

마이크로 풀필먼트를 위한 제품 수요 예측 모델 연구

(A Study on Product Demand Forecasting Model for Micro Fulfillment)

황 상 호, 정 철 우, 권 오 언, 최 준 형, 조 중 재, 김 성 호*

경북IT융합산업기술원

(Sang-Ho Hwang, Cheol-Woo Jung, Oeon Kwon, Jun-Hyeong Choi, Joong-Jae Cho, Sungho Kim)
(Research Development Division, Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology (GITC).)

Abstract : In this paper, we study product demand forecasting model for micro fulfillment services by analyzing past product demands data and trends. The proposed demand forecasting model utilizes time series data on past orders to predict the reorder quantity of a product, which can assist inventory management in micro fulfillment centers.

Keywords : demand forecasting, fulfillment, machine learning, prediction, time series data

I. 서 론

풀필먼트는 제품의 재고 관리, 주문 처리, 포장, 배송 및 반품 등과 같은 일련의 과정을 해주는 서비스이다. 기존 대규모 물류센터는 도심에서 떨어진 지역에 위치하고 있어 저가의 임대료, 교통인프라 접근성이 뛰어나지만 소비시장 접근성은 낮아 소비자 중심의 풀필먼트 서비스에 어려움이 있다. 이러한 이유로 최근에는 소비자와 가까운 도심에 소규모 물류센터를 만들어 풀필먼트 서비스를 제공하는 마이크로 풀필먼트 센터(Micro Fulfillment Center, MFC) 구축에 대한 연구가 이루어지고 있다[1].

풀필먼트 서비스를 제공하는 업체들은 일반적으로 제품의 수요 예측, 재고 관리, 주문 처리, 포장, 배송 및 반품 처리 등과 같은 업무를 수행한다. 이를 위해 풀필먼트에는 주문정보, 제품정보 및 재고 수준을 모니터링 할 수 있는 시스템이 구축된다.

도심에 있는 마이크로 풀필먼트는 소비지역과 인접하여 배달의 신속성은 좋으나 임대료 등의 이유로 물류를 보관할 수 있는 창고의 크기가 크지

않아 상품을 대량으로 보관하고 있지 않다. 따라서 마이크로 풀필먼트 서비스에서 체계화된 재고관리를 위해 수요 예측이 필요하다. 수요 예측이 정확하게 이루어지면, 생산업체는 제품의 재고 수준을 최적화하고, 제품의 생산성을 향상시키며, 고객 만족도를 높일 수 있다.

본 논문에서는 제품 수요 예측을 위해 과거 판매 데이터와 판매 추이를 분석하여 마이크로 풀필먼트 서비스를 위한 제품 수요 예측 모델에 대하여 연구한다. 제안하는 제품 수요 예측 모델은 과거 주문에 대한 시계열 데이터를 활용하여 특정 상품의 재주문량을 예측하여 구축되는 마이크로 풀필먼트 센터에서 재고관리에 도움을 줄 수 있다.

II. 제품 수요 예측 모델

1. 제품 수요 예측 모델 구현

풀필먼트 센터는 고객이 주문한 상품에 대한 전 과정에 대한 체계를 제공해준다. 상품이 입고가 되면 소비자가 주문하기 전까지 상품의 수량, 출고 빈도, 유통기간을 고려하여 최적의 장소에 저장한다. 최근에는 지역 중소 유통업체의 경쟁력을 강화하고 도시의 생활물류 인프라 부족을 개선하기 위한 방법으로 지역 차원에서 마이크로 풀필먼트 센터 도입에 대하여 연구가 되고 있다. 이러한 마이크로 풀필먼트 센터는 도심에 위치하여 소비자에게 신속하게 구매 상품을 신속하게 전달해줄 수 있는 장점이

*Corresponding Author (shk@gitc.or.kr)

황상호, 정철우, 권오언, 최준형, 조중재, 김성호 :
(재)경북IT융합산업기술원 연구개발부

※ 본 연구는 중소벤처기업부의 규제자유특구혁신사업 육성 지원에 의한 연구임 [P0020333].

있지만 높은 임대료 등의 이유로 제품을 충분히 적재할 수 있는 공간이 적은 단점이 있다. 따라서 마이크로 풀필먼트 센터에서 재고관리는 중요한 문제이며 이를 해결하기 위해 마이크로 풀필먼트 센터에 적재될 제품에 대한 수요 예측이 필요하다.

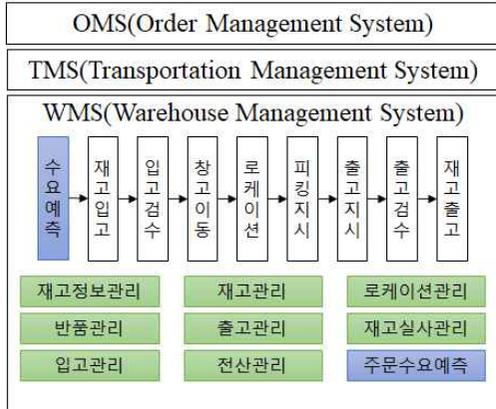


그림 1. 물류정보시스템 구성도

Fig. 1. Configuration of Logistics Information System

그림 1은 풀필먼트 센터에서의 물류정보시스템 구성도를 보여주고 있다. 풀필먼트 센터는 제품의 주문, 입고, 포장, 배송 등의 과정에 대한 관리를 위해 물류정보시스템을 구축하고 있으며 이 시스템에는 주문관리시스템(Order Management System, OMS), 배차시스템(Transportation Management System, TMS), 창고관리시스템(Warehouse Management System, WMS)이 포함되어 있다. 본 논문에서는 기존 창고관리시스템에서 제품 주문 수요 예측 모듈을 추가하여 재고관리 및 로케이션 관리를 개선하고 있다.

마이크로 풀필먼트에 입고되어있는 상품에 대한 소비자 주문은 OMS에 의해 관리되고 있으며 데이터베이스에 연속적으로 축적이 된다. 제품 수요 예측에는 이렇게 저장되어 있는 주문에 대한 시계열 데이터를 활용할 수 있다.

시계열 데이터에 대한 예측에는 ARIMA (Autoregressive Integrated Moving average Model), RNN(Recurrent Neural Network), LSTM (Long Short Term Memory) 및 CNN (Convolutional Neural Network)과 같은 인공지능 모델을 사용할 수 있다.

제품의 수요는 날씨, 휴일, 계절적 요인, 유행, 광고 등 여러 이벤트에 의해 영향을 받아 균일한

패턴이 아닌 특이점(outlier)이 높은 비율로 포함된 데이터로 이전 데이터에 강한 영향을 받는 RNN과 LSTM과 같은 모델보다는 CNN 모델이 더 적합하다. 이에 본 논문에서 제품 수요 예측 모델은 CNN 모델에 기반하고 있으며, 생성되는 모델은 입고되어 있는 상품별로 만들어진다. 재고 입고시기에 제품 수요 예측 모듈이 동작하며 그 결과에 따라 입고량을 결정한다. 표 1은 본 논문에서 사용한 제품 수요 예측 모델의 구조를 보여주고 있다.

표 1. CNN의 구조

Table 1. Structure of Product Demand Forecasting Model

| Layer type(options) |
|--|
| Input |
| Conv1D(filters=32, kernel size=2, activation=relu) |
| Dropout(0.2) |
| Conv1D(filters=32, kernel size=2, activation=relu) |
| Dropout(0.1) |
| AveragePooling1D(pool size=2) |
| Flatten |
| Dense(units=128, activation=relu, dropout=0.2) |
| Dense(units=64, activation=relu, dropout=0.1) |
| Dense(units=1) |

2. 실험결과

제품 수요 예측 모델의 성능을 평가하기 위해 본 논문에서는 Forecasts for Product Demand Dataset을 활용하였다. 이 데이터 셋은 Kaggle에 공개된 데이터로 지역내 4개의 창고에서 수집된 수천 개의 제품 주문에 대한 시계열 데이터를 포함하고 있다.

제품 한 개에 대한 모델을 생성하기 위해 해당 데이터 셋에서 “Whse_1”에 해당하는 창고에서의 데이터를 활용하였다. 시계열 데이터의 입력 크기는 30으로 하였으며 전체 데이터의 절반을 학습데이터로 활용하였다.

그림 2는 제품 수요 예측 모델에 대한 성능 평가에 대한 결과를 보여주고 있다. 그림 2의 결과에서 검은색 그래프는 학습데이터 영역이며 전체 데이터의 절반에 해당하며 파란색 그래프는 실제 제품에 대한 주문, 오렌지색 그래프는 제품 수요 예측

모델에 의한 예측된 값을 보여준다. 실험에서 제품 수요 예측 모델의 loss는 0.02이었으며, 창고 내 최대 적재량은 일평균 주문량의 1.6배로 양호하였으나 제품 발주량 최대 부족량은 특이값에 대한 예측 실패로 일평균 주문량의 3.4배에 해당하였다. 예측에 따른 오차에 해당하는 제품 발주 처리는 창고 내 공간에 해당 제품을 미리 입고시키는 형태 또는 인근 물류 창고와의 클러스터링을 통해 해결할 수 있다.

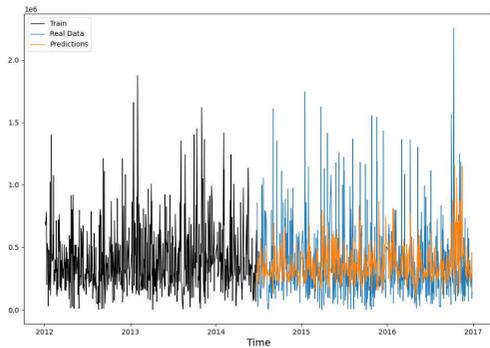


그림 2. 제품 수요 예측 모델에 대한 성능 평가 결과

Fig. 2. Performance Evaluation Result for Product Demand Forecasting Model

III. 결론

본 논문에서는 마이크로 풀필먼트 센터의 입고된 제품에 대한 재고관리 및 로케이션 관리를 위한 제품 수요 예측 모델에 대하여 연구하였다. 창고관리시스템에 추가한 제품 수요 예측 모델은 과거 주문에 대한 시계열 데이터를 활용하여 특정 상품의 재주문량을 예측하여 구축되는 마이크로 풀필먼트 센터에서 재고관리에 도움을 줄 수 있다. 추후 인근 마이크로 풀필먼트 센터의 클러스터링을 통한 그룹으로 관리하는 창고관리시스템에 대한 연구를 진행할 예정이다.

References

- [1] 박중헌, 권구포, 김정환, "마이크로 풀필먼트 센터 도입 방향: 지역 중소 유통업체를 중심으로", BISTEP 산업&혁신 Brief, 제 4호, 1-33쪽, 2022.