 구매량		18	21	25	26	10	100
입고량	100	0	0	0	0	0	100
남은 재고량		82	61	36	10	-10	

(안전재고 : 15개)

위 표를 보면 고객 주문량은 입고량인 100개보다 많은 110개였다. 기존 시스템의 발주 간격은 약 1주일이므로 위와 같은 경우에는 10개의 제품을 팔지 못하게 된다. 온라인과 달리 오프라인은 실시간 수요 예측이 어렵기 때문에 시시각각으로 변하는 고객의 수요에 유동적으로 대처하기 어렵다. 게다가 오프라인에서는 특정 장소에서만 고객의 구매가 이루어진다. 따라서 이는 오프라인 매장의 큰 타격으로 이어질 수 있기 때문에 이러한 상황을 막기 위한 대책이 필요하다.

03 Case Study

R의 인공지능망을 이용한 긴급발주량 구현

✓ 기본 설정

60개 매장에 대한 의류 정보 데이터를 수집한다.
수집한 데이터로부터 긴급발주량을 예측한다.

✓ 구현 원리

[1] 매장별 의류사이즈/ 검색수/ 고객수/ 매장 규모 / 판매량 정보를 각 매장에서 얻어 정형화된 data set을 만들어준다.

[2] data set 을 train 과 test set으로 나눠서 train set으로 긴급발주량을 예측하는 모델을 만들고, test set으로 예측된 모델의 유의성을 판단한다.

[3] 위 과정에서 유의하다고 판단된 예측모델을 긴급발주량으로 결정한다.

shop_number	cloth_size	thenumberof_search	shop_consumer	shop_scale	cloth_sales
1	95	50	102	57	11
2	95	38	82	34	23
3	95	20	56	28	16
4	95	48	99	59	30
5	95	16	40	15	9
6	95	135	200	98	120
7	95	27	54	26	17
8	95	71	129	66	43
9	95	52	100	57	40
10	95	142	207	99	118
11	95	34	67	21	28
12	95	12	20	10	6
13	95	11	19	9	8
14	95	5	9	2	3
15	95	9	13	7	6
16	95	67	80	44	54
17	95	51	62	33	47
18	95	110	139	71	89
19	95	96	127	69	76
20	95	54	72	25	41
1	100	82	102	57	69

위의 columns을 이용하여 cloth_sales를 예측하여 긴급 발주량을 결정한다.

03 Case Study

R의 인공지능망을 이용한 긴급발주량 구현

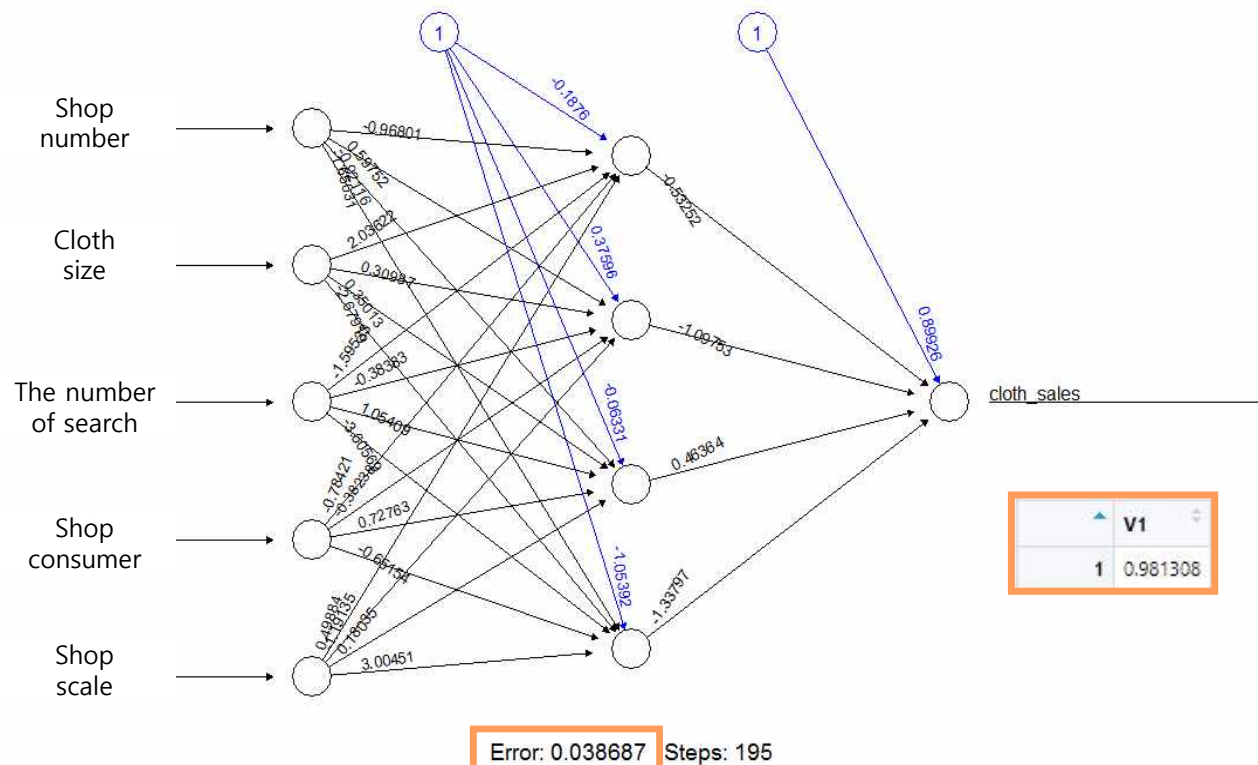
```
10 > demand <- read.csv("data.csv",stringAsFactors = TRUE)
11 > str(demand)
12
13 > normalize<-function(x){return((x-min(x))/(max(x)-min(x)))}
14 > demand_norm<-as.data.frame(lapply(demand,normalize))
15
16 > summary(demand_norm$cloth_sales)
17 > summary(demand$cloth_sales)
18
19
20
21
22
23
24
25
26 > plot(demand_model)
27
28
29 > View(model_results)
30
31
```

✓코드 설명

1. Data set 중 70%를 train set으로, 30%를 test set 으로 사용.
2. Neuralnet package를 이용하여 neuralnet 함수를 사용.
3. Neuralnet 함수의 제일 앞부분에는 target 변수, predictors 부분에는 위 타겟변수를 예측하는데 활용할 변수들을 사용.
4. Compute 함수를 이용하여 train set을 통해 만들어진 모델에 test set을 입력하여 의류 판매량을 예측.
5. 이 모델의 유의성을 판단.

03 Case Study

R의 인공신경망을 이용한 긴급발주량 구현



Node가 4개일 경우를 예시로 유의성을 검정

->error값이 0.038687 로 0.05 보다 작고, 상관계수가 0.981308 로 1에 근사한 값이 나오므로 유의성 검증

03 Case Study

<새롭게 도입하고자 하는 시스템(정기발주 + 자동발주)>

기존 시스템과 같은 수치를 이용하여 수요표를 작성해 보았다.

		Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Total
고객 주문량		18	21	25	26	20	110
고객 구매량		18	21	25	26	20	110
입고량	100	0	0	0	0	20	123
남은 재고량		82	61	36	10	10	

(긴급 발주점 : 15개)

위 표로 보아 고객 주문량과 고객 구매량이 110으로 기존 시스템의 상황과 같다는 것을 알 수 있다. Day4의 재고가 안전재고보다 적게 남았기 때문에 긴급 발주가 되어 자동적으로 추가 주문이 이루어졌고 이를 통해 매장은 바로 다음날인 Day5에 제품을 정상적으로 받을 수 있었다. 이 때 추가 입고량은 매장 내 태블릿으로 수집된 데이터와 제품 판매데이터를 이용한 딥러닝을 통해서 도출된 식에 의해 19.32로 나타났지만, 실질적 발주량을 고려하여 20으로 결정하였다. 장기적으로 봤을 때 재고 부족으로 인해 판매를 하지 못하는 상황이 계속된다면 이는 수요의 감소, 즉 매출의 감소로 이어진다. 새로운 시스템을 통해서라면 이러한 문제점을 미연에 방지할 수 있을 것이다.

03 Case Study 결과

	기존 모델	새롭게 도입하고자 하는 모델
매출액(원)	3,000,000	3,300,000
판매량(개)	100	110
남은 재고량	0	10
리드타임	5일	4일
추가 운송비	0	57,262

✓ 추가 운송비 계산 과정

경유 평균 가격: 1342.7원
 공장 → 매장 배송거리: 51.34km(1시간)
 배송차량(소형트럭) 평균 연비: 3.7km/L
 운송 건당 비용(기름값 제외): 20,000원

운송비(왕복): 57261.74원

새롭게 도입하고자 하는 모델에서 첫 입고량은 정기발주로 결정된다. 판매가 시작된 이후 수요가 유동적이기 때문에 추가 입고량이 필요하게 된다. 추가 입고량에 대해서 수집한 데이터를 이용한 자동 발주 방식을 사용한다. 그렇게 되면 추가운송비가 발생한다. 추가 운송비가 57,262원으로 운송비에서는 기존 모델보다 더 많은 지출이 있었지만 매출액에서 300,000원 앞섰다. 의류 시장의 경우 실제 얻는 매출 이익이 매출액의 30%를 차지하기 때문에 새로운 모델이 기존 모델보다 훨씬 합리적인 방법이라고 볼 수 있다.

Case Study와 반대의 상황에서는 고객의 수요가 재고량보다 적을 경우에는 재고 관리비에서 큰 효과를 볼 것이라고 예상할 수 있다. 기존 모델은 이러한 경우에 재고가 무한정 늘어나지만 새로운 모델은 상황에 따른 유동적인 입고가 가능하기 때문이다.

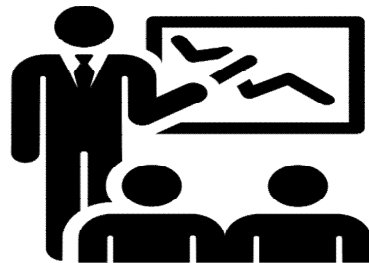
04 장점 및 기대 효과



수요예측

실시간 정보 수집으로
재고비 절감

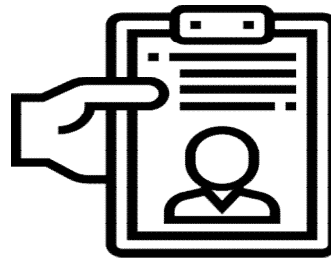
태블릿과 QR코드를 이용하면 과거 판매량을 바탕으로 수요예측을 하는 것을 넘어서 고객의 잠재된 흥미나 관심 정도를 파악할 수 있기 때문에 **더욱 정확한 수요예측**이 가능해진다. 수요와 공급의 시기를 더욱 가깝게 일치시킬 수 있을 것이다.



판매전략 수립

잠재고객확보로
매출 증가

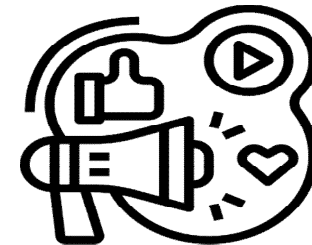
의류 제품의 특성 상, 특정 제품을 구매하겠다고 마음먹고 구매하는 경우는 거의 드물다. 매장 내에 배치된 태블릿을 통한 데이터 수집은 고객의 관심이 높은 제품을 잘 보이는 공간에 배치, 관심의 연관성 있는 제품들을 같은 공간의 배치 하는 **판매전략을 효과적으로 수립**할 수 있을 것이다



제품 정보 제공

마케팅 효과 상승

온라인 매장의 장점인 제품에 대한 구체적인 정보와 구매에 필요한 다양한 정보를 오프라인 매장에서 제공할 수 있게 된다. 구매의사가 확실한 고객보다 잠재 고객이 많은 의류 제품과 오프라인의 특성 상, 태블릿과 QR코드를 이용한 정보 전달은 제품에 대한 잠재 고객들을 **구매 의사결정을 도움** 것이다.



오프라인 시장 성장

시장경제 활성화

기존의 존재하는 오프라인 시장의 단점을 보완하게 되어서 지금보다 더 많은 고객들을 오프라인 시장으로 불러올 것이다, 그렇게 되면 현재 침체된 **시장경제에 활력**을 불어 넣을 수 있을 것이라고 예상한다.

05 참고문헌

1. 김용주, 한국 패션 브랜드 광고의 QR(Quick Response) 코드 활용에 관한 연구, 한국디자인 문화학회지, 2014
2. 박은주 외1명, 의류점포내 상황요인과 제품의 소비가치가 충동구매행동에 미치는 영향, 한국 의류학회지, 2000
3. 이영호, 물류관리를 위한 QR코드 시스템 구현, 단국대학교, 2014
4. 왕뢰, 재고관리 시스템에 관한 연구, 우석대학교, 2009
5. 장흥훈 외 2명, 온라인과 오프라인 유통 시장의 새로운 소비행태에 관한 연구, 전자무역연구, 2014
6. 최종용, 재고관리를 통한 원가절감 방안에 관한 연구, 한양대학교 산업경영디자인대학원, 2009
7. 한대석, 실용적 수요예측기법과 재고관리 성과에 대한 실증연구, 인하대학교 물류전문대학원, 2015
8. 허지혜, 국내 의류업체의 공급망관리(SCM)를 위한 정보공유모델에 관한 연구, 연세대학교 대학원, 2005
9. Chapman 외 4명, Introduction to Materials Management 8th edition, Pearson, 2016