Journal of Digital Convergence
Vol. 17. No. 2, pp. 59-71, 2019

ISSN 1738-1916
https://doi.org/10.14400/JDC.2019.17.2.059

4차 산업혁명시대의 스마트 유통물류센터 구축방향에 관한 연구

박정현[1], 오재균[2], 김동명[2], 여기태[3*]
[1]인천대학교 동북아물류대학원 박사과정, [2]인천대학교 동북아물류대학원 석사과정
[3]인천대학교 동북아물류대학원 교수

A Study on the Establishment Direction of Smart Distribution Logistics Center in the era of the Fourth Industrial Revolution

Jung-Hyun Park[1], Jae-Gyun Oh[2], Dong-Myung Kim[2], Gi-Tae Yeo[3*]
[1]Graduate School of Logistics, Incheon National University, Doctor's Degree
[2]Graduate School of Logistics, Incheon National University, Master's Degree
[3]Graduate School of Logistics, Incheon National University, Professor

요 약 본 연구는 4차 산업혁명 시대에 스마트 유통물류센터 구축 요인을 파악하고, 요인별 중요도를 산출하는 것을 연구의 목적으로 한다. 연구 방법론은 전문가의 지식을 효과적으로 추출할 수 있는 CFPR(Consistent Fuzzy Preference Relations) 법을 사용하였다. 연구결과, 대요인(Principle factors)에 "서비스"가 0.271로 가장 우선적으로 고려해야 하는 요인으로 분석되었고, 다음으로는 인프라(0.254), 정보시스템(0.247), 장비(0.228)순으로 나타났다. 한편, 세부 요인별(Detailed factors)로 보면 "신뢰성"요인의 중요도가 0.091로 가장 높게 나타났으며, 이어 "정보시스템의 가시성"(0.076), "인프라의 공간고도화"(0.075), "입지"(0.074) 그리고 "서비스의 만족도"(0.073) 순으로 높게 평가되었다. 본 연구는 스마트 유통물류센터에 대한 구축방향을 제시하였다는 점에서 시사점을 갖는다.

주제어 : 유통산업, 물류센터, 스마트 물류, 4차 산업혁명, CFPR

Abstract This research is aimed to identify the building factors and deriving the importance of each factor for establishing the smart distribution center in the fourth industrial revolution era. The research methodology used CFPR(Consistent Fuzzy Preference Relations) to effectively extract expert knowledge. Research has shown as principle factors that "Service" is the first factor to be considered as 0.271, followed by "Infra(Warehouse)"(0.254), "Information System"(0.247), and "Equipment"(0.228). And as detailed factors, "Reliability" showed the highest importance as 0.091, followed "Visibility of Information System"(0.076), "Space Advancement"(0.075), "Location"(0.074) and "Satisfaction of service"(0.073). This study has implications in that it has presented an establishment direction for the smart distribution center.

Key Words : Distribution Industry, Smart Distribution Center, The Fourth Industrial Revolution, CFPR, Logistics Center

*Corresponding Author : Gi-Tae Yeo (ktyeo@inu.ac.kr)
Received November 19, 2018
Revised December 20, 2018
Accepted February 20, 2019
Published February 28, 2019

1. 서론

유통산업연합회에 따르면 국내 유통시장은 2018년 약 330조원에 이를 것으로 예상되며 교통, 정보통신 및 IT 기술 발전과 함께 인터넷, 스마트폰의 대중화로 인터넷 쇼핑 비중도 지속 확대되고 있어 그 중요성은 더욱 커질 것으로 전망하고 있다. 최근 국내외 유통산업은 오프라인 채널(점포)과 온라인 채널 등을 병행 운영하는 멀티채널이 점차 보편화 되고, 4차 산업혁명 기술이 유통업계에 활용되면서 새로운 형태의 소비 수요를 창출하기 시작했다. 이에 상품의 실질적 운영과 전달을 지원하는 물류의 중요성은 더욱 커지고 있으며 급격한 기술환경 변화와 다양한 형태의 수요를 대응하기 위해 물류 기업들 또한 급격한 변화를 겪고 있다.

기존 취급품목과 물리적 공간이라는 큰 축을 중심으로 발전해왔던 전통 유통업체인 백화점과 대형마트 같은 오프라인 산업은 유형의 제품 판매에서 벗어나 무형의 서비스 영역까지 확장을 시도하고 있으며, 오프라인 판매라는 공간적 제약을 뛰어 넘어 온라인 채널 영역으로 확장 하고 있다[1]. 그리고 알리바바나 아마존 같은 온라인 업체들은 허마센셩(盒馬鮮生)과 홀푸드(Whole Foods) 같은 오프라인 유통업체 인수를 통해 온라인에서 오프라인 채널로 영역으로 확장하는 등 온・오프라인의 경계 붕괴는 가속화 되고 있다.

이러한 이유는 활성화된 모바일 쇼핑으로 온・오프라인 구분이 모호해졌기 때문이며 소비자들은 온・오프라인 채널을 통해 습득한 정보를 바탕으로 자신이 원하는 시간과 장소를 골라 다양한 방법으로 상품을 구매할 수 있고[2], 특히 최근 부상된 4차 산업혁명으로 인한 비즈니스 모델 다변화로 산업 간 경계가 더욱 모호해졌기 때문이다[3].

즉, 전통 오프라인 업체는 4차 산업혁명 기술기반의 스마트 쇼핑 기술을 기반으로 온・오프라인 연계 서비스(O2O : Online to Offline)를 선보이며 채널 다각화에 주력하고 있으며, 온라인 업체는 신선식품, 생필품, 무형 서비스 상품 등으로 상품 구색을 강화 및 확대하며 유통시장에 새로운 경쟁구도를 구축하고 있어 온・오프라인의 유통경계 붕괴 현상은 가속 될 것으로 전망하고 있다[4].

이에 세계 유통 시장은 치열한 경쟁 속에서 우위 확보를 위해 채널을 결합하거나 업태와 포맷을 다각화 하는 등 다양한 사업 모델로 생존 전략을 찾고 있어 향후 전자상거래 개념은 점차 사라지고 물류가 결합한 새로운 유통 개념이 탄생할 수 있다[5].

즉, 온・오프라인 채널 융합으로 유통 패러다임이 바뀌고 있으며, 과거 유통기업이 채널과 상품 경쟁력에 초점을 맞췄다면 이제는 그 이상을 추구해야 하는 신유통 시대가 도래한 것이다[6].

신유통 시대는 보다 빠르고 개인화된 물류 서비스 수요가 확대되고 신규 및 융합 서비스가 등장하게 되므로, 물류산업의 경쟁 구도 또한 변화를 촉진시킬 수 있어 향후 유통사업 자체의 차별성으로 물류의 중요성이 더욱 대두되고 있다.

또한 최근 유통 환경변화는 물류센터 내에서 다품종 소량 저빈도 상품을 신속하고 정확히 처리 할 수 있는 물류센터의 대형화와 고도화를 같이 요구하고 있으며, 정보처리 부문에서도 거래규모 증가와 수요자에 대한 물류관리 니즈 증대로 세밀한 정보관리 및 제공 필요성도 높아지고 있다. 노동시장 측면에서는 전 세계적으로 인구구조변화(고령화)와 인건비 상승으로 물류비 부담을 가중시키고 있어 국내외 선진 업체들은 물류 자동화 도입 통해 비용절감과 생산성 향상을 추진하는 등[7], 물류산업도 4차 산업혁명시대에 ICT 기술 융합에 따른 신융합 물류서비스 도입이 확산 되면서 물류 패러다임이 변하고 있는데 향후 유통물류센터의 운영환경 또한 많은 변화가 있을 것으로 사료된다.

이에 본 연구에서는 4차 산업혁명 시대에 유통물류 산업 현황을 살펴보고 이에 필요한 스마트 유통물류센터 구축방향에 대해 CFPR(Consistent Fuzzy Preference Relations) 방법론을 통한 요인별 중요도를 도출하고 향후 물류센터 구축 방향에 대한 실증적 연구결과를 제시하는 것을 목적으로 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. Ⅱ장에서는 제4차 산업혁명과 유통물류 산업현황을 고찰해 보며, Ⅲ장에서는 선행연구를 통해 본 연구의 차별성을 제시한다. Ⅳ장에서는 스마트 유통물류센터 구축 방향에 대한 실증분석을 실시하고 마지막 Ⅴ장에서는 분석결과를 통해 결론 및 시사점을 제시한다.

2. 4차 산업혁명과 유통물류 산업현황

2.1 4차 산업혁명과 물류 현황

4차 산업혁명은 2016년 세계경제포럼(World Economic Forum, WEF)을 통해 소개되어 세계적 관심이 고조되고 있다[8]. 2020년 이후 도래할 것으로 예측되는 4차 산업혁명은 급속히 발전된 ICT기술을 활용해 기계와 로봇이 스스로 판단/제어하는 단계라고 설명 할 수 있다[9]. 이러한 4차 산업혁명을 대표하는 핵심 기술로는 인공지능(Artificial Intelligence), 로봇공학(Robotics), 사물 인터넷(Internet of Things), 무인운송(Autonomous Vehicles), 3D프린팅(3D Printing), 나노/바이오기술(Nanotechnology, Biotechnology) 등을 들 수 있다[10].

4차 산업혁명을 주창한 학자들은 기존 산업혁명들이 인간 노동력에 대한 기계화와 자동화로의 변화였던 반면, 인공지능의 출현에 따라 인간 두뇌를 대체하게 될 것이고 이로 인해 기존 3차 산업은 속도, 범위, 시스템 등에 획기적인 변화가 올 것이라고 예측했다[12].

이러한 변화는 물류산업에도 영향을 미치기 시작했으며, 산업혁명 진행과 함께 전통적으로 노동집약적인 물류에서 지능화, 첨단화, 맞춤화된 스마트 물류로 발전하면서 최첨단 산업으로 변모하고 있다[13]. 여기서 스마트 물류는(Smart Logistics)는 ICT 기술, 센서, 정보 및 제어기술을 활용해 운송, 보관, 분류(Sorting) 및 반출(Picking)과 같은 하역과, 시설 및 장비 그리고 시스템 등 물류 전 분야에 효율성, 유연성, 지속가능성을 향상하고 이를 통해 물류비 절감을 목표로 하는 물류로 정의 할 수 있으며[9], 물류 전 프로세스에서 불필요한 인력이나 활동을 줄여 최적의 효율을 내면서 일하기 편하며 비용절감과 동시에 리스크 관리가 가능한 물류를 스마트 물류라고도 할 수 있다[14]. 이러한 관점에서 국내외 물류 기업들도 물류 효율성 극대화와 글로벌 경쟁력 강화를 위해 스마트 물류시대에 적합한 물류서비스 개발과 투자를 확대하고 있다. 이는 무인화와 자동화의 확산을 의미할 수 있으며 노동집약적인 물류산업의 일자리 감소와 경쟁구도 변화를 유도할 수 있다[15]. 그리고 과거 생산과 소비를 연결하는 단순 보관, 운송, 하역의 오프라인 기반 물류 형태가 전자상거래 및 소셜커머스 등의 온라인 기반으로 빠르게 변화하면서 기존 물류기업들의 서비스에 만족하지 못한 유통기업들은 자체 기술력이나 IT기업과의 협업 통해 물류산업의 벽을 허물고 직접 물류시장에 진출하고 있다. 이러한 이유는 4차 산업혁명시대에서는 본질적으로 물류가 핵심 경쟁력이 될 것으로 예측되고 있기 때문이다[16].

2.2 유통산업과 물류 현황

국내 유통시장은 온라인 시장의 지속적 성장과 함께 Fig. 1과 같이 올해는 약 330조원에 이를 전망이다. 하지만, 최근 대형 유통업체에 대한 정부 규제 강화와 최저임금 인상 등으로 전통 유통채널의 성장은 둔화되고 있다. 2011년부터 2016년까지 편의점과 인터넷 쇼핑은 각각 10.7%, 13.6% 성장하였으나, 전통 유통채널인 백화점과 대형마트는 각각 0.5%, 3.1% 성장하였다[17].

Fig. 1. Domestic Distribution Market Size Trend
Source) National Statistical Office, ShinYoung Securities (2017.11)

이에 국내외 유통기업들은 성장과 생존을 위해 온·오프라인 채널을 결합한 '채널 융합전략'과 소비와 무형가치를 융합한 '가치융합 전략'을 실행하고 있으며, 해외의 경우에도 전통 오프라인 유통 강자들이 온라인 채널에 활발히 진출하고 있다. 예를 들어 미국 내 식료품 유통시장 점유율 1위 업체인 월마트(Walmart)는 약 4,500개의 매장을 보유하고 있고, 2위 업체인 크로거(Kroger)는 약 780개 편의점과 2,700개의 슈퍼마켓을 운영하는 대표적인 오프라인 유통기업임에도 IT기업과 협업 통해 오프라인 매장을 활용한 온라인 사업을 적극적으로 확대하고 있다[6]. 국내도 이마트는 온라인 전용 물류센터와 함께 고속 성장 중이며, 롯데 또한 온라인과 모바일 사업 경쟁력 강화 위해 유통 데이터 통합 시스템 구축을 진행해 어느 유통채널에서나 원하는 상품을 구매할 수 있는 환경을 조성하고 있는 중이다[18].

이러한 이유는 현재 소비자들은 상품을 구매하기 전 다양한 정보채널을 통해 가격과 품질, 경쟁사 제품 등 자세한 정보를 파악하여 온라인 혹은 오프라인에서 제품을 구매하는 형태로 변화되었기 때문이다. 그리고 이러한 구매패턴과 유형 변화는 유통산업 구조 변화를 가져왔고 옴니채널(Omni Channle)에서 온라인 상거래의 범위를 오프라인으로 확장한 서비스를 제공하는 O2O(Online to

Offline) 방식의 사업모델도 활발히 적용되고 있다[73].

따라서, 온라인 쇼핑의 확산과 소비자 구매패턴 변화로 온・오프라인 채널이 결합된 서비스를 제공해야 하기 때문에 유통업체들은 소매점포 수를 축소하거나 재고비용을 낮추기 위한 노력을 진행하고 있으며, 최근 급격한 인건비와 지가 상승 그리고 도심지 인근 내 물류센터 부지 확보 곤란으로 주어진 공간 내 운영・보관 설비 집약과 자동화 통해 센터 운영 능력을 최대로 올려 원가를 절감하고자 노력이 지속적으로 이루어지고 있다.

즉, 미래 유통과정은 물류센터에서 최종소비자까지 소량 단위로 물품이 직접 공급되는 형태로 변화하기 때문에 유통업체들은 산업용 로봇과 자동화 시스템을 결합한 스마트 물류 시스템 도입이 점차 확산 될 것으로 예상된다[20].

이상의 상황을 종합해 볼 때 최근 물류 현황 트렌드를 다음 Table 1과 같이 크게 7가지로 분류하여 정리할 수 있다.

Table 1. 7 Trends in Logistics

Key Trend	Main Content
Dominance of the online channel	• Online channel dominance stands out in the competition between online and offline channels. • Offline distribution companies are also trying to enter online channels.
Rising of the showrooming phenomenon	• With the popularity of smart-phones, offline stores are turing into simple showroom. • Continued growth of the online market that represents a price competitive advantage.
Advent of the O2O business	• The emergence of a new concept O2O business model based on the evolution of information technology.
Emphasis of the last-mile delivery	• End-customer contact delivery becomes a competitive power of business.
Expansion of the information platform provider	• Expanding information platform business scope by continuing convergence of on-line and off-line.
Importance of data predictability	• In order to gain the competitive advantage, data forecasting and analysis skills become competitive of logistics innovation.
Automation and advancement of the distribution center	• The need for efficient logistics centers to handle products quickly and accurately is constantly growing, with more scale of delivery and increase of the high volume of small order. • Need to automate and enhance distribution centers as wages increase and land prices rise.

Source) (S. H. Song. 2015). "Changes in Logistics Industry Trends and Strategies," presented by the Korea Chamber of Commerce and Industry's logistics committee meeting (D. J. Kim, 2017). "The Emergence and Implications of Logistics Start-up Companies," "Weekly KDB Report," Korea Development Bank, pp. 2018), (D. S. Kang, 2018), the responses of Korean logistics companies according to the Fourth Industrial Revolution, Master's thesis of Chosun University, 2018 Reconstruction

4차 산업혁명은 IT를 기반으로 기존의 상품(사업)들과 새로운 상품(사업)들과의 융합 혹은 상호보완 통해 새로운 가치를 창출하는 것으로 요약할 수 있으며, 유통산업 또한 4차 산업혁명의 다양한 기술을 유통 업태에 접목하고 있다. 따라서 향후 유통물류센터 또한 최근의 물류 트렌드 변화에 유연 대응 가능한 물류센터로 구축되어야 할 것으로 사료된다.

3. 선행 연구

3.1 물류센터 구축 및 운영관련 선행연구

Tompkins 외 6인(1996)은 물류센터(창고 및 배송센터)의 운영방안은 3자 물류회사의 성장 등으로 창고 관리가 경영자의 주목을 받게 되었으며, 전문가들과 함께 리엔지니어링을 해야 하는 분야라고 제시하고 있다[21].

홍성욱(1999)은 화물터미널과 집배송시설 규모 산정 방법과 관련해 품목별 연간 물동량과 일 물동량 분석을 통해 품목별 물량 취급 원단위, 품목별 랙 층수를 적용한 예상 총 면적수요를 산출하고 이를 기반으로 필요한 보관 및 집배송시설의 면적을 정립하였다[22].

김완배(2004)는 친환경 농산물 유통환경을 분석하고 전문 유통물류센터의 필요성을 언급하였으며, 필요한 적정입지와 규모, 물류센터의 구체적 설립방안과 물류효율화 위한 친환경농산물 통합 물류 가능성과 실현방안 그리고 소매・유통 활성화 방안 등을 제시하였다[23].

김성태 외 9인(2005)은 물류센터 설계와 관련해 데이터 분석 방법, 기본적 물류설비 적용기준, 센터 건설과 관련된 부지 및 건축의 기본 조건과 레이아웃에 대한 기초적 내용을 설명하였으나, 물류센터는 각 기업마다 가지고 있는 고유의 특징과 취급제품 및 출하고객의 물류 특성이 다르므로 이를 잘 파악해 반영하는 것이 중요함을 제시하였다[24].

전일수 외 5인(2007)은 물류센터 설계는 최적의 물류활동이 수행되도록 레이아웃을 설계하고 센터 운영에 필요한 적정 설비와 장비에 대한 설계 파라메타 개발 방법, 레이아웃 설계에 대한 기본 원리와 사례 그리고 하역・보관 설비와 장비 등을 소개하였다[25].

한국물류창고업협회(2007)에서는 물류보관 시설의 구성요소를 크게 인프라, 인력, 프로세스로 정의하고, 이중 인프라는 기반시설, 물류설비, 물류장비, 운영시스템 등으로 구성된다고 보았다[26].

Gu j, Goetschalckx M & Mcginnis LF(2007)은 물류센터 운영 전반에 관한 선행연구를 통해 센터 운영단계 중 입고(Receiving) 부분을 중점적으로 분석하였으며, 특히 효율적 크로스도킹(Cross-Docking)을 위한 장비(지게차)의 최적 배치 연구를 진행하였다[27].

이상배(2009)는 J기업 사례를 기반으로 물류자동화 시스템을 구축하는 과정과 시스템의 효율적 운영방안 그리고 운영 중 발생된 문제점과 이슈에 대해 효과적으로 대처하는 방안 등을 논하였다[28].

Jinxiang Gu 외 2인(2009)은 물류센터 운영과 관련해 기존 연구들에 대한 종합 검토를 통해 보관 기능을 중심으로 한 물류센터 레이아웃에 관한 문제점을 도출하고 운영 성과에 미치는 영향으로 건설과 유지보수 비용, 화물 처리 비용, 보관능력, 공간 및 장비 활용률 등을 제시하였다[29].

신재광 외 2인(2010)은 물류센터 유형별 운영효율성에 대한 중요요인 인식에 차이가 있는 것으로 분석하였으며, 물류활동에 영향을 미치는 주요 요인으로는 기반시설, 자동화, 표준화, 유연성, 인력관리 그리고 운영관리를 제안하였다[30].

조규성 외2인(2012)은 '물류센터 설계 및 운영'을 통해 국내외 물류센터 운영현황을 살펴보고 중소유통 공동물류센터의 기본설계 사례와 제조기업 공동물류센터의 구축방향에 대한 간략한 제언을 하였다[32].

최유미(2015)는 소매유통 산업 환경분석 통해 공동물류센터 설립 필요성과 기능을 정의하고 센터 입지와 보관기준 및 센터규모를 설계한 후 필요한 예상 자원(장비, 인력)과 운송량 분석을 통해 공동물류센터에 대한 비용편익 분석과 기대효과를 제시하였다[33].

3.2 전문가 의견을 활용한 물류관련 부문

정호열, 김동진(2013)은 물류성과와 관련된 국내외 문헌연구와 물류성과지수를 바탕으로 요인분석을 실시하였다. 분석결과 물류비용, 물류경쟁력, 고객지향성, 기업인프라, 국제배송, 물류정보기술의 순으로 중요도가 나타났다. 하지만 저자는 기업 목표와 산업 환경에 따라 중요도가 상대적으로 다를 수 있음을 시사하며, 현실에 적용할 경우엔 기업 특성에 맞도록 보완되어야 한다고 제언하였다[34].

조상현(2015)은 인천항 배후단지 물류창고에 화주 유치 위한 창고 선택요인 분석 위해 인천항 배후단지 내 21개 물류창고업 종사자를 대상으로 조사한 결과, 서비스 비용, Service Solution, 안전한 제품관리 등이 창고를 선택하는 가장 중요한 요인이었음을 분석했다[35].

김건우(2017)는 물류센터 운영 중 주문 오더 처리에 대한 우선순위를 선정하여 물류센터 운영 효율을 높이고자 모 물류센터 실적자료에 기반한 출고량 최상위 6개 상품을 대상으로 실증분석을 진행하였다[36].

구태준(2018)은 국내 냉동・냉장창고의 운영 성공요인 분석을 통해 개선과 전략 방안을 제시하였다. 결론적으로 일반창고 대비 냉동・냉장창고는 시설이 가장 중요한 요인이었으며 다음으로 제도 및 운영, 접근성, 표준화, 자동화 순으로 도출 되었다[37].

이밖에 이승재 외 2인(2000)은 물류단지 입지와 규모결정 연구를 위해 퍼지이론을 활용하였으며, 조지운(2006)은 최적화된 물류설비 유형 분석을 위해 물류설비 선정 방안을 전문가 지식과 퍼지이론을 활용하였다[38,39].

여기태(2008)는 인천항과 관련된 다양한 문제점을 제시하며, Fuzzy-AHP를 활용해 인천항 항만 물류시스템의 수준을 종합적으로 분석하고 다양한 정책대안을 제시하였으며[40], 김상열 외 2인(2014)는 제한된 자원의 효율적인 활용을 통한 연안해운 활성화 방안 연구를 위해 Fuzzy-AHP를 사용해 대안별 우선순위를 분석했다[41].

윤동하, 최용석은(2011)은 광양항에서 물류산업에 대한 인프라 우선순위를 분석하였다. 대안의 우선순위로는 글로벌 네트워킹 구축, 친환경 저비용항만 운영, 전문 물류기업 육성, 물류 전문인력 양성 순으로 나타났다[42],[43].

3.3 4차 산업혁명과 스마트 물류관련 선행연구

박병주(2012)는 시대적 변화에 따른 물류기술에 대해 정리하고 스마트 물류 기술과 장비들을 소개하였다. 국내의 경우 물류기술과 설비 및 정보화는 선진국에 비해 열악하기 때문에 보다 경쟁력 갖추기 위한 노력을 진행해야 한다고 서술하였다[14].

박영태(2015)는 사물인터넷(IoT)이 물류산업에 미치는 영향에 대한 연구를 위해 국내외 사례분석을 하였다. 저자는 사물인터넷의 최대 수요자 중 하나는 물류가 될 것으로 예상하고 있으며, 공급망 관리 혁신을 위해서 끊임없이 사물인터넷에 대한 연구가 필요하다고 제언하였다[44].

이순교, 정태수(2016)는 4차 산업혁명을 견인하는 스마트 인프라 중 하나를 스마트 물류로 정의하고 있으며, 물류산업에서 다양한 빅데이터 활용 사례 분석을 통해 스마트 물류와 빅데이터 연관성에 대해 연구하였다[45].

서명식(2017)은 4차 산업혁명 시대와 더불어 최신 유통 트렌드이며 패러다임인 옴니채널(Omni-Channel)에 대해 기존 논문들과 달리 소비자 입장이 아닌, 기업(제조업체, 유통업체, 물류업체)의 관점에서 영향도를 분석하였다[46].

전해영(2017)은 4차 산업혁명과 물류산업의 변화를 살펴보고, 운송은 맞춤형 서비스 중심으로 수요가 이동하고 있고, 하역 및 보관 부문에서는 물류창고의 대형화와 고도화가 지속되고, 정보처리 부문에서는 정보 관리 및 제공 필요성이 점차 높아지고 있음을 제언하였다[7].

박홍균(2017)은 사물인터넷이 물류스마트에 미치는 영향을 중심으로 물류스마트 계층구조를 크게 물류스마트 서비스, 물류스마트 생태계환경, 물류스마트 플랫폼, 물류스마트 구현의 4가지 계층구조로 AHP를 적용한 물

Table 2. Extracted evaluation factors

Main Category	Middle Category	Explanation	Reference literature
Infra (warehouse)	Space Advancement	Need to enhance the layout of distribution centers that can reduce costs by concentrating and optimizing the operation/storage facilities in a given space due to rising land prices and difficulties in securing large sites in urban areas.	[53], [7]
	Enlargement	Need to increase the size of the center due to the collapse of the distribution boundaries of the online and off-lines, the convergence of business conditions, and the increase of storage space by product due to the customer's large size and small multi-product production.	
	Location	Generally, distribution markets are concentrated in the metropolitan area(urban area), and logistics centers around the capital area are located to provide better transportation cost.	[54], [55], [56]
	Sustainability	Global warming requires energy reduction and reduction of greenhouse gas emissions, which requires the establishment of an energy efficient, eco-friendly and sustainable green distribution center.	[57], [14], [58]
Equipment	Automation	Need an automation due to rising labor costs, aging, difficulties in staffing and frequent personnel changes which are lead to lost productivity.	[30], [59], [60]
	Productivity (Efficiency)	It can be applied to a variety of distribution channels (on & off-line) and needs high-speed, high-efficiency facilities that can respond quickly to the patterns of small multi-products.	[58], [59], [8]
	Flexibility	It is a flexible facility that can adapt to inventory changes and adapt to diverse distribution channels and business environments as life-cycle changes or modular logistics facilities with the flexible response to fluctuations in volume.	[30], [53], [20], [61]
	Accuracy	Securing logistics operation accuracy by designing process and introducing facilities that minimize human error.	[59], [62]
Information system	Visibility	The ability to provide real-time information linked to ICT/IOT to the entire distribution center process such as inventory management, distribution history display, temperature/impact/smell and quality information.	[7], [20], [15]
	Big Data	A technology to collect and provide logistics information generated in the stage of demand prediction, procurement, warehouse management, ordering, and delivery in conjunction with ICT/IOT technology.	[45], [63], [8]
	Integrated WMS (Warehouse management)	Integrated warehouse management system that can analyze and optimize visible information through big data and AI technology, and efficiently manage/operate/control the warehouse process.	[62], [64], [13], [54]
	Security/ Safety	Electronic transaction document certification and logistics synchronization technology, awareness of hazardous materials and risk situations, and monitoring technology. Risk prevention system technology by automatic detection of fire or security.	[14], [31]
Service	Reliability	Deliver the right amount at the right time without error. Faster, more accurate delivery is critical in the Omni Channel era.	[31], [67], [14], [65], [66]
	Satisfaction	Helping customers with rapid service (prevent product damage, prompt delivery, and return processing, etc.)	
	Tangibility	External appearance of logistics centers that can give customers confidence, such as facility, employee ability, and system appearance.	[68], [50]
	VAS	Performing supply chain management and VAS(value-added- service) that are responsive to customer requests, including simple product archiving and operational functions.	[65], [66]

류스마트 전략의 선택적 방안을 제시하였다[47].

이충배 외 2인(2017)은 4차 산업혁명 기술이 물류관리 효율성과 효과성에 미치는 영향에 대한 화주와 물류업체 인식도를 연구하였다. 결과적으로 4차 산업혁명은 운송, 창고관리, 공급사슬관리, 정보 등에 많은 영향을 미칠 것으로 나타났으며, 물류 효율성보다는 효과성에 보다 높은 영향을 가져올 것으로 분석하였다[8].

김유나(2018)는 물류산업과 스마트 물류 기술에 대한 선행연구를 통해 4차 산업혁명과 물류4.0 개념, 스마트 기술과 장비 연구를 물류산업 환경변화와 물류기업들의 스마트 기술 활용 사례를 같이 분석하였고 국가차원의 스마트 물류 기술 개발 정책과 규제개혁 등의 필요성을 주장했다[13].

강대성(2018)은 국내외 물류기업의 4차 산업혁명 대응 사례와 물류산업과의 융합사례 분석 통해 물류기업 문제점을 도출하고 향후 대응방안을 제언하였다[20].

3.4 본 연구의 차별성

선행연구는 '물류센터 구축 및 운영관련 부문', '전문가 의견을 활용한 물류관련 부문' 그리고 '4차 산업혁명과 스마트 물류관련 부문'으로 크게 세 분야 관점에서 진행하였다. 연구결과 일반적인 물류센터 운영 프로세스 작업들이 효율적으로 운영될 수 있거나 생산성을 향상할 수 있는 개선관점의 연구와 설계방법론 및 평가체계에 관한 연구들이 대부분이었다. 그리고 일부 진행된 유통물류센터 구축 관련 연구들도 4차 산업혁명이나 스마트 물류센터와 관련된 연구 결과는 찾아볼 수 없었다.

전문가 설문을 활용한 물류 관련 연구들은 물류 효율성이나 적정입지 선정요인과 센터규모를 결정하기 위한 방법론으로 많은 연구가 이루어지고 있었다.

최근 4차 산업혁명이나 스마트 물류와 관련해서는 많은 연구가 진행되었다. 특히 물류산업의 향후 발전 방향과 전략 그리고 스마트 기술 도입에 따른 물류기업의 변화나 성과 관련 연구를 통해 향후 물류기업의 대응방안과 정책 등에 대한 연구들이 주를 이루었으며, 스마트 유통물류센터와 접목해 진행된 연구 사례는 없었다.

이러한 측면에서 본 연구는 스마트 유통물류센터와 직간접적으로 관련 있는 전문가들을 대상으로 향후 유통물류센터의 구축방향 요인을 파악하고 요인별 중요도 분석 통해 유통물류센터의 구축요인 및 우선순위와 실질적인 방향을 제시한다는 측면에서 기존 선행연구와 차별성을 가진다.

4. 연구방법론

연구방법론으로는 CFPR(Consistent Fuzzy Preference Relations)을 적용하였다. CFPR은 기존 Fuzzy 방법론의 단점이었던 언어학적 척도의 비교 과정에 대한 어려움을 완화시키고, 의사 결정과정에서 설문자가 최소한의 판단으로 자신의 의견을 표현하면서 일관성을 확보하도록 고안된 방법론이다.

스마트 유통물류센터 구축 방향 요인을 도출하기 위해, 국내외 관련 선행연구를 심층적으로 고찰하여 4개의 대요인에 하위 세부요인들을 우선적으로 도출하고 도출된 요인 검증과 보완을 위해 현업에서 스마트 유통물류센터에 대한 운영 혹은 구축 경험이 있거나 관련분야에서 풍부한 경험을 보유한 전문가들인 이마트 온라인 물류센터장(경력 17년), 판토스물류연구소 팀장(경력 15년), 삼성SDS Cello 플랫폼팀 수석(경력 11년), 에스에프에이 물류연구소 수석(경력 25년), 천마물류 임원(경력 20년) 등 최근 스마트 유통물류와 직간접적으로 관련이 있는 경력 10년 이상의 전문가 집단을 대상으로 심층 인터뷰를 수행해 세부 요인을 Table 2와 같이 확정하였다.

한편, 스마트 유통물류센터 구축방향을 평가하기 위해 전문가 인터뷰를 진행하였고, 전문가 인터뷰는 직접방문, 전화, 이메일 등을 활용하였으며, 국내 물류사(유통 물류센터 운영업체), 제조/유통업체 물류팀, 물류연구소, 물류컨설턴트 등 업계 근속연수 10년 이상의 전문가를 대상으로 진행되었다. 총 50명의 전문가를 대상으로 진행하였으며, 불성실하거나 결측치가 있는 답변을 제외하고 총 32명의 전문가 의견을 분석에 사용하였으며, 이들의 평균 종사 근속연수는 16.3년이었다. 퍼지방법을 사용하기 위한 전문가 응답수에 관련하여 Adler 외 1명(1996)과 Zhuanglin Ma 외 3명(2011)은 10년에서 15년 이상의 전문가 응답일 경우, 설문지 질에 대한 우수성이 인정되기 때문에 제한적인 설문 부수로 분석이 가능하다고 제시하였다[51,52]. 설문조사 개요를 정리하면 다음 Table 3과 같다. 분석은 CFPR 방법에서 제시하는 수식을 사용하여 가중치를 환산하였으며, 분석결과는 5.실증분석에서 정리하였다.

Table 3. Outline of experts' in-depth interview results

Period	Target	Continuous years of service (Head)	Position (Head)	Total
2018 09.11 ~ 09.29	• 3PL company / Logistics team of the manufacturing or distribution industries • Logistics consultant / Logistics research center	10~15 years(17)	Manager (16)	32 (Ave. continuous years of service : 16.3 years)
		16~20 years(10)	General Manager (11)	
		More than 20 years(5)	Director (5)	

5. 실증분석

다음 Table 4는 스마트 유통물류센터 구축 방향에 대해서 CFPR 방법을 통해 분석된 결과이다. 대요인을 먼저 살펴보면, 서비스가 0.271로 가장 우선적으로 고려해야 하는 요인으로 분석되었고 다음으로는 인프라(0.254), 정보시스템(0.247), 장비(0.228)순으로 나타났다. 서비스가 가장 중요한 요인으로 도출된 이유는 4차 산업혁명시대의 유통변화 특성이 잘 반영된 것으로 보여진다. 즉, 최근 물류는 보다 빠르고 개인화된 물류 서비스(배송서비스) 수요가 급속도로 확대 되고 있다. 그리고 신규 및 융합 서비스가 지속 등장하며 물류산업 경쟁구도가 지속적으로 변화하고 있기 때문에 향후 고객 요구에 부응하며 만족시킬 수 있는 물류 서비스는 더욱 중요해 질 것으로 보인다. 그리고 장비(설비)가 상대적으로 낮게 나타난 이유는 투자비 측면에서 최근 지가 상승과 도심지 인근 내 대형부지 확보 곤란으로 장비보다는 인프라(창고) 부분에 더욱 중요도를 두고 있기 때문으로 해석된다.

하지만, 최근 국내 유통물류센터들의 구축 추세를 살펴보면 이마트, 롯데마트, 다이소 등의 대형 유통업체들은 이미 대형 자동화 창고를 구축하였거나 추가 구축 계획 중에 있으며, 국내 선두 편의점 업체들 또한 인건비상승과 인력수급 곤란에 따라 생산성과 효율성을 함께 고려한 대형 통합 자동화 물류센터를 건설 중이거나 계획중인 것으로 확인되고 있어, 향후에는 장비(설비) 요인에 대한 중요도가 현재보다 높아질 것으로 사료된다.

세부 요인별로 보면 대요인 서비스에 포함되는 신뢰성의 중요도가 0.091로 가장 높게 나타났으며, 이어 정보시스템의 가시성(0.076), 인프라의 공간고도화(0.075), 입지(0.074) 그리고 서비스의 만족도(0.073) 순으로 높게 평가되었으며 편차가 조금 있긴 하나 비슷한 수준의 중요도를 보였다.

Table 4. CFPR Results

Main Factors	Local Import-ance	Sub Factors	Local Import-ance	Global Import-ance	Ranking
Infra (Warehouse)	0.254 (2)	Space Advancement	0.293 (1)	0.075	3
		Enlargement	0.208 (3)	0.053	10
		Location	0.291 (2)	0.074	4
		Sustainability	0.208 (4)	0.053	12
Equipment	0.228 (4)	Automation	0.207 (4)	0.047	15
		productivity (Efficiency)	0.280 (2)	0.064	9
		Flexibility	0.217 (3)	0.049	14
		Accuracy	0.295 (1)	0.067	7
Infomation System	0.247 (3)	Visibility	0.308 (1)	0.076	2
		Big Data	0.203 (4)	0.050	13
		Integrated WMS	0.275 (2)	0.068	6
		Security/ Safety	0.214 (3)	0.053	11
Service	0.271 (1)	Reliability	0.337 (1)	0.091	1
		Satisfaction	0.271 (2)	0.073	5
		Tangibility	0.150 (4)	0.041	16
		VAS	0.243 (3)	0.066	8

우선 '서비스-신뢰성'의 중요도가 0.091로 가장 높게 나타난 이유는 최근 옴니채널 시대에 대두되고 있는 유통물류센터의 본질적 특성인 배송서비스의 중요성과 미출고나 오출고 없는 정확한 물류 서비스로 고객만족이 최우선시 되어야 한다는 유통 사상이 반영된 것으로 보인다. 두 번째 '정보시스템-가시성(0.076)'은 4차 산업혁명시대에 갖추어야 할 기술로 운송・보관・정보처리 등 물류 활동 전반에 걸쳐 발생하는 변화에 대응하기 위해서는 체계화된 정보의 관리/분석 통한 효율화가 필수사항 이기 때문에 향후 사물인터넷과 빅데이터 기술 발전과 함께 이를 활용한 물류정보 제공 기술이 스마트 유통물류센터 구축에 중요한 요인이 될 것으로 사료된다.

또한, '인프라(창고)-공간고도화(0.075)'가 높은 중요도를 보인 이유는 대요인 중요도에서 설명한 내용과 같은 이유로 풀이 된다. 'Table 1. 최근 물류 현황에 대한 7가지 트렌드 변화'에서도 언급한 바와 같이 최근 물류는 수・배송 규모 확대와 다품종 소량 저빈도 상품의 신속하고 정확한 처리가 가능한 효율적인 물류센터가 필요하며, 임금상승 및 지가상승에 따라 물류센터 구축시 주어진 공간내 설비 집약과 최적화 통해 원가 절감 가능한 레이아웃 공간 고도화가 절실한 상황이다. 최근 물류부지 확보에 어려움을 겪고 있는 이마트 온라인몰의 경우에도

김포 온라인 물류센터 증설 방안을 추진 중이며, 물류능력과 설비는 주어진 공간내에 더욱 고도화 할 계획이다[69].

'인프라(창고)-입지(0.074)'는 유통산업의 특성상 수익성에 민감한 운송비와 가장 관련된 요인으로 입지 선택은 매우 중요하다. 일반적으로 물류센터 입지에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 운송비, 지가, 노동력 등이 있으며 이중에서 운송비(수・배송비)가 물류센터 입지결정에 가장 중요한 요인이라 할 수 있다. 특히 최저비용으로 배송이 가능한 입지가 최적이므로 시장지향형 및 노동지향형인 유통물류센터는 도심과 가까워 어느 정도의 노동력을 확보할 수 있고 교통이 발달한 장소가 유리하다. 또한 최근 급격한 유통환경의 변화로 온라인 쇼핑 등의 전자상거래가 급증하면서 물류센터 수요도 증가하고 있으며 물류비에 민감한 유통업체들은 대한민국 인구의 50%이상이 거주하는 수도권을 물류센터의 입지로 많이 선호하고 있다[70].

'서비스-만족도(0.073)는 다섯 번째 중요도에 해당하지만, 앞서 제시된 요인들과 편차가 크지 않기에 스마트 유통물류센터 구축시 같이 고려해야 할 요인으로 보여진다. 또한, 최근 유통물류환경을 살펴보면 기존 물류기업 서비스에 만족하지 못한 유통기업들은 자체 기술이나 IT기업과의 협업 통해 직접 물류에 진출하고 있다. 이는 고객에 대한 서비스 만족이 기업 성패를 좌우할 수 있기 때문이다. 물류서비스 만족도는 Table 2에서 제시한 내용 외에도 응답성, 확신성, 공감성 등의 항목을 추가적으로 고려할 수 있으며 이는 모두 물류 서비스에 있어 경쟁우위를 확보하기 위한 기본 전략으로 보아야 할 것이다. 특히 4차 산업혁명시대 유통산업에서 본질적으로 물류가 핵심 경쟁력이 될 것으로 예측되고 있기 때문에 서비스 품질 증대 통한 고객만족 실현으로 고객 이탈을 막아야 할 것이다. 일반적으로 고객만족도가 올라가면 고객충성도 또한 동시에 상승되는 것으로 많은 연구에서 분석되고 있다[71].

그리고 기타 세부 요인에 대한 중요는 '정보시스템-통합WMS(0.068)', '장비-정확성(0.067), '서비스-VAS(0.066)', '장비-생산성(0.064), '인프라-대형화(0.053)'순으로 도출 되었고, 상대적으로 빅데이터(0.050), 유연성(0.049), 자동화(0.047) 관련 요인들은 중요도가 낮았다. 이러한 이유는 유통물류센터를 운영 및 관리하는 실무자들 입장에서는 현실적으로 바로 사용 가능하거나 적용 가능한 요인들이 보다 중요했기 때문인 것으로 사료된다.

하지만, 향후 4차 산업혁명과 함께 스마트 기술이 더욱 개발되고 현장에서 이해하고 적용할 수 있는 표준화 수준까지 발전된다면 이러한 요인들에 대한 중요도는 사물인터넷(IoT) 시장의 폭발적 성장과 함께 더욱 높아질 것으로 판단된다[63].

6. 시사점 및 결론

본 논문에서는 최근 급격히 변화하고 있는 유통산업 환경에 대해 살펴보고, 4차 산업혁명 시대에서 스마트 유통물류센터에 대한 구축 방향을 분석해본 결과 다음과 같은 시사점을 도출하였다.

첫째, 본 연구는 스마트 유통물류센터와 직간접적으로 관계있는 10년 이상의 전문가를 대상으로 한 인터뷰를 통해, 향후 스마트 유통물류센터 구축 방향에 대한 세부 요인별 중요도를 분석하였다. 결과적으로 유통물류 특성상, 물류 서비스와 고객에 대한 서비스 신뢰성은 향후에도 우리가 본질적으로 고려해야할 가장 중요한 요인으로 분석되었다.

둘째, 물류센터는 하역과 보관 그리고 출고와 배송 기능을 가지고 있다. 이러한 프로세스들은 항상 대규모 인력이 필요하나 최근 급격한 인건비 상승과 인력수급 곤란, 그리고 점차 복잡해지는 유통환경과 비즈니스로 인해 향후 적은 작업자로 높은 효율을 올릴 수 있는 스마트 물류센터는 지속적으로 확산될 것으로 보인다.

또한 향후 유통물류센터는 최근 변화에 유연한 대응이 가능한 물류센터로 구축되어야 하며, 이러한 역량은 물류 민첩성으로 표현될 수 있다[72]. 이는 환경 변화가 빠르고 점점 더 세분화된 시장, 업태의 융・복합화에 따라 복잡 다양한 유통 환경 속에서 물류 경쟁력이 경쟁우위를 확보할 수 있는 역량이 될 수 있기 때문이다.

본 연구는 스마트 유통물류센터의 구축방향에 대한 요인만을 분석하였으며, 실제 물류센터 설계에 필요한 세부 요인, 예를 들어 프로세스별 필요기술이나 설비, 유통물류 환경이 고려된 센터 레이아웃 배치방법 등은 본 연구에서 다루지 못하였다. 따라서 향후 연구에서는 물류센터 고도화와 관련된 스마트 기술과 레이아웃 배치방법을 고려한 연구모형 구축과 분석을 추가적으로 진행할 필요가 있다. 그리고 국내 전문가를 대상으로 연구를 진

행했기 때문에 글로벌 관점의 특성을 반영하기에는 한계가 있다. 따라서 향후 세계적 관점으로 연구 확대가 필요하며, 본 연구에서 제시한 스마트 유통물류센터의 구축 방향에 대한 요인들은 향후 기초 연구 활용에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

REFERENCES

[1] T. H. Sim. (2013). *Global Retail Insights*. Seoul : Korea Chain Store Association.

[2] M. E. Jung. (2018). *A Study on the analysis of front-back effects of logistics industry based on Input-output model.* Master dissertation. Soongsil University, Seoul.

[3] Y. J. Min et al (2017). *Logistics technology industry and technology trend analysis in 2017,* Se-jong : Korea Transport Institute.

[4] J. H. Lee. (2018.01.01.). [2018 New Year's plan] Distribution industry prospect - Accelerating on-line and off-line collapse. *Electronic Times Etnews,* http://www.etnews.com/

[5] Y. H. Joo. (2017). *2018 year Distribution White Paper, eugene investment & securities New Fusion Logistics Service Trends Following the Fourth Industrial Revolution,* KDB Industry Bank.

[6] M. J. Kim. (2018). *Finding winners companies in the new distribution age.* Seoul : Mirae Asset Daewoo Research.

[7] H. Y. Jeon. (2017). The Fourth Industrial Revolution and the Future of Domestic Industry, *VIP Report, 717,* 1-17(17).

[8] C. B. Lee, J, H. Noh & J. H. Kim. (2017). A Study on the Perception of the Impact of Fourth Industrial Revolution on the Performance of Logistics Management. *Korea Journal of Logistics, 27(5),* 1-12.

[9] S. G. Lee & T. S. Jeong. (2016). Smart logistics in big data era. *ie magagine(Industrial engineering magazine), 23(4) [2016],* 13-20(8).

[10] Klaus Schwab. (2016). *The Fourth Industrial revolution : What is means, how to respond.* WORLD ECONOMIC FORUM (Fourth Industrial Revolution). https://www.weforum.org/

[11] Joint ministry. (2016). *Economic policy direction in 2017.* Seoul : Korea government.

[12] World Economic Forum. (2016). *Digital Transformation of Industries Logistics Industry,* Switzerland : World Economic Forum.

[13] Y. N. Kim. (2018). *(A) study on measures to introduce smart technologies for domestic logistics companies : Focusing on cases of utilizing smart logistics.* Master dissertation. Sungkyunkwan University, Seoul.

[14] B. J. Park. (2012). Evolution into Smart. Logistics. *Gyeongnam Development, 121,* 96-111.

[15] D. J. Kim. (2017). The Trend of New Convergence Service in the wake of the Fourth Industrial Revolution, *Weekly KDB Report, Korea Development Bank,* 5-7.

[16] S. H. Song (2016). The core of future logistics industry competition is data, *Monthly Maritime Korea, 2016(3),* 82-83.

[17] Deloitte. (2018). Deloitte Korea Review No. 10.

[18] H. S. Yun. (2017.12.12.). *Lotte 'distribution synergy' strategy ... non-offline reinforcement + joint sourcing + integrated mall evolution.* Etnews, http://www.etnews.com/

[19] K. S. Kim, S. K. Kim & Y. J. Cha. (2017). The Era of Distribution 4.0, the Transition of Retail Paradigm, *Samjeong KPMG Economic Research Institute,* 54.

[20] D. S. Kang. (2017). *The Countermeasures of Korean Logistics Companies According to the Fourth Industrial Revolution.* Master dissertation. Chosun University. Gwang-ju.

[21] James A. Tomplins, Jon A. White, Yavuz A. Bozer, Edward H. Frazelle, J.M.A. Tanchoco & Jaime Trevino. (1996). *Facilities Planning,* John Wiley & Sons, Inc. 444-445.

[22] S. U. Hong. (1999). *Cargo terminal.* Seoul : Transportation Development Institute.

[23] W. B. Kim et al (2004). *A study on establishment of integrated logistics systems and locations of distribution centers for organic farm products.* Gwacheon : Ministry of Agriculture and Forestry.

[24] S. T. Kim et al. (2005). *Construction and operation of logistics center.* Seoul : Bumhan.

[25] I. S. Jeon et al. (2007). *From logistics center planning to operation.* Seoul : Bumhan.

[26] Korea Integrated Logistics Association. (2007). *'Status and development direction of logistics facilities and logistics warehousing business',* Korea Integrated Logistics Association, The 1st Academic Seminar on Logistics Facility Experts).

[27] J. Gu, M. Goetschalckx & L. F. Mcginnis. (2007). Research on Warehouse Operation: A Comprehensive Review, *European Journal of Operational Research, 177,* 1-21.

[28] S. B. Lee. (2009). *A Study for Efficient Design and*

Construction Plan of Automated Logistic System. Master dissertation. Hanbat National University, Daejeon.

[29] Jinxiang Gu, Marc Goetxchlckx & Leon F. Mcginnis. (2009). Research on Warehouse Design and Performance Evaluation: A comprehensive review, *European Journal of Operational Research, 203,* 539-549.

[30] J. K. Shin, C. H. Lee & B. S. Son. (2010). A Study on Important Factors influencing Operation Efficiency of the Logistics Center. *Korea Journal of Logistics, 20(2),* 141-158.

[31] P. L. Kim. (2011). *A Study on the Performance Evaluation System for the Logistics Centers by Post Occupancy Evaluation.* Doctoral dissertation. Incheon University, Incheon.

[32] J. K. Seong, S. T. Bae & H. J. Byeon (2012). *Design and operation of logistics center.* Seoul : Hongrung publishing company.

[33] U. M. Choi. (2015). *A Logistics-based Cost-benefit Analysis on Collaborative Distribution Centers for Retail Shops.* Master dissertation. Konkuk University, Seoul.

[34] H. Y. Jung & D. J. Kim. (2013). A Study of Drawing the Priority and Selecting Factors for Measuring the Efficient Logistics Performance of Korean Logistics Companies. *Korea Productivity Association, 27(1),* 443-477.

[35] S. H. Jo. (2015). S*election Factors for Logistics Warehouse in Port hinterland-Focusing on Port of Incheon.* Master dissertation. Incheon Univsersity, Incheon.

[36] K. W. Kim. (2018). *A study on the selection of logistics center's order priority with Fuzzy theory.* Master dissertation. Myongji University, Seoul.

[37] T. J. Koo. (2018). *A Study on the Analysis of Success Factors about Domestic Frozen and Refrigerated Warehouses using Fuzzy-AHP.* Master dissertation. Incheon University, Incheon.

[38] S. J. Lee, C. M. Jung & H. J. Lee. (2000). Applications of Fuzzy Theory on The Location Decision of Logistics Facilities. *Journal of Korean Society of Transportation, 18(1),* 75-85.

[39] C. W. Cho. (2006). An Integrated Methodology of Knowledge-based Rules with Fuzzy Logic for Material Handling Equipment Selection. *Korea Intelligent Information Systems Society, 12(1),* 57-73.

[40] G. T. Yeo. (2008). An Evaluation on System Level of Sea Port Logistics of Incheon. *Journal of navigation and port research,* 1-127.

[41] S. Y. Kim, H. Park & H. M. Jang. (2014). A Study on Revitalization of Short Sea Shipping using Fuzzy-AHP, *The Journal of shipping and logistics, 82,* 493-515.

[42] D. H. Yeun & Y. S. Choi. (2012). A Priority Analysis of the Infrastructure for the Logistics Industry. *Journal of Korean Navigation and Port Research, 36(1),* 43-49.

[43] D. H. Yeun & Y. S. Choi. (2011). Analysis of Logistics Network between Gwangyang Port and China Ports using Fuzzy-AHP. *The Korea Port Economic Association, 27(4),* 91-107.

[44] Y. T. Park. (2015). A Study on Logistics Distribution Industry's IoT Situation and Development Direction. *Management & Information Systems Review, 34(3),* 141-160.

[45] S. K. Lee & T. S. Jung. (2016). Smart logistics in big data era. *industrial engineering magazine, 23(4),* 13-20.

[46] M. S. Seo. (2017). *Effect on Corporation's Performance and Logistics by developing Distribution Industry* to Omni-Channel. Master dissertation. Korea Aerospace University, Goyang.

[47] H. K. Park. (2017). Smart supply chain management: Strategy derived using AHP. *The Journal of shipping and logistics, 94,* 321-337.

[48] R. J. Chao & Y. H. Chen. (2009). Evaluation of criteria and effectiveness of distance e-learning with consistent fuzzy preference relations. *Expert Systems with Applications 2009, 36,* 10657-10662.

[49] T. C. Wang & Y. L. Lin. (2009). Applying the consistent fuzzy preference relaitons to select merger strategy for commercial banks in new financial environments. *Expert Systems with Applications, 36,* 7019-7026.

[50] Stank, Theodore P., Goldby, Thomas J., Vickery, Shawnee K. & Savitskie, Katrina. (2003). Logistics service performance; Estimating Its Influence on Market Share, *Journal of Business Logistics, 24(1),* 27-56.

[51] M. Adler & E. Ziglio. (1996). *Gazing into the oracle: The Delphi method and its application to social policy and public health,* Jessica Kingsley Publishers.

[52] Z. Ma, C. Shao, S. Ma & Z. Ye. (2011). Constructing road safety performance indicators using fuzzy delphi method and grey delphi method. *Expert Systems with Applications, 38.*

[53] H. S. Jung, M. Y. Park, H. W. Lim & J. W. Lim. (2016). *Final report on how to improve the competitiveness of parcel business by utilizing the logistics warehouse,* Inha University's Industrial-Academic Cooperation Group.

[54] K. S. Kang, D. Y. Kang, Y. J. Kim, H. I. Kim. S. J. Oh & J. E. Yoo. (2015). Enhancement of Omni Channel through Next Generation Integrated Logistics Center. *The Korean Institute of Industrial Engineers, 11,* 1-15.

[55] S. G. Kim, Y. S. Choi & J. S. Shin. (2013). A Study on the Location Selection of Retail Stores in Local Small City. *Journal of Industrial Economics and Business, 26(5),* 2361-2377.

[56] J. J. Cheol & J. Y. Park. (2015). A Case Study on the Competitiveness Reinforcement of Joint Distribution Center of Small and Medium-Sized Businesses. *Management education review, 30(1),* 93-119.

[57] T. D. Lee, Y. J. Kim & M. H. Oh. (2016). A Study of the current logistics warehouse for the implementation of Green Logistics. *Architectural Institute of Korea, 36(2),* 1206-1207.

[58] Y. J. Kwon. (2012). High-tech logistics technologies of the future. *Magazine of the IEEK, 39(5),* 20-25.

[59] Y. T. Kim, D. S. Yoo, Y. S. Yoo & J. H. Park. (2012). Trends in Smart Transportation Center and Storage Equipment. *Magazine of the IEEK, 39(5),* 59-68.

[60] J. W. Lee. (2015). A Study on the Trends and Perceptions of Automated Logistics Equipment Markets. *East Asian logistics trends, 2015(86),* 92-101(10).

[61] Y. J. Seo & J. W. Jung. (2015). The Motivations on Material Handling Automation and Firm Operational Performance. *The Korean Institute of Industrial Engineers, 2015(4),* 2129-2135.

[62] K. D. Kwon. (2016). *study on Impleentation of Warehous Management System for Automation.* Master dissertation. Kong-ju University, Kong-ju.

[63] S. G. Baek. (2017). *Next Logistics - Logistics 4.0 Coming Up,* Samsung SDS White Paper.

[64] S. C. Jeong & G. R. Choi. (2017). Development ofDistributionCenterManagement Systemfor Supporting Omni-Channel Environment. *Proceedings of KIIT Summer Conference, 2017(12),* 237-239.

[65] H. S. Lee. (2016). *Fusion trend of distribution and logistics industry and countermeasures of logistics industry,* The Business Logistics.

[66] B. R. Shin. (2018). *A study on the Logistics Quality Management of Online Retail Firms.* Master dissertation. Choung-Ang University, Seoul.

[67] K. W. Choi. (2015). *An Empirical Study on the Selection of Multi-channel Logistics Operation Model for Domestic Distribution Industry.* Doctor dissertation. Myoungji University, Seoul.

[68] C. D. Gong. (2007). *A Study on Identifying Factors for Logistics Strategy Formulation.* Master dissertation. Incheon University, Incheon.

[69] Money today (2017.12.14.): http://news.mt.co.kr/mtview.php?no= 20171214150 95088713

[70] S. D. Yeom & T. W. No. (2016). A Study on the Determinant of Logistics Warehouse Location - Focusing on the Yongin-si -. *Korea real estate academy (KREA), 67,* 73-86.

[71] M. H. Kang, J. W. Roh & S. K. Lee. (2015). An Experimental Study on the Disribution Service Quality and Customers' Satisfaction as the Infrastructure for the e-Commerce: Recognition Comparison of Korea and China, *The e-Business Studies, 16(3),* 51-76.

[72] C. B. Le & J.H. Yang. (2008). A Empirical Study on The Effects of Logistics Agility on the Business Performance, *Journal & Artical Management System, 23(3),* 25-47.

[73] H. Y. Kim & S. R. Song. (2017). A Study of Policy Direction on 020 Industry developing. *Journal of Digital Convergence, 15(5),* 13-25.

박 정 현(Park, Jung Hyun) [정회원]

・2002년 2월 : 경희대학교 산업공학과(학사)
・2004년 2월 : 경희대학교 산업공학과(공학석사)
・2013년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 동북아물류대학원 박사과정
・관심분야 : 유통물류, 물류센터 설계
・E-Mail : junghyun.park@sfa.co.kr

오 재 균(OH, Jae Gyun) [학생회원]

・2016년 8월 : 강원대학교 지역경제학(학사)
・2017년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 동북아 물류대학원 석사과정
・관심분야 : 항만물류, Fuzzy methodology
・E-Mail : dhworbs13@gmail.com

김 동 명(Kim, Dong Myoung) [학생회원]

- 2018년 8월 : 홍익대학교 회계학 (학사)
- 2018년 9월 ~ 현재 : 인천대학교 동북아 물류대학원 석사과정
- 관심분야 : 유통물류, 경영, 회계
- E-Mail : kdmzzx@naver.com

여 기 태(Yeo, Gi Tae) [종신회원]

- 2007년 2월 : University of Plymouth (경영학 석사, 경영학박사)
- 2008년 9월 ~ 현재 : 인천대학교 교수
- 관심분야 : 해운물류, 항만물류, System Dynamics, Fuzzy methodology
- E-Mail : ktyeo@incheon.ac.kr