

# 한국 SCM 학회지

*Journal of the Korean Society of  
Supply Chain Management*

Volume 19 Number 2

2019 October

스마트 공급사슬(Smart Supply Chain): 이론 및 응용 특집호

 사단  
법인 한국SCM학회

# 한국 SCM 학회지

*Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*

## 스마트 공급사슬(Smart Supply Chain): 이론 및 응용 특집호 논문

### 1 시내버스의 효율적 배차 시스템 구축을 위한 O-D데이터 기반 확률적 수요예측

윤남식 · 유인혁 · 강원경 · 강성우

Although public bus systems in Korea have performed as one of the most important public transportation for the citizens, lack of bus routing models, which consider demands and route conditions, has caused reduce of both publicness and efficiency hereby wasting taxes. In addition, it is difficult for bus companies to predict demand of the current route because of the change of both regional conditions and traffic circumstances. Therefore, existing routes can occur both overwhelming and insufficiency of customers.

In order to analyze efficiency of public bus routes, this study presents a public traffic demand prediction model based on O-D traffic data sets. This research explores the efficiency of current routes and employs data envelopment analysis for improving inefficient routes by computing the degree of improvement. A case study is performed by using actual bus data sets from a local bus company in Incheon city.

### 11 스마트 환경에서의 협력과 SCM 성과: O2O 스타트업들 중심으로

김동윤 · 김준석

O2O service is getting more attention in the business environment of the smart era that started from the 4th industrial revolution. O2O service has been actively operated recently with the participation of many startup companies. Also, SCM has been widely introduced in O2O

service industry. In this study, we conducted an empirical analysis on the effect of collaborative methods and the collaborative SCM between O2O startups and suppliers on SCM performance. A frequency analysis, exploratory factor analysis, reliability analysis, confirmatory factor analysis, and correlation analysis were conducted for validity and reliability of our model. The research hypotheses were verified through model fit analysis and the structural causality of the research concept was examined through the path analysis of the structural equation.

### 25 콘텐츠 공급사슬에서 고객참여의 가치공동창출 비용에 대한 영향: 수익성의 매개효과 및 다중채널 네트워크의 조절효과

이 경 호

This study examines the causal relationship between customer engagement, customer ROI profitability, and service coordination costs for YouTubers in the content supply chain. In particular, it examines the moderating effects of types of business (MCN or personal) and the mediating effects of customer ROI profitability on the relationship between customer engagement and service coordination costs.

The results of the analysis show that the degree of customer engagement in YouTube channels has a positive effect on customer ROI profitability and service coordination costs, and customer ROI profitability has a negative effect on service coordination costs. The relationship between the degree of customer engagement and the customer ROI profitability according to the type of business could not be confirmed, but

the relationship between customer engagement and service coordination cost was confirmed.

### 39 주문생산시스템에서 고객가치평가에 기반 한 고객계층화 모형

김현정 · 김은갑

This paper presents a customer order classification model based on the customer value evaluation for make-to-order manufacturing systems. In the first stage with customer value evaluation, we derive the valuation factors and perform uni-variate and multi-variate variable analysis. In the second stage with customer order classification, we determine cut-off values for the classification of customers, based on the results from the first stage and present the probability distribution of the values of customers.

The development of customer value evaluation model relies on the ensemble method, one of the machine learning techniques.

### 49 머신러닝 기반의 폐가전제품 무상방문수거 서비스 수거시간 수준 예측 방법론

김영선 · 이용조 · 최예림 · 김현수

The Free Visit and Pickup Service collection drivers have been getting paid the national standard price for collecting End-of-Life (EOL) Consumer Electronics (CE) which is causing a deviation in wages and labor. In this study, 18 different factors affecting the collection of EOL CE was selected as the independent variable.

The experiment was conducted to predict the collection time levels classified into five categories using machine learning models. In order to improve the performance levels of the models, variables were selected using genetic algorithm. As a result, 7 of 18 independent variables were selected for the study. The machine learning models used were Decision Tree, Random Forest, Gradient Boosting, Support Vector Classification, and Multi-Layer Perception, while the Hyper parameter was set based on the Grid search. The evaluation index used the F1 Score due to the data imbalance and the results identified the MLP model to have the highest F1 Score of 0.651.

## 59 뿌리산업 중소기업체의 제조혁신 방안 및 전후방산업으로의 파급효과

김장엽 · 한재현 · 정석재

As the necessity of nurturing the root industry, which is the source of the value chain structure of the manufacturing industry, is increasing, productivity improvement through manufacturing innovation is becoming an important issue in order to improve the pettiness of SMEs belonging to that industry. As part of these efforts, various policy support is

provided, such as the introduction of smart factories, but there is no consensus with the companies on the necessity and method of promoting manufacturing innovation. The purpose of this study is to derive the status and problems of manufacturing innovation based on in-depth interviews with domestic small and medium-sized root manufacturing companies, and then present customized manufacturing innovation strategies for each root industry through interviews with experts. In addition, this study presents a roadmap for implementing customized manufacturing innovations for root SMEs.

## 일반 SCM 논문

## 75 거래공정성, 거래진정성, CSR 활동이 기업 간 평판, 신뢰, 결속에 미치는 영향

박찬권 · 박성민 · 김재복

This study judged whether independent companies can secure favorable reputations if they conduct fair trade, display authenticity, and carry out CSR activities, and as favorable reputations affect trust relationships with trade companies, it was predicted that they ultimately connect to commitment. To verify this, surveys were conducted on manufacture-related businesses and analyzed. Verified results of research hypotheses were as follows. First, verifications showed that trade fairness had a positive effect on reputation and trade authenticity also had a positive effect on reputation. However, while CSR had a positive effect on reputation, it was not significant and while reputation also had a positive effect on trust, it was not significant. Lastly, verifications showed that trust had a positive effect on

commitment. The implications of this study are as follows.

First, predisposing factors that can secure the favorable reputations of independent companies were verified to be trade fairness and trade authenticity. Therefore, it is important for independent companies to provide fairness and authenticity in their trade processes and results. However, CSR activities are limited in acting as major predisposing factors that can secure favorable reputations. Second, even if favorable reputations are secured, development into trust relationships can be limited.

## 91 한국 타이어산업에서 다양한 수송타입을 이용한 그린공급망의 최적화

진성 · 윤영수

This study proposes a methodology for the design and efficient operation strategy of the Green Supply Chain (GSC) network

considering various transport types. Since the GSC network integrates forward and reverse logistics, it can increase profit through sales of reusable products and increase the efficiency of inventory management by securing recyclable raw materials, thereby further strengthening the competitiveness of enterprises. In this study, the GSC network is designed based on the case of the Korean tire industry, various types of transportation have been used by adding direct delivery (DDL) and direct shipment (DSP) to the normal delivery(NDL).

## 107 중국 소비자들의 인텔리전트 익스프레스 락커 지속사용의도에 관한 연구: TAM을 적용한 실증연구

엄금철 · 김영길 · 허재강

This research aims to investigate what factors mainly affect consumers' acceptance of intelligent express lockers and intent to use. To

answer the research question, the technology acceptance model (TAM) is employed. We collected data from a professional business survey platform in China. By adopting TAM, we examine the factors that affect the continuous use intention of intelligent express lockers. For example, location-based accessibility and privacy were found to have a positive effect on perceived ease of use and usefulness. However, intelligent express locker service provider's responsiveness does not significantly affect perceived ease of use and usefulness. Moreover, perceived usefulness and perceived ease of use positively affect continuous use intention.

### 115 외식업체의 SNS 품질이 고객 행동 성과에 미치는 영향: 기술수용의 매개 효과

조가 · 김영길 · 박정수

The research question of this study is to find whether SNS quality factors consisting of information quality, system quality and service quality affect positively on customer behavior performances consisting of intention of purchase and continuous use after checking their reliability and validity as conceptual constructs. Based on survey for sample customers, we found those hypotheses could be confirmed and, furthermore, we tried to verify whether the construct of technology acceptance functions as mediatory variable in the relationship between SNS quality and customer behavior performance. As the result

of a series of mediatory regression analysis, we could confirm that information quality variable mediates that relationship completely and other two quality variables do partially. These results offer food service companies implication that they have to consider those fit relationships when they formulate company level and store level strategies.

### 133 정부의 지원이 물류 기업의 혁신 효율성에 미치는 영향에 대한 연구

강희재 · 김영준 · 김창희

With the development of various technologies for the 4th industrial revolution, such as IoT, Big Data, CPS, and AI, innovation is taking place in many areas of the logistics industry and its importance is emphasized even more. However, since the efforts made to innovate do not directly lead to outcomes, the analysis should be made from the perspective of innovation efficiency which takes into account a variety of inputs and outputs. In this study, Data Envelopment Analysis is applied to 98 logistics firms(input factors: costs of innovation, number of innovators / output factors: total sales) to derive innovation efficiency, and the impact of government support policies (in 7 areas: taxation, funding, finance, human resources, technology, certification, purchase) is verified by Tobit regression and Kruskal-Wallis one-way ANOVA. The results show that the effects of the current policy for innovation in the logistics industry are concentrated on financial

support, such as taxation and finance, and that the efficiency of firms with significantly high or low dependency is low.

### 145 제조와 배치배송이 결합된 일정계획을 위한 VNS 알고리즘의 탐색효율에 관한 연구

김병수 · 주철민

A design of neighborhood operations is a key factor on the performance of variable neighborhood search (VNS) algorithms. The various neighborhood operations in VNS algorithms could increase the algorithm effectiveness, but decrease the efficiency. To compare the performance of VNS algorithms with several designs of neighborhood operations, we consider a compound scheduling problem. The compound scheduling problem is to determine a set of jobs to be scheduled on integrating two-echelon supply chain between a manufacturing plant and customers delivered. The problem simultaneously determines machine scheduling, batching, and truck delivery scheduling in which jobs ordered by multi-customers are first manufactured by one of identical parallel machines and then they are delivered to the corresponding customers by multiple trucks with a limited capacity. The objective function on this problem is to minimize the total tardiness of the jobs. We propose employing different designs of neighborhood operations, and compare the performance of the designs through randomly generated problem instance examples.

## 투고논문 작성 요령

### 1. 제출방법

투고자는 논문을 한글 또는 MS워드 작성하며, 글씨크기 11포인트, 2단 편집으로 작성하여 제출한다. 논문 심사 후 게재가 확정되면 저자 약력 및 사진이 포함된 최종본을 e-mail로 제출하여야 한다. (논문저자 중 한 명 이상은 한국SCM학회 연회비 납부회원이어야 투고할 수 있다.)

### 2. 제출절차

접수된 후 심사과정에 있는 논문의 철회를 저자가 원하는 경우 저자는 서면으로 편집위원장에게 철회요청서를 제출하여야 한다.

### 3. 표지 및 내용

논문 표지에는 논문제목, 저자명 및 직책, 소속기관, 대표저자의 우편번호, 주소, 전화 및 E-mail 주소만을 기입한다. (각 사항에 대한 영문을 병기하고 영문 성명은 이름 먼저 쓰고 성은 뒤에 쓴다.) 연구비의 지원을 받아 연구가 이루어진 논문의 경우 표지에서 밝힐 수 있다. 표지의 다음 쪽에는 저자명 및 소속기관을 기입하지 않고 제목부터 시작하여 영문요약(150단어 이내), 키워드(영문포함), 본문, 참고문헌, 부록 순으로 작성한다. 원고 작성시 본문과 그래프 등의 모든 것은 흑백으로 작성한다. (컬러 그래프 사용 자제)

### 4. 영문작성

영문의 대문자는 고유명사나 문장의 첫 자 또는 고유명사의 약자 등에만 사용한다.

### 5. Abstract 및 키워드

영문으로 기입된 저자 소속 아래 150단어 이내의 영문요약 (abstract)을 기입하고, 그 아래 키워드를 기입한다.

### 6. 각주(footnote)

– 연구비의 지원을 받아 연구가 이루어진 논문을 알릴 경우  
– 연락저자의 연락처를 기재하는 경우  
상기 사항을 제외한 각주(footnote)는 사용하지 않는 것을 원칙으로 한다.

### 7. 저자구분

논문의 저자 기재 시 제1저자, 제2저자 순으로 기재하며, 교신저자의 경우 “†”로 이름 옆에 표기하도록 한다.

### 8. 번호 매김

장이나 절은 아라비아 숫자로 1., 1.1, (1) 등으로 표기하며, 수식은 필요한 경우 (1) 등으로 매김을 한다.

### 9. 그림과 표

그림과 표는 제목과 내용을 모두 영문으로 작성한다. 그림은 Fig. 로 표시하며, 그림의 제목은 그림의 아래 중앙에 표기한다. 표는 Table 로 표시하며 표의 제목은 표의 위 중앙에 표기한다. 모든 그림과 표는 본문의 적당한 위치에 삽입하고, 삽입이 어려운 경우는 논문의 맨 뒤에 첨부한다.

### 10. 수식표현

수식(formula)은 필요한 경우 번호를 부여한다.

(예)  $y = a_1x^2 + a_2x + a_3$  (1)

### 11. 참고문헌

참고문헌의 모든 내용은 영문으로 작성하며, “REFERENCES”로 표제를 통일한다. 참고문헌은 알파벳 순으로 작성한다. 인용된 문헌은 ( )안에 저자명과 연도를 본문 중에 명시하고 인용된 문헌의 전부를 본문 끝에 저자명의 영문 순으로 일괄 기입한다. 학술지의 경우는 저자명(발행년도), 논문 제목, 학술지명(이탤릭체), 권(호), 쪽수의 순으로 기입하고, 정기간행물이 아닌 문헌의 경우는 저자명(출판년도), 서명(이탤릭체), 출판수(2판 이상), 쪽번호 또는 장, 출판사명, 출판지역의 순으로 기입하되, 다음의 예를 따른다. (예)

[1] Hayes, R. and Pisano, G. P.(2000), "SCM Strategy in Korea", *SCM Journals*, Vol. 11(4), pp. 25~41.

[2] Hayes, R.(2000), *SCM Strategy in Korea*, 2nd ed., pp. 123~145, Prentice-Hall.

### 12. 논문 심사료 및 게재료

심사료는 5만원, 게재료는 10페이지(2단으로 편집된 최종 게재본 기준)를 기본으로 20만원이며, 10페이지 초과 시 페이지 당 2만원을 추가로 납부한다. 또한 각주 중 연구비 지원에 대한 사사표기가 있을 경우에는 10만원을 추가로 납부한다.

<송금처>

신한은행 100-014-515276

(예금주 : (사)한국SCM학회/영수증 발급)

## 스마트 공급사슬(Smart Supply Chain): 이론 및 응용

최근 제4차 산업혁명의 전개와 함께 기업의 공급사슬관리도 그 어느 때 보다 급속한 변화를 겪고 있습니다. 특히 사물인터넷, 인공지능, 5G 통신 네트워크, 빅데이터, 블록체인 등 새로운 정보통신기술의 발전, 그리고 3D 프린팅에 의한 생산공정의 혁신적인 변화 등으로 기존의 공급사슬은 소위 스마트 기술의 활용에 따른 ‘스마트 공급사슬(Smart Supply Chain)’로 변모하고 있습니다. 또한 스마트 공급사슬은 기술적인 측면뿐만 아니라 그 속성상 고객 맞춤성(Customization), 초연결성(Connectivity), 협업성(Collaboration)이라는 특징을 가지고 있습니다. 이러한 성격의 새로운 공급사슬은 그 범위가 매우 넓지만, 본 특집호는 스마트 공급사슬에 대한 이슈를 부각시키고 연구자들의 관심을 환기시키고자 발간하게 되었습니다.

비록 다양한 세부연구 주제들을 모두 포함하지는 못하였으나 총 6편의 논문이 일반논문과 동일한 심사절차를 거쳐 특집호 주제 논문으로 게재되었습니다. 특집호 논문들을 세부 주제별로 살펴보면, 스마트 공급사슬에서의 고객 및 시장분석 분야에서는 이경호(2019), 김현정과 김은갑(2019), 스마트 공급사슬에서의 물류 유통 분야에서는 윤남식 외 3인(2019), 스마트 공급사슬에서의 협업에서는 김동윤과 김준석(2019), 스마트 공급사슬에서의 혁신분야에서는 김장엽 외 2인(2019), 마지막으로 스마트 공급사슬에서의 지속가능성 분야에서는 김영선 외 3인(2019)의 논문이 해당됩니다.

본 특집호의 발간은 스마트 공급사슬 관련 분야 연구자 및 실무자들의 관심을 환기시키고 지속적인 연구 성과를 도출하기 위한 시작점이라고 생각합니다. 앞으로 더욱 더 많은 연구들이 이 분야에서 진행되기를 기대하며, 이번 특집호에 투고해주신 저자들과 심사를 위해 기꺼이 수고해주신 심사위원들께 진심으로 감사의 마음 표합니다.

연세대학교 산업공학과 정 봉 주  
특집호 편집장, 한국SCM학회지 편집위원장



## 시내버스의 효율적 배차 시스템 구축을 위한 O-D데이터 기반 확률적 수요예측\*

윤남식\* · 유인혁\*\* · 강원경\*\*\* · 강성우\*\*\*\*†

\*인하대학교 산업경영공학과 석사과정 · \*\*인하대학교 산업경영공학과 석사  
\*\*\*인하대학교 산업경영공학과 석사과정 · \*\*\*\*인하대학교 산업경영공학과 조교수

## Developing an efficient dispatch system for city buses by forecasting demand with O-D data-based probabilistic model

YOON, Namsik\* · YOO, Inhyeok\*\* · KANG, Wonkyung\*\*\* · KANG, Sung Woo\*\*\*\*†

\* · \*\* · \*\*\* · \*\*\*\*  
Dept of Industrial & Management Engineering, Inha University

Although public bus systems in Korea have performed as one of the most important public transportation for the citizens, lack of bus routing models, which consider demands and route conditions, has caused reduce of both publicness and efficiency hereby wasting taxes. In addition, it is difficult for bus companies to predict demand of the current route because of the change of both regional conditions and traffic circumstances. Therefore, existing routs can occur both overwhelming and insufficiency of customers.

In order to analyze efficiency of public bus routes, this study presents a public traffic demand prediction model based on O-D traffic data sets. This research explores the efficiency of current routes and employs data envelopment analysis for improving inefficient routes by computing the degree of improvement. A case study is performed by using actual bus data sets from a local bus company in Incheon city.

**Keyword :** city bus, o-d data, demand forecast, multinomial logit model, data envelope analysis

---

\* 본 연구는 인하대학교의 지원을 받아 수행하였습니다.

\* 본 연구 한국교통연구원에서 주최한 “교통분야 빅데이터 및 마이크로 데이터를 활용한 정책논문 및 아이디어 공모전”에서 장려상을 수상한 내용을 바탕으로 수정, 보완하여 작성된 것입니다.

† **Corresponding Author :** Department of Industrial Engineering, Inha University, 100 Inha-ro Michuhol-gu, Incheon, 22212, Korea.

Tel : 032-860-7360, E-mail: kangsungwoo@inha.ac.kr

**Received :** 14 August 2019, **Revised :** 4 October 2019, **Accepted :** 18 October 2019

## 1. 서론

### 1-1. 연구배경 및 목표

시내버스는 2004년 서울시를 시작으로 ‘시내버스 준공영’ 제도를 도입하여, 인천광역시(2009년)를 비롯하여 여러 광역 지자체에서도 이와 유사한 정책을 도입 시행하며 이를 통칭하여 ‘준공영제’로 지칭하고 있다. 버스 준공영제는 기존의 서비스 공급을 민간업체가 주로 담당하는 민영제에서 공공부문이 민간버스업체의 적자를 보전해주는 정책으로, 공공자금의 투입으로 운영되고 있으며, 이러한 시내버스의 효율성을 만족시키기 위해서는 지역 여건과 교통 수요의 변화에 따라 해당 노선의 수요가 얼마나 증감하는지 예측하는 것이 중요하다(Lee and Jung, 2018).

또한, 공공자금의 투입으로 시내버스를 운영하기에 운전자, 공급자 및 탑승자간의 이해가 상충될 수 있으며, 이를 해결하기 위해선 체계화된 방법론을 도출하여 이해당사자 간 합의를 위한 체계적이고 표준화된 버스 노선망 설계방법론이 필요하다(Han and Lee, 2005). 체계적이고 표준화된 버스 노선망 설계에서는 각각의 노선에 따른 정량적인 평가지표가 필요하며, 지표에 따른 효율성 측정이 필수적이다(Han and Kim, 2010).

이러한 개별 노선과 같은 의사결정단위(DMU; decision make unit)간의 상대적 효율성 측정에 사용되는 방법은 자료 포락 분석법이 있으며 공급사슬의 성과측정 및 운송업체 별 효율성 분석에도 사용되고 있다(Seo and Lim, 2011; Park and Ahn, 2003).

따라서 본 연구에서는 체계적인 노선 설계를 위하여 노선의 신설 및 변경에 따른 해당 노선에 대한 수요를 예측한 후, DEA를 활용하여 노선 효율성의 개선 정도를 정량적으로 제시하고자 한다.

### 1-2. 연구의 내용 및 방법

본 연구의 방법론은 경로를 변경하고자 하는 노선을(예: 적자 노선) 선택한 후, 변경하고자 하는 경로를 바탕으로 수요를 예측한다. 수요예측의 방법으로는 행정구역 간 O-D 데이터를 기반으로 하여 교차로 간 O-D 데이터를 산출한 후, 다항로짓모형을 통해 정류장에서 승객이 특정 노선을 이용할 탑승확률을 계산함으로써 버스 정류소 간 O-D 데이터, 즉 특정 노선에 대한 수요를 예측한다. 예측된 수요를 바탕으로 변경된 경로와 기존 경로 각각의 버스 대수 투입량을 기반으로 한 DEA 기법을 통해 효율성을 분석한 후, 적정 배차 대수를 판단한다.

## 2. 교차로 간 O-D 데이터 산출

### 2-1. 버스노선 계획 시 적용 O-D표

일반적으로 도시권의 버스노선 계획을 위한 O-D 데이터는 행정동을 단위로 하는 구역 간 O-D 데이터를 이용하거나, 정류소 간 O-D 데이터를 이용하게 된다. 그러나 두 가지 방법 모두 실제 버스노선 계획 시 적용상의 어려움을 가지고 있다. 구역 간 O-D 데이터를 이용할 경우, 면(面)적인 개념의 구역 간 수요로부터 선(線)적인 버스노선으로의 수요적용이 용이하지 않다. 또한 버스정류소 간 O-D 데이터를 이용할 경우, 기존 불합리한 노선에 의하여 출발지와 도착지로부터 먼 정류소를 이용하는 수요가 그대로 반영되기 때문에 합리적인 노선설정을 불가능하게 할 우려가 있다.

본 연구에서는 Fig. 1과 같이 행정구역 간 O-D 데이터보다 상세한 교차로 O-D 데이터를 산출하였으며, 이를 바탕으로 교차로 간 특정 노선을 선택할 확률을 구하여 정류소 간의 O-D 데이터 기반 승객수를 추출함으로써 노선의 수요를 예측하였다.

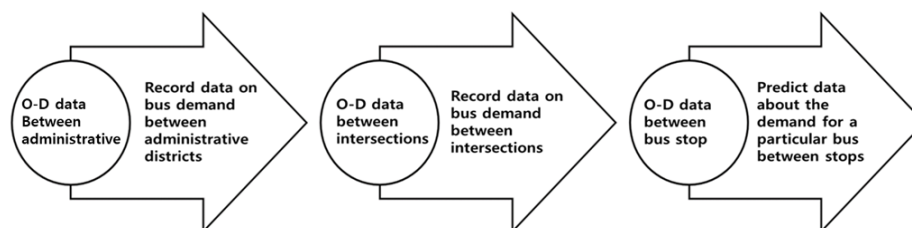


Fig. 1 Demand forecasting process



$$TN_{kl} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (T_{ij} * R_{jl} * R_{ik})$$

$$\begin{aligned} TN_{kl} &: \text{Distribution of influence at a certain intersection } k \text{ to intersection } l \\ T_{ij} &: \text{Passenger amount of zone } i \text{ to zone } j \\ R_{jl} &: \text{Area ratio(influence) of intersection } l \text{ in zone } j \\ R_{ik} &: \text{Area ratio(influence) of intersection } k \text{ in zone } i \end{aligned} \quad (1)$$

## 2-2. 교차로 간 O-D 데이터로의 변환

해당 과정은 특정 행정구역안의 인구밀도와 이동 수요는 동일하다는 가정하에 진행하였으며 이는 통계적으로 유의하다 (Ryu, 2005). 동일한 인구밀도를 가졌다면 더 많은 범위에 영향을 주는 교차로는 더 많은 수요를 가질 것이다. 즉, 행정구역 전체의 유동량의 면적 비율만큼의 유동량을 배정을 받으므로 행정구역 간 O-D 데이터( $T_{ij}$ )에 Origin이 되는 교차로의 면적 비율( $R_{ik}$ )과 Destination이 되는 교차로의 면적 비율( $R_{jl}$ )을 곱하면 일 평균 교차로 간 이동 승객수( $TN_{kl}$ )를 Equation 1로 구할 수 있다(Ryu, 2005).

## 3. 특정 노선의 수요예측 모델 구축

여러 가지 응답변수를 가지는 회귀모형은 응답변수의 위계와 순서화의 여부로 분류가 되고 있다(Anderson et al, 2017; Son et al, 2004 etc). 다항로짓모형(Multinomial Logit Model)은 순서와 위계가 없는 응답변수의 경우를 다루고 있으며 주로 여러 선택 사항들 중 특정 사항을 선택할 경우를 추정하기 위하여 다항로짓모형을 사용한다. 정류소를 이동할 때 승객은 요금, 거리, 시간 등 버스선택에 있어서 개인별로 선호도가 다르기 때문에 여러 대체재 관계를 갖는 선택사항 중 순서나 위계로 선택할 수 없는 사항에 해당된다. 본 연구에서는 선택이 가능한 노선의 수가  $J$ 개  $J = \forall j$ 이고 특정 버스  $j$ 를 탑승할 확률을  $P_j$ 라 하는 다항로짓모형(Equation 2)을 적용한다. 이를위해 교차로 간의 O-D 데이터 기반 승객수와 이들이 특정 노선을 선택할 때 영향을 받는 변수로서는 단일 노선 더미, 통행 비용, 통행시간, 환승 횟수, 대기시간, 버스 종류, 기종점 정류소 수까지 총 6개가 있으며 이 변수들과 탑승 확률  $P_j$ 에 대한 상관계수는 최대우도함수로 통해서 아래의 Table 1에 산정해놓았다 (Yoon, 2012).

$$P_j = \frac{e^{\beta_1 x_{j1} + \beta_2 x_{j2} + \dots + \beta_7 x_{j7}}}{1 + \sum_{j=1}^J e^{\beta_1 x_{j1} + \beta_2 x_{j2} + \dots + \beta_7 x_{j7}}} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} P_j &= \text{Probability of choosing } j\text{-th bus} \\ \beta_k &= \text{Coefficient of the } k\text{-th variable} \\ x_{jk} &= k\text{-th variable of the } j\text{-th bus} \end{aligned}$$

Table 1. Variables for the Multinomial Logit Model

Variable	Coefficient
Single route dummy	1.330586
Passage cost	-0.865574
Travel time	-0.163732
Number of transfers	-0.357025
Waiting time	-0.348665
Type of bus	0.507156
Number of bus stop	0.348408

일 평균 교차로 간 이동 승객수인  $TN_{kl}$ 에 (Equation 1) 특정 교차로  $k$ 와  $l$  사이를 지나는 버스노선  $j$ 를 탑승할 확률인  $P_j$ 를 곱하면 Equation 3과 같이 신설 및 변경된 노선의 수요를 예측할 수 있다.

$$\begin{aligned} D_j &= \sum_k^n \sum_l^n TN_{kl} * P_j \\ s.t. \quad & j \in J \\ & k, l \in n \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} D_j &= \text{passenger amount of route } j \\ J &= \text{all route between intersection } k \text{ to } l \\ n &= \text{all intersection in route } j \end{aligned}$$

#### 4. 변경노선 효율성 분석

본 연구에서는 기존노선  $\alpha$ 와 변경노선  $\beta$ 의 효율성 분석을 위하여 산출물에 대한 투입물의 영향 및 설명력, 즉 노선에 대한 승객수의 영향 및 설명력을 파악하고자 DEA를 이용하여 연구결과를 검증한다. 버스노선의 경우, 다수의 투입물(버스 대수, 버스의 종류, 노선의 길이 등)이 존재한다. 또한 서비스를 생산하는 산업의 특성상 생산함수를 산정하기 어렵다. 이러한 특징을 바탕으로 버스 노선의 효율성을 판단하기 위해 DEA기법을 이용한다(Han and Kim, 2010; Lee and Na, 2016; Incheon institute, 2016).

본 논문의 사례연구에서 공간적 배경이 되는 인천광역시의 경우, 준공영제를 실시하고 있어 산출물(이용 승객 수)의 조정되는 투입물(버스 대수)의 조정이 더 용이하여 투입지향을 전제로 한다. 또한 버스 대수가 과다 투입되어도 이용승객 수는 줄어들지 않으며, 생산가능집합이 볼록결합을 이루고 있으므로, 강제분성과 볼록성을 전제로 한다. 투입지향, 강제분성을 전제로 한 CCR, BCC 모형은 1투입 1산출일 경우, Equation 4를 이용하여 최적생산규모 노선을 설정할 수 있다. DEA에 있어 정량적으로 산출해 낼 수 있는 대표적인 효율성으로는 기술적 효율성(TE), 순수 기술적 효율성(PTE), 규모의 효율성(SE)가 있다.

노선의 효율성을 분석할 때, 순수 기술적 효율성(PTE)값이 규모효율성(SE)값보다 작으면 비효율의 원인이 순수 기술에 있다고 볼 수 있으며, 순수 기술적 효율성(PTE)값이 규모효율성(SE)값보다 크면 비효율의 원인이 규모의 비효율이다. 버스 노선의 측면에서 바라볼 때, 비효율의 원인이 순수 기술적 요소일 경우 운행구간에 비효율이 있다고 볼 수 있으며, 규모의 요소일 경우 승객 수에 비해 버스 대수가 과다투입 되었다고 볼 수 있다(Han and Kim, 2010).

$$Max h_o = \frac{uy_{r0}}{vx_{i0}}$$

$$s.t. \frac{uy_j}{vx_j} \leq 1, j = 1, \dots, n$$

< Input-oriented CCRmodel > (4)

$$Max h_o = \frac{uy_0 + u_0}{vx_0}$$

$$s.t. \frac{uy_j + u_0}{vx_j} \leq 1, j = 1, \dots, n$$

< Output-oriented BCC model >

$h_o$  : Efficiency of the route

$u$  : Weight on the number of passengers per unit

$v$  : Weight of the operation number per route

$y_j$  : Number of passengers per  $j$ -th route

$x_j$  : Number of operation of the  $j$ -th route

#### 5. 사례연구

본 연구에서 제시하는 연구방법론을 검증하고자 실제 O-D 데이터를 바탕으로 예측된 수요를 이용하여 비효율적으로 운행되는 기존 노선  $\alpha$ 를 수요가 증가하는 신규 노선  $\beta$ 로 변경하였다. 앞서 서론에서 언급한 바와 같이, 카드데이터를 바탕으로 한 정류소 간 O-D 데이터는 실제 승객의 출발지와 목적지를 반영하기 어렵다. 따라서 행정구역 간 O-D 데이터를 바탕으로 교차로 간 O-D 데이터를 산출한 후, 해당 교차로 간 O-D 데이터에 특정 버스를 이용하는 확률을 곱하여 해당 버스의 수요를 예측하였다. 본 연구의 실험은 아래의 그림 Fig. 2에 묘사된 체계를 따른다.

본 연구의 방법론을 실험해보고자 행정구역별 O-D데이터는 국가교통DB(KTDB)에서 제공하는 수도권 주수단 O-D 데이터(2016) 중 기종점 간 시내버스 사용 통행량을 활용하였으며, 실험은 같은 기간(2016년) 동안 수요 대비 효율성이 좋지

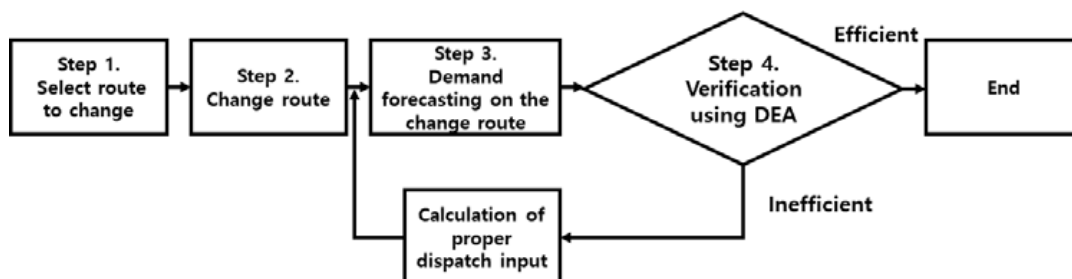


Fig. 2 Bus route improvement process

않은 인천광역시 버스회사 A의 기존 노선  $\alpha$ 를 바탕으로 진행하였다(Fig 2, Step 1). 기존  $\alpha$ 는 준공영제로 운영되기에 시민의 필요성 및 행정적인 사유로 쉽게 폐선시킬 수 없으므로 당 노선의 효율성을 증대시켜야 한다. 따라서 이 실험에서는 기점과 종점 그리고 주요 거점은 기존  $\alpha$ 와 동일하되 노선의 승객량이 증가하는 신규  $\beta$ 를 개발하였고(Fig 2, Step 2) 이에 대한 효율성을 검토하고자 기존  $\alpha$ 와 신규  $\beta$ 를 비교하였다.

Table 2. O-D data between administrative districts (Equation 1.  $T_{ij}$ ; KTDB, Metropolitan area OD data 2016)

passengers	A1	A2	...	A9	A10
A1	694,237	495,799	...	121,558	165,885
A2	292,482	163,040	...	68,151	918,609
...	...	...		...	...
A9	80,780	62,655	...	2055,00	69,779
A10	170,772	46,195	...	105,315	329,659

### 5-1. 교차로 간 O-D 데이터로의 변환

기존  $\alpha$ 의 영향을 받는 행정구역 간 O-D 데이터를 교차로 간 O-D 데이터로 변환하기 위해 먼저 본 연구의 배경이 되는 행정구역(순서대로 A1:학익1동, A2:학익2동, A3:도화1동, A4:주안1동, A5:주안2동, A6:주안3동, A7:주안4동, A8:주안7동, A9:주안8동, A:10:용현1,4동)의 O-D 데이터를 추출한다. 해당 데이터는 Table 2와 같이 10x10행렬을 이룬다. Table 2의 행정동별 O-D 데이터 기반의 승객수는 국가교통 DB(KTDB)에서 제공받았다.

노선  $\alpha$ 의 영향을 받는 행정구역 내에서 버스가 운행되는 교차로의 개수는 Fig. 3과 같이 총 37개이다. 이 교차로들의 행정구역에 대한 영향권을 설정하기 위하여 각 교차로의 위도와 경도를 구한 후, 교차로가 이루는 삼각형의 무게중심과 선분의 중점을 연결하면 Fig. 4와 같이 특정 교차로의 영향권을 작도할 수 있다. 작도된 영향권의 넓이를 해당 행정구역의 넓이로 나누어 주면 총 37개의(I1~I37) 교차로 간 O-D 데이터를 Table 4와 같이 37x10 행렬로 나타낼 수 있다. Table 2의 행정구역 간 O-D 데이터와 Table 3의 행정구역 내 교차로의 영향권의 면적 비율을(equation 1,  $R_{ij}$ ) 이용하여 교차로 간 O-D 데이터 기반의 승객수 (equation 1,  $TN_{kl}$ )를 계산하면 Table 4와 같다.



Fig. 3 Intersection in administrative area

Table 3. Area ratio of administrative districts by crossing(Equation 1.  $R_{jl}, R_{lk}$ )

	A1	A2	A3	...	A8	A9	A10
I1	0	0	0.35	...	0	0	0
I2	0	0	0	...	0	0	0
I3	0	0	0.30	...	0	0	0
...	...	...	...		...	...	...
I35	0	0.049	0	...	0.37	0	0
I36	0.058	0	0	...	0	0	0
I37	0.12	0	0	...	0	0	0

Table 4. O-D data between transformed intersections(Equation 1.  $TN_{kl}$ )

	I1	I2	I3	...	I35	I36	I37
I1	17.66	2.15	14.91	...	1.87	0.05	0.10
I2	5.28	64.88	4.46	...	21.12	3.76	8.11
I3	14.91	1.81	12.59	...	1.58	0.04	0.08
...	...	...	...		...	...	...
I35	2.00	24.88	1.69	...	17.08	1.38	2.97
I36	0.19	4.24	0.16	...	23.28	2.52	5.43
I37	0.41	9.14	0.35	...	50.23	5.43	11.71

Table 5. Probability of using the change route  $\beta$  between intersections

	I1	I6	I5	...	I18	I19	I31
I1	0	0.0365	0.0682	...	0.9534	0	0
I6	0.0467	0	0.0682	...	1	0	0
I5	1	0.3280	0	...	1	0	0
...	...	...	...		...	...	...
I18	0.3393	0.1589	1	...	0	0	0
I19	0.2229	0.0972	1	...	1	0	0
I31	1	1	1	...	1	1	0

Table 6. Number of boarding and departing of change route  $\beta$  by stop

passenger	I01	I06	I05	...	I18	I19	I31	Getting off
I01	0	1.34	2.14	...	1.37	0	0	11.02
I06	1.86	0	12.10	...	26.91	0	0	100.47
I05	33.53	62.59	0	...	7.77	0	0	139.08
...	...	...	...		...	...	...	...
I18	0.44	3.85	7.37	...	0	0	0	60.24
I19	0.27	2.19	6.87	...	2.90	0	0	55.50
I31	0.76	15.21	4.38	...	1.28	1.20	0	72.02
Boarding	42.79	221.05	357.56	...	73.05	1.20	0	1373.29

Table 7. Efficiency measurement of Incheon city bus

	TE(CCR model)	PTE(BCC model)	SE(TE/PTE)
route $\alpha$ (existing route)	0.1001	0.3333	0.3002
route $\beta$ (changing route)	0.1880	0.3333	0.5639

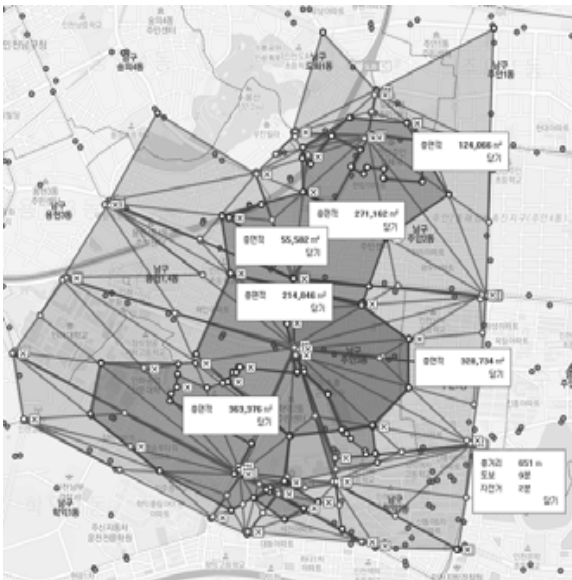


Fig. 4 Conversion to intersection O-D data

## 5-2. 다항로짓모형을 이용한 노선선택확률 계산

본 연구에서는 다항로짓모형을 통해 Fig. 5와 같이 변경된 신규  $\beta$ 의 수요를 예측하기 위하여 신규  $\beta$ 가 운행하는 교차로를 지나가는 모든 노선의 설명변수 데이터가 필요하다. 설명변수 데이터는 인천광역시 버스 정보 관리시스템과 인터넷 포털사이트(다음 지도)에서 제공하는 데이터를 바탕으로 하였다. 수집된 데이터를 바탕으로 특정 교차로에서 교차로로 이동할 때 해당 노선을 이용할 확률은 Equation 3의 식으로 계산이 되며 해당 값은 Table 5와 같다(Fig 2. Step 3).



Fig. 5 Existing  $\alpha$  and changed  $\beta$  route

Table 4의 변환된 교차로 간 O-D 데이터와 Table 5의 교차로 간 신규  $\beta$ 를 이용할 확률을 각각 곱하여 주면 신규  $\beta$ 의 승·하차 정류소 별 승객수를 예측할 수 있다. 계산한 값은 Table 6과 같다.

신규  $\beta$ 를 Figure 5와 같이 변경을 하게 되면 Table 6과 같이 총 일 평균 1,373.29명의 승객수요를 예측할 수 있다. 이는 기존  $\alpha$ 의 일일 평균 승객 수 731명보다 많은 수치이다.

## 5-3. 효율성 분석

변경 노선의 효율성을 분석하기 위해 시내버스(지선, 간선형)의 운행 대수와 대당 승객 수 데이터를 조사하였다. 해당 데이터를 바탕으로 불변규모수익기술(CCR)모형과 가변규모수익기술(BCC)모형에서의 변경 전 노선과 변경 후 노선의 효율성 척도를 기술적 효율성(TE), 순수 기술적 효율성(PTE), 규모효율성(SE)값을 통해 정량적으로 나타내었다.

본 연구는 2016년 기준 인천에서 운행된 시내버스들의 운행 대수와 대당 승객 수를 바탕으로 변경 전, 후 노선의 효율성을 측정하였다. 본 연구에서는 기존  $\alpha$ 의 운행 구간만을 변경하여, 기존  $\alpha$ 와 신규  $\beta$ 의 운행 대수가 동일하다. 그 결과, Table 7과 같이 순수 기술적 효율성(PTE)값은 최적 노선의 대당 승객 수보다 적어, 노선  $\alpha$ 와 노선  $\beta$  모두 0.3333으로 변경되지 않았으나, 기술적 효율성(TE)의 값과 규모 효율성(SE) 값은 각각, 0.1001에서 0.1880으로, 0.3002에서 0.5639로 증가하였다. 이를 통해 변경 후 규모의 효율성이 향상되었음을 알 수 있으며, 투입물인 버스 대수의 비효율성이 줄어든 것을 의미한다(Fig 2. Step 4).

## 6. 결론

시내버스 노선 계획에 있어 수요예측은 효율적인 배차 관리를 위해 필수적인 요소이다. 수요예측을 하지 않고 임의로 노선을 배정할 경우, 시민들의 편의가 저해되고 버스회사의 운영에 문제가 되며 더 나아가 준공영제를 도입한 지역에서는 막대한 공공재정의 낭비가 발생한다.

본 연구에서는 시내버스의 효율적 배차시스템 구축을 위하여, 행정구역 단위의 기종점 O-D 데이터를 바탕으로 시내버스의 수요를 예측하는 방법론을 제시하였다. 그 과정을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 버스노선을 신설 및 변경하려는 지역의 행정구역 간



O-D 데이터를 구한 후, 해당 O-D 데이터를 바탕으로 행정 구역 내의 모든 교차로의 영향력을 수치화한다. 둘째, 행정구역 간 O-D 데이터를 바탕으로 노선을 계획하는 구간의 교차로 영향력을 곱하여 교차로 간 O-D 데이터를 산출한다. 셋째, 해당 교차로를 운행하는 대체 노선들의 설명변수 데이터를 구한 후, 다항로짓모형을 이용하여 신설 및 변경하고자 하는 노선을 선택할 확률을 구한다. 넷째, 교차로 간 O-D 데이터와 해당 노선 선택확률을 곱하여 예상 수요를 계산한 후 DEA를 통해 기존, 변경 노선의 효율성을 분석하여 개선여부를 확인한다.

본 연구에서는 위의 방법론을 통하여 특정 노선을 수요가 많은 노선으로 변경하여 변경 전, 후의 효율성을 정량적으로 평가하였다. 그 결과 승객 수가 731명에서 1373.29명으로 증가하였고, 규모의 효율성이 0.3002에서 0.5638로 증가하였다.

향후 연구에서는 본 연구의 방법론을 활용하여 많은 표본의 실제 노선의 승객 수와 예측된 승객 수를 예측치가 통계적으로 유의한지 분석하는 연구를 수행하고자 한다. 또한, 이 방법론을 하나의 특정 노선이 아닌 전체 노선으로 확장하여 해당 지역에 최적화된 버스체계를 구축하는 연구를 수행하고자 한다.

## REFERENCE

- [1] Lee S. Y., Jung. H. Y. (2018), An Empirical Study on Introduction of PSO Bus Line under Semi-public Bus System, J. Korean Soc. Transp., 36(3), Korean Society of Transportation, 184-194
- [2] Han, J. H., Lee, S. J., Lim, S. S., Kim, J. H. (2005). Reviews of Bus Transit Route Network Design Problem. Journal of Korean Society of Transportation, 23(3), 35-47
- [3] Park, S. P., Ahn, Y. H. (2003). Using DEA-AR to Measure the Efficiency of Motor Carriers in Korea. Journal of the Korean Society of Supply Chain Management, Vol.3, No. 2, 61-68
- [4] Seo. U. H., Lim. S. M., Supply Chain Performance Measurement of Automotive Parts Manufactures using DEA. Journal of the Korean Society of Supply Chain Management, Vol.3, No. 2, 61-68
- [5] Ryu Y. G., (2005), A Study on O-D Table Converting Method for Bus Route Planning, KSCE Journal of Civil Engineering, 25(4D)
- [6] Arbex, Renato Oliveira, and Claudio Barbieri da Cunha., (2015), Efficient transit network design and frequencies setting multi-objective optimization by alternating objective genetic algorithm. Transportation Research Part B: Methodological 81, 355-376.
- [7] Anderson, Marie Karen, Otto Anker Nielsen, and Carlo Giacomo Prato. (2017), "Multimodal route choice models of public transport passengers in the Greater Copenhagen Area." EURO Journal on Transportation and Logistics 6.3, 221-245.
- [9] Shon E. Y., Kwon B. W., Lee M. H., (2004), Modeling the Subway Demand Estimation by Station Using the Multiple Regression Analysis by Category, J. Korean Soc. Transp. Korean Society of Transportation, 33-42
- [10] Cho J. R., Hong Y. S., Kang J. D., Woo W. H., Yoon J. K., (2012), Bus-Route Choice Model for a Stochastic Transit Assignment, J. Korean Soc. Transp., 66, Korean Society of Transportation, 35-40
- [11] Han J. H., Kim J. K., (2010), A Study on the Efficiency Analysis of Bus Route in Incheon after Completion, Incheon Institute.



- [12] Lee C. H., Na J. M., A Study on the Efficiency Analysis of City Bus Routes with the Implementation of Bus Quasi Public Operation System: Focusing on Gwangju Metropolitan City, J. Korean Regional Development Association., 28(5), 199-216
- [13] Lee J. D., Oh D. H., (2012), "Efficiency Analysis Theory." Seoul: Jipil Media Co., Ltd.
- [14] Korea Transport Research Institute, "2015 National Traffic Survey and DB Construction Project Final Report", Ministry of Land Transport and Transportation, 2015.
- [15] Incheon Development Institute, "2016 Final Report on Monitoring and Stabilization of Coordinated Routes of City Buses" Incheon, 2017.



윤 남 식

인하대학교 산업경영공학과 학사  
현재: 인하대학교 산업경영공학과 석사과정  
관심분야: 물류/SCM, 교통공학, 머신러닝



강 원 경

인하대학교 산업경영공학과 학사  
현재: 인하대학교 산업경영공학과 석사과정  
관심분야: 딥러닝, 데이터마이닝



유 인 혁

강원대학교 산업경영공학과 학사  
인하대학교 산업경영공학과 석사  
관심분야: 딥러닝, 데이터마이닝



강 성 우

인하대학교 산업공학과 학사  
명지대학교 산업공학과 석사  
펜실베이니아 주립대학교 산업제조공학 석사 박사  
현재: 인하대학교 산업경영공학과 조교수  
관심분야: 데이터마이닝, 제품 및 서비스 설계



## 스마트 환경에서의 협력과 SCM 성과: O2O 스타트업을 중심으로

김동윤\* · 김준석\*\*†

\* (주)스페이스레븐 대표이사 · \*\* 세종대학교 경영학과 교수

## Collaboration and SCM performance in a smart environment: Focused on O2O startup companies

Dong-Yun Kim\* · Joon-Seok Kim\*\*†

\* CEO, Spaceleaven Corporation

\*\* Department of Business Administration, Sejong University

O2O service is getting more attention in the business environment of the smart era that started from the 4th industrial revolution. O2O service has been actively operated recently with the participation of many startup companies. Also, SCM has been widely introduced in O2O service industry. In this study, we conducted an empirical analysis on the effect of collaborative methods and the collaborative SCM between O2O startups and suppliers on SCM performance. A frequency analysis, exploratory factor analysis, reliability analysis, confirmatory factor analysis, and correlation analysis were conducted for validity and reliability of our model. The research hypotheses were verified through model fit analysis and the structural causality of the research concept was examined through the path analysis of the structural equation. We found that collaborative methods had no significant effect on collaborative SCM, however collaborative methods and collaborative SCM had a significant influence on SCM performance.

**Keyword :** O2O, Startups, Smart environment, SCM, Collaboration

---

† Corresponding Author : Sejong University, 209 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 05006, Korea. Tel : +82-3408-3169. E-mail: jskim@sejong.ac.kr

Received : 24 August 2019, Revised : 7 October 2019, Accepted : 18 October 2019

## 1. 서론

2007년 1월 Apple의 아이폰이 출시된 이후 국내에 첫 등장하면서 가구의 스마트기기 사용률은 급격하게 증가하고 있다. 스마트폰 및 ICT 시장의 고도화된 변화는 우리 일상에 깊숙이 스며들면서 많은 부분을 변화시키며, 산업에 새로운 성장 동력을 제공하는 계기가 되고 있다. 국내에서는 정부의 4차 산업혁명, 창조경제 정책 등 다양한 일자리 창출의 일환으로 벤처기업과 같은 스타트업을 적극 장려하고 있다. 또한 4차 산업혁명과 스마트폰으로 인한 초연결, 초융합, 초지능 사회는 소비자의 요구가 생산에 직·간접 적으로 실시간 반영되고 있다. 소비자들은 기존 방식보다 빠르고 편리하고 온·오프라인 서비스에 대한 실시간 정보를 제공받을 수 있다는 범용적인 편의성으로 인해 모바일 비즈니스 환경은 하드웨어 경쟁에서 벗어나 서비스와 콘텐츠 경쟁으로 변화하고 있다. 이에 오프라인과 온라인이 융합된 O2O (Online-to-Offline) 서비스가 빠르게 성장하고 있다. O2O 서비스의 등장으로 인해 생활 및 소비 방식이 빠르게 변화하고 있으며 인공지능, 빅데이터 등의 신기술이 다양한 분야에서 적용할 수 있게 됨에 따라 많은 스타트업들이 스마트 기술을 활용한 플랫폼을 통해 소비의 실시간 맞춤형서비스가 제공되면서 진화하고 있다. O2O 서비스는 고객의 주문과 행동이 있을 때에만 반응하거나 즉시 생산하는 소비자 중심의 산업 형태로 발전하게 되면서 소비자에게 새로운 가치를 제공하게 되었다. 따라서 O2O 서비스는 제품 및 서비스가 최종 전달되는 소비자에게 더 큰 가치와 효용을 주기 위해서 공급사슬 관리는 더욱 중요하다. 생활에 밀접하게 스며든 O2O 서비스를 제공하는 스타트업과 관련한 선행연구는 초기 산업으로 인한 관계로 주로 소비자와 서비스 간 연구가 주를 이루고 있으며, 공급사슬관리 분야에서도 대기업과 중소기업 간 연구가 주를 이루고 있어, O2O 스타트업과 공급사슬 관리에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 기존 선행연구를 토대로 실증 분석된 결과를 도출하여 O2O 스타트업의 효율적인 협력적 공급사슬관리 확산 및 방안에 대하여 도움이 되고 O2O 스타트업의 공급사슬관리의 협력 모델에 깊이 있는 이해와 지속 가능한 연구 등에 대하여 고찰하고자 하였으며 실무적 시사점을 도출하는데 목적이 있다.

## 2. 이론적 배경 및 연구

### 2.1. O2O 스타트업

스타트업은 고도의 불확실성이 존재하는 시장에서 새로운 제품 또는 새로운 비즈니스를 창출하는 조직이며, 이 조건이 충족될 경우 조직의 규모나 형태 등과는 무관하게 스타트업으로 정의할 수 있다(Moogk, 2012). 기업가치 10억 달러 이상의 스타트업을 지칭하는 유니콘 스타트업은 2019년 7월 기준으로 올해 배달의 민족, 야놀자 등이 합류하면서 국내 8개 기업으로 늘었고, 글로벌로 진출하는 스타트업들이 증가하기 시작하였다. O2O는 Online to Offline의 합성어로 오프라인의 비즈니스 모델과 온라인 비즈니스 모델을 융합하는 새로운 커머스 모델을 의미한다(Yingsheng and Tang, 2014). O2O 서비스는 스마트폰, 스마트 기기 등 인터넷을 이용하여 온라인 고객을 오프라인 매장으로 유치하는 것이다(Chi et al., 2016). 그리고 비즈니스 및 마케팅 채널을 확대하기 위해 온라인과 오프라인을 결합하여 현실과 가상이 조화를 이루는 비즈니스 모델을 뜻한다(Chen et al., 2015). O2O의 발전은 그동안 아마존, 구글, 에어비앤비 등 인터넷 기반의 글로벌 기업과 ICT 스타트업이 주도해왔으나 오프라인 기업들이 O2O 개념을 적극적으로 받아들여 고객 확보에 주력하면서 O2O는 온·오프라인을 막론하고 많은 기업의 관심을 받는 분야가 되고 있다. O2O의 편의성은 소비자 입장에서 상품과 서비스에 대한 정보를 좀 더 쉽게 얻을 수 있고 온라인 상품을 오프라인에서 할인하여 바로 구매하는 것이 장점이다. 기업 입장에서 자사 제품, 서비스를 보다 쉽게 홍보 가능하며 소비자 및 매장 관련 정보를 손쉽게 데이터화 할 수 있어 지속적인 고객관리가 가능하다. 국내 커머스 시장은 약 1,000조원 규모로 이 중 온라인 커머스 시장 규모는 전체 시장의 5%인 51조원 수준이고 오프라인 커머스 시장이 그 나머지를 점유하고 있다. 결국 온라인과 오프라인이 겹치는 영역이 O2O시장이며 이 영역을 통해 오프라인으로 진입하려는 기업들이 증가하면서 O2O시장이 확대되고 있다(Hwang, 2015).

### 2.2. 협력 방법

공급사슬에 참여하는 오늘날의 기업들은 자발적으로 상호간의 이익 창출을 위한 연합적인 관계유지와 특별하고 긴밀한 역할과 관계를 강조하게 되며 특별히 상호간의 신뢰를 기반으로 하는 협업 및 관계만족의 역할을 강조하고 있다(Myhr

and Spekman, 2005). 협력은 파트너 간 공동의 목표를 달성하기 위하여 힘을 합하고, 상호 이익을 위해 함께 노력하는 행위이며(Johnson and Raven, 1996), 상호 간 성과를 달성하기 위한 상호종속적인 관계의 기업들에 의해 조정된 행위이다(Anderson and Narus, 1990). 협력을 통해 암묵적이고 명시적인 지식을 공유하여 새로운 지식을 창출하며 교환과 동화 과정에서 혁신이 가능해지므로 협력은 장기적으로 경쟁력을 강화한다(Harland et al., 2004). Simatupang and Sridharan(2002)는 협력방법으로 물류 업무 동기화, 정보공유, 인센티브 조정, 공동학습 등으로 분류하였고, Arshinder et al.(2008)은 협력방법으로 계약, 정보기술, 공동의사결정 등으로 분류하였다. 기업 간 업무 프로세스 동기화의 협력은 공급사슬 성과를 향상시키고 시장의 불확실성을 최소화하기 위해 정보를 공급사슬에 동기화 시키면서 협력을 추구하는 것으로, 단순한 정보 공유 차원을 넘어 고차원적인 협력 수단이다(Alter, 2002). 계약의 조정 기능은 계약 당사자 간 의사소통과 정보공유를 촉진 시키는 조항들과 관련 있고(Schepker et al., 2014), 높은 수준의 계약 기능은 공급사슬 참여자 간 협력적 행동을 강화시킨다. 협력 관계에 있어 의사소통은 중요한 성공요소이고 다른 기업들 간의 정보 교환 과정으로 볼 수 있는데 협력을 위한 활동과 권한을 이양하는 모든 절차로 확장하여 보기도 한다(Mohr and Nevin, 1990). 공급사슬성과 향상을 위해서는 IT기술을 활용한 정보 통합 역량이 중요하며 이를 통하여 데이터의 일관성 확보가 가능하게 되며, 이는 공급사슬성과에 영향을 준다(Rai et al., 2006).

### 2.3. 협력적 공급사슬

협력적 공급사슬관리란 기존의 공급사슬에 참여하는 기업 간의 협업, 관계 만족 등의 역할이 중요시되면서 등장한 개념으로 단기간 또는 프로젝트 기간 동안만 협력하는 일회성 관계에서 벗어나 지속성을 지닌 유기적인 시스템이다(Attaran, 2007). 협력적 거래 관계는 두 개의 독립적인 구매자와 공급자가 상호간에 의존하고 상호간의 이익을 추구하는 관계이다(Mohr and Spekman, 1994). Lambert et al.(1999)는 독립적으로 활동하는 기업보다는 다른 기업들과 협력적 관계를 구축하여 활동하는 기업이 더 큰 성과를 달성할 수 있다고 주장하였다. Power et al.(2001)은 민첩한 조직의 공급망을 구축하기 위한 방법으로 조직적인 관점의 참여와 의사소통, 정보기술, 상호 프로세스 개선, 파트너십을 제시하고 있다. 공급사슬 파트너간 협력은 전통적인 시장을 통한 거래나 수직

적 통합에 비해 다양한 기술적, 재무적, 전략적 이점을 가져다준다(Mohr and Spekman, 1994; Cooper et al., 1997). Monczka et al.(1998)은 신뢰, 상호의존, 거래지속의지, 정보공유, 파트너십을 공급사슬 관리의 성공 요인으로 보았다. 공급사슬 파트너 간 정보공유는 합리적인 의사결정을 할 수 있게 하고, 정보공유와 공급사슬 성과 간에는 정의 관계가 존재한다(Chopra and Meindl, 2006). 상호의존은 공급사슬에 속한 기업들의 협업 수준에 영향을 미치는 요인이며(Heide and John, 1990), 높은 상호의존이 조직 간 정보공유 및 재고보충정책을 개선한다(Sheu et al., 2006). Mohr and Spekman, (1994)는 기업 간 파트너십에 대해 서로 높은 수준의 상호 의존성을 인정하고, 이익을 추구하며, 양립 가능한 목표를 공유하는 각각 독립된 기업 간의 의도적인 전략적 관계로 정의하였다.

### 2.4. SCM 성과

성과측정은 비즈니스 시스템의 활동에 대한 실증적인 측정프로세스로서 관리를 위한 필수적인 방법이며, 기업은 조직 성과측정을 통해서만 더 효율적인 관리를 진행할 수 있고 기업성장을 개선할 수 있다(Savitskie, 2003). 공급사슬관리의 성과에 대한 연구는 초기 물류 관점과 공급사슬 관점의 한정된 구분으로 주로 물류관점에서의 성과 연구가 활발하였다(Cooper et al., 1997). 이후 물류관점을 넘어 고객만족과 생산관리의 관점이 보완되어 사이클타임 단축, 생산설비 효율성, 재고와 설비의 효율성, 품질개선, 신제품 개발 주기 단축, 고객서비스 등으로 성과 척도가 확대되기 시작하였고, 이러한 성과척도 개발 범위가 물류에서 소비자까지 확대됨과 동시에 기업의 재무나 비재무 성과까지 성과적으로 받아들여지기 시작하였다. Kaplan and Norton(1996), Brewer and Speh(2000)은 기업의 네 가지의 필수적 시각으로 고객관점, 내부프로세스관점, 학습·성장관점, 재무관점을 통해 공급망을 바라보는 방법으로 단기적 운영성결과 장기적 비전과 전략이 연계될 수 있는 BSC(Balanced Scorecard)를 이용함으로써 이를 공급사슬의 주요 성과측정구조에 연결시키는 방법으로 정의하였다. BSC모델은 다양한 기업운영과 조직의 외부 거래 환경의 관계를 수용하고 모든 조직 파트너의 모니터링 방법에 일관성이 있으며 다른 공급망에 대한 목표와 조치가 다양한 지역화 요구에 따라 개별적으로 설계될 수 있는 이점이 있다(Chang et al., 2013).

### 3. 연구 모형 및 가설

#### 3.1. 연구모형

본 연구에서는 <Fig. 1>과 같이 초기 개념 연구 모형을 기초하여 예비조사를 실시하고, SCM 전문가의 의견을 수렴한 후 설문지의 문제점을 수정 및 보완하였다. 본 연구는 국내 O2O 스타트업에 대한 공급사슬 협력이 SCM 성과에 미치는 영향을 검증하는 모형으로 공급사슬관리에 있어 협력에 대한 이해가 중요하다는 것을 제시하고자 하였다.

#### 3.2. 연구가설

본 연구에서는 앞서 살펴본 이론적 배경의 선행 연구 및 실무적 경험을 바탕으로 국내 O2O 스타트업에 맞는 구성개념으로 <Table 1>과 같이 조작적 정의를 한 후 가설을 설정하였다.

본 연구에서는 O2O 스타트업의 협력방법을 업무동기화, 계약이행, 의사소통, IT활용으로 4개의 독립변수를 도입하였고, 정보공유, 상호의존, 파트너십 3개의 변수는 매개변수인 협력적 공급사슬로 정의하였으며 고객관점, 내부프로세스관점, 학습·성장관점, 재무관점 4개의 변수는 종속변수인 SCM성가로 정의하여 총 11개의 변수를 설정하였다.

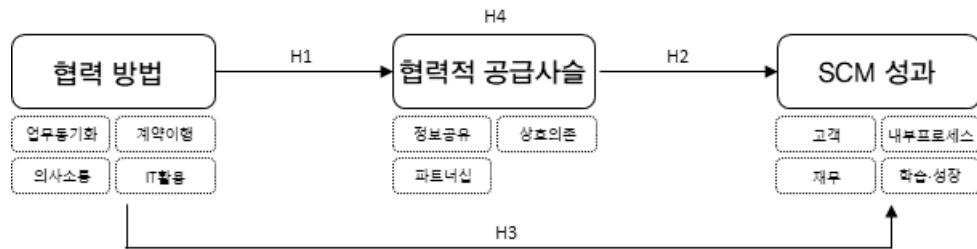


Fig. 1. Conceptual Research Model

Table 1. Operational Definition

변수 및 연구		조작적 정의
협력방법	업무동기화	계획, 주문량, 관리업무절차, 수요 대응 협력 정도
	계약이행	명확한 합의, 제품 및 서비스 보상, 인센티브 계약방식의 협력 정도
	의사소통	회의문화, 소통, 갈등해결, 지식공유에 대한 협력 정도
	IT활용	인터넷, EDI, 스마트폰, SCM시스템의 기술 활용 협력 정도
	선행연구	Power et al.(2001), Simatupang and Sridharan(2002), Bullington and Bullington(2005), Fugate et al.(2006), Arshinder et al.,(2008)
협력적 공급사슬	정보공유	전문지식 공유, 지속적 중요정보, 시장정보, 고객 응대 공유 정도
	상호의존	신규 파트너사, 거래관계 유지, 거래 중요도, 합리적 요구 수용 여부
	파트너십	의사소통 채널, 공동 목표, 문제 해결, 상호 이익, 참여의 정도
	선행연구	Anderson and Narus(1990), Ganesan(1994), Morgan and Hunt(1994), Kumar et al.(1995), Myhr and Spekman(2005), Sheu et al.(2006)
SCM성과	고객	고객만족, 서비스 수준, 고객 유지, 고객 불만, 적시 공급 향상 정도
	내부프로세스	서비스 유연성, 시장 대처, 낭비 요인, 환경 변화 대처 향상 정도
	학습·성장	시장불확실성, 위험요인 관리, 정보흐름, 긴급주문 대응 향상 정도
	재무	매출액, 현금흐름, 총비용, 시장점유율, 투자수익률 향상 정도
	선행연구	Kaplan and Noton(1992), Berwer and Speh(2000)



H1 : O2O 스타트업의 협력방법은 협력적 공급사슬에 영향을 미친다.

H2 : O2O 스타트업의 협력적 공급사슬은 SCM성과에 영향을 미친다.

H3 : O2O 스타트업의 협력방법은 SCM성과에 영향을 미친다.

H4 : O2O 스타트업의 협력적 공급사슬은 협력방법이 SCM성과에 미치는 영향에 대하여 매개 역할을 할 것이다.

## 4. 실증분석 및 결과

### 4.1. 측정도구 및 자료수집

본 연구는 O2O 서비스를 여러 분야에서 비즈니스 모델로 하고 있는 스타트업을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 최종 191부의 설문지를 회수하였고, 그중 6부의 설문지는 측정의 활용도가 떨어져 제외하고 최종 185부를 실증분석에 사용하였다. 획득한 설문 데이터를 활용하여 SPSS 18.0을 이용하여 응답자의 빈도분석을 실시하여 특성을 살펴보고, 탐색적 요인 분석과 신뢰도 분석을 실시하여 활용된 설문지 항목의 타당성과 신뢰성을 검증하였다. 검증된 변수는 AMOS 18.0을 이용하여 확인적 요인분석, 집중타당성, 판별타당성을 실시하고 모형 적합도 검증을 통해 보다 높은 타당성을 확보하였다. 연구 가설 검증을 위해 구조방정식 모형을 설정하고 경로분석을 실시하였다. 본 연구에서 사용된 표본의 일반적인 특성을 알아보기 위해 빈도분석을 실시한 결과 <Table 2>와 같이 나타났다.

### 4.2. 탐색적 요인분석(EFA)

본 연구에서는 각 요인에 대해 하위 요인이 어떻게 분류되는지 파악하고자 탐색적 요인분석을 실시하였고, 요인 추출 방법으로는 주성분 분석 추출 및 직각회전의 베리맥스 방식을 사용하였다. 독립변수인 협력방법의 탐색적 요인 분석 결과는 <Table 3>과 같다. KMO척도는 .848로 나타났고, Bartlett의 구형성 검정 결과도 유의확률이 .05 미만으로 나타나 요인분석 모형이 적합한 것으로 판단되었다. 누적분산이 65.588%로 나타나 구성된 4개 요인의 설명력이 높은 것으로 판단되었고 요인 적재값은 모두 0.4이상으로 나타나 전반적인 측정 도구의 타당도를 만족하였으며 추가적인 항목 제외 및 조정 없이

Table 2. Frequency analysis

구분		빈도 (명)	비율 (%)
성별	남자	156	84.3
	여자	29	15.7
연령	20대	9	4.9
	30대	88	47.6
	40대	76	41.1
	50대이상	12	6.5
직급	대리미만	1	.5
	과장급	8	4.3
	차장급	3	1.6
	부장급	8	4.3
	임원급	38	20.5
	대표이사	127	68.6
월매출	1천만원미만	42	22.7
	1천만원이상~5천만원미만	47	25.4
	5천만원이상~1억원미만	23	12.4
	1억원이상~3억원미만	44	23.8
업종	3억원이상	29	15.7
	쇼핑	29	15.7
	식음료	11	5.9
	교통	13	7.0
	부동산	16	8.6
	홈서비스	19	10.3
	패션&뷰티	24	13.0
	관광&레저	20	10.8
	배송	18	9.7
	숙박	14	7.6
창업 기간	기타	21	11.4
	1년 미만	24	13.0
	1년이상~2년미만	29	15.7
	2년이상~3년미만	47	25.4
	4년미만	39	21.1
직원 수	4년이상	46	24.9
	10인미만	100	54.1
	10인이상~20인미만	42	22.7
	20인이상~30인미만	25	13.5
	30인이상~40인미만	6	3.2
	40인이상	12	6.5

분석을 진행하였다.

Table 3. EFA of Cooperative Method

개념변수	요인1	요인2	요인3	요인4
IT활용3	.818	.094	.152	.196
IT활용1	.785	.167	.039	.004
IT활용4	.763	.041	.211	.260
IT활용2	.751	.183	.015	.230
업무동기화3	.121	.825	.191	.272
업무동기화1	.197	.755	.244	-.044
업무동기화2	.170	.741	.372	.039
업무동기화4	.022	.692	.161	.347
계약이행2	.088	.221	.897	.035
계약이행3	.137	.252	.831	.140
계약이행1	.043	.358	.572	.280
계약이행4	.281	.231	.451	.239
의사소통1	.158	.279	-.060	.768
의사소통2	.129	.194	.358	.597
의사소통4	.491	-.064	.185	.583
의사소통3	.322	.082	.258	.572
아이젠값	3.009	2.771	2.587	2.127
공통분산(%)	18.804	17.321	16.168	13.294
누적분산(%)	18.804	36.125	52.293	65.588

KMO=.848, Bartlett's  $X^2=1443.654$  ( $p<.001$ )

매개변수인 협력적 공급사슬에 대한 탐색적 요인 분석 결과는 <Table 4>와 같다. 상호의존의 1번, 4번 항목과 파트너십의 5번 항목은 타당도를 저해하여 분석에서 제외하였다. KMO척도는 .874로 나타났고, Bartlett의 구형성 검정 결과도 유의확률이 .05 미만으로 나타나 요인분석 모형이 적합한 것으로 판단되었고, 누적분산은 66.049%로 나타나 구성된 3개 요인의 설명력이 높은 것으로 판단되었고, 요인 적재값은 모두 0.4이상으로 나타나 전반적인 측정 도구의 타당도를 만족하였다.

종속변수인 SCM성과의 탐색적 요인 분석 결과는 <Table 5>와 같다. 고객관점의 4번, 5번 항목과 내부프로세스관점의 1번 항목, 그리고 학습·성장관점의 1번, 2번, 3번 항목은 타당도를 저해하여 분석에서 제외하였다. KMO척도는 .918로 나타났고, Bartlett의 구형성 검정 결과도 유의확률이 .05 미만으로 나타나 요인분석 모형이 적합한 것으로 판단되었다. 누적분산은 76.476%로 나타났으며, 타당도를 저해한 요인들

Table 4. EFA of Cooperative Supply Chain

개념변수	요인1	요인2	요인3
정보공유4	.826	.143	.182
정보공유1	.780	.298	.002
정보공유2	.767	.209	.108
정보공유5	.734	.113	.229
정보공유3	.624	.388	.198
파트너십4	.167	.805	.238
파트너십3	.286	.694	.318
파트너십2	.285	.691	.253
파트너십1	.193	.664	.181
상호의존2	.160	.292	.824
상호의존3	.193	.213	.819
상호의존5	.115	.254	.717
아이젠값	3.111	2.561	2.254
공통분산(%)	25.925	21.338	18.786
누적분산(%)	25.925	47.262	66.049

을 제거한 후 후 요인 적재값은 모두 0.4이상으로 나타나 전반적인 측정 도구의 타당도를 만족하였다.

Table 5. EFA of SCM Performance

개념변수	요인1	요인2	요인3	요인4
재무3	.822	.154	.055	.150
재무4	.780	.251	.190	.190
재무2	.765	.180	.316	.267
재무5	.730	.315	.321	.144
재무1	.682	.176	.355	.315
내부프로세스3	.233	.797	.113	.211
내부프로세스4	.337	.754	.271	.172
내부프로세스5	.197	.653	.277	.410
내부프로세스2	.186	.652	.421	.317
고객1	.266	.177	.829	.171
고객2	.345	.193	.798	.212
고객3	.167	.394	.754	.225
학습·성장6	.195	.195	.257	.781
학습·성장5	.373	.269	.211	.756
학습·성장4	.233	.428	.129	.681
아이젠값	3.557	2.822	2.730	2.363
공통분산(%)	23.710	18.813	18.198	15.756
누적분산(%)	23.710	42.523	60.720	76.476

KMO=.918, Bartlett's  $X^2=2019.127$  ( $p<.001$ )

### 4.3. 신뢰도 분석

각 요인들의 알파 계수를 산출한 결과 IT활용 .841, 업무동기화 .838, 계약이행 .817, 의사소통 .723, 정보공유 .855, 상호의존 .801, 파트너십 .807, 고객관점 .888, 내부프로세스관점 .872, 학습·성장관점 .839, 재무관점 .904로 모두 0.7이상으로 높게 나타나 본 연구의 주요 변수들의 신뢰도는 양호한 것으로 판단되었다. 따라서 신뢰도를 저해하는 문항은 없는 것으로 평가되었고, 문항 제거 없이 분석을 진행하였다.

### 4.4. 확인적 요인분석(CFA)

본 연구에서는 신뢰도 분석 결과를 바탕으로 연구 모형에 내재된 요인들을 대상으로 확인적 요인분석을 실시하였다. 각 요인별 구성의 최적 상태는 일반적으로 가장 많이 쓰이는 절대적합지수, 증분적합지수의 적합도지수를 통해 평가하였다.

본 연구에서는  $X^2 / df$ , GFI(Goodness of Fit Index), RMR(Root Mean-squared Residual), RMSEA(Root Mean Squared Error of Approximation), AGFI(Adjusted GFI), NFI(Normed Fit Index), IFI(Incremental Fit Index), CFI(Comparative Fit Index), TLI(Tucker-Lewis Index)를 평가기준으로 측정하였다.

측정항목에 대한 통계적 검정 및 요인별 단일차원성 확인을 위하여 협력 방법 요인들에 대하여 확인적 요인분석을 실시하였다. 탐색적 요인분석에서 포함되었던 협력방법의 계약이행 4번 항목과 의사소통 1번 항목은 분석결과 모형적합도 기준에 못 미치므로 모형이 적합하지 않은 것으로 확인되어 모형적합도 측면에서 제거되었다.

측정 모형의 적합도에서 일부 항목들이 측정기준치를 만족하지 못하더라도 엄격하게 해석하지 않고, 다른 항목들이 기준치를 초과하면 전체적으로 적합도는 만족할 만한 수준으로 판단한다(Park and Park, 2017). 협력방법의 측정 모형 적합도가 GFI, NFI, TLI에서 0.9 이상으로 나타나지 않았지만

Table 7. CFA of Model's goodness of fit

잠재변수	측정변수	Estimate		S.E.	C.R.
		B	$\beta$		
업무동기화	WS1	1	0.662		
	WS2	1.311	0.758	0.149	8.78***
	WS3	1.339	0.886	0.138	9.671***
	WS4	1.129	0.723	0.134	8.451***
계약이행	CI1	1	0.569		
	CI2	1.682	0.884	0.206	8.177***
	CI3	1.705	0.903	0.208	8.198***
의사소통	CC2	1	0.594		
	CC3	1.333	0.673	0.205	6.495***
	CC4	1.243	0.645	0.196	6.335***
IT 활용	IT1	1	0.642		
	IT2	1.254	0.719	0.155	8.097***
	IT3	1.506	0.853	0.166	9.077***
	IT4	1.414	0.811	0.16	8.827***
정보공유	IS1	1	0.766		
	IS2	0.946	0.729	0.097	9.699***
	IS3	0.872	0.72	0.091	9.574***
	IS4	0.997	0.795	0.094	10.622***
	IS5	0.912	0.679	0.101	8.987***
상호의존	ID2	1	0.863		
	ID3	0.913	0.78	0.086	10.646***
	ID5	0.701	0.64	0.081	8.691***
파트너십	PS1	1	0.577		
	PS2	1.286	0.731	0.177	7.285***
	PS3	1.416	0.813	0.183	7.717***
고객관점	CV1	1	0.855		
	CV2	1.07	0.895	0.071	15.162***
	CV3	0.845	0.815	0.063	13.319***
내부프로세스관점	PV2	1	0.83		
	PV3	0.946	0.711	0.09	10.571***
	PV4	0.946	0.829	0.073	13.029***
	PV5	0.956	0.825	0.074	12.953***
학습·성장관점	IV4	1	0.79		
	IV5	1.068	0.887	0.084	12.649***
	IV6	0.947	0.73	0.092	10.283***
재무관점	FV1	1	0.833		
	FV2	1.07	0.877	0.073	14.685***
	FV3	1.009	0.707	0.094	10.741***
	FV4	1.078	0.806	0.083	12.925***

\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

Table 6. Analysis of the Fit the Measurement Model and the CFA

구분	$X^2/df$	GFI	RMR	RMSEA	AGFI	NFI	IFI	CFI	TLI
기준	3이하	0.8~0.9	0.05이하	0.1이하	0.8이상	0.8~0.9	0.9이상	0.8~0.9	0.8~0.9
독립변수	2.592	0.883	0.032	0.093	0.826	0.86	0.909	0.907	0.881
매개변수	1.929	0.917	0.025	0.071	0.873	0.907	0.953	0.952	0.938
종속변수	2.393	0.877	0.02	0.87	0.825	0.904	0.942	0.941	0.926



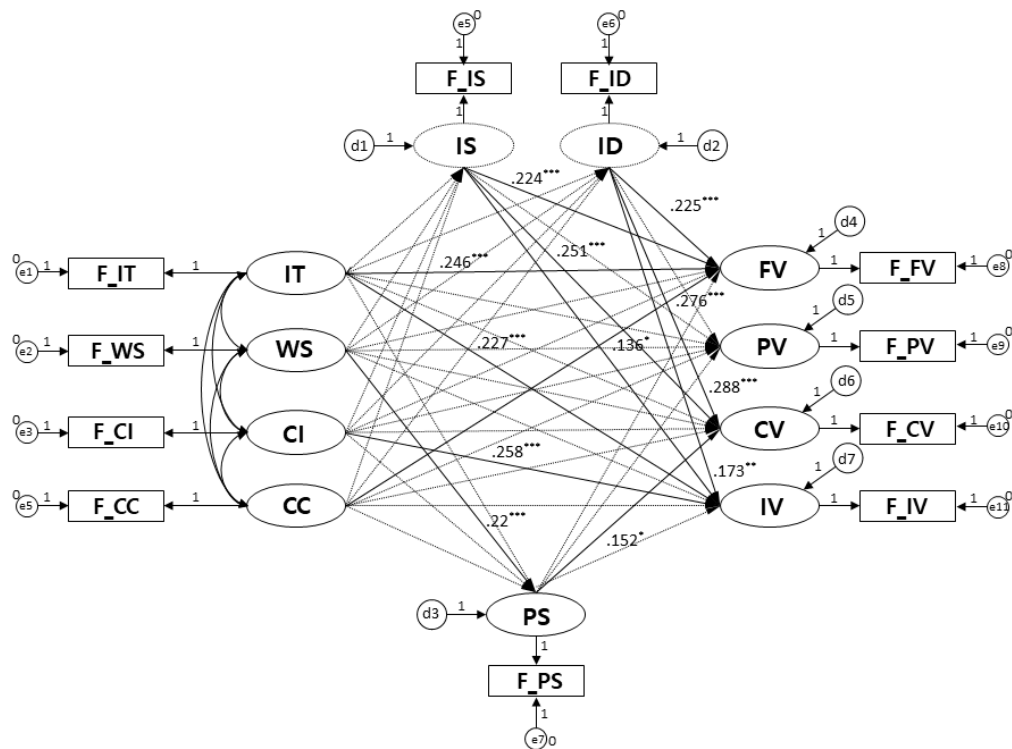


Fig. 2. Test results of hypothesis

협력방법 : 업무동기화(WS), 계약이행(CI), 의사소통(CC), IT활용(IT)

협력적 공급사슬 : 정보공유(IS), 상호의존(ID), 파트너십(PS)

SCM 성과 : 재무관점(FV), 내부프로세스관점(PV), 고객관점(CV), 학습·성장관점(IV)

〈Table 9〉의 상관계수가 가장 높은 것은 .708인 학습·성장관점(IV)과 내부프로세스관점(PV)의 관계이다. 이를 제곱하면 .501이 되고, IV와 PV의 AVE 값은 각 .812과 .771로 상관계수의 제곱보다 모두 크기 때문에 판별타당성의 기본 명제를 충족하여 판별타당성이 있는 것으로 나타났다. 한편, 각 연구 단위들 간의 상관계수가 0.8이상이면 다중공선성 문제가 발생하지만 본 연구에서 상관계수의 최대 0.708로 나타나 다중공선성 문제는 없는 것으로 판단된다.

#### 4.6. 연구가설 검증

연구 모형 검증을 위해 구조방정식 모델의 경로분석을 실시하였고, 모든 변수들이 다변량 정규분포를 따른다고 가정하고 요인 적재량을 계산하는 방법인 최대우도법을 사용하였다.

모형의 적합도는  $X^2 / \text{자유도} = 1.58$ , GFI = 0.988, RMR = 0.026, RMSEA = 0.056, AGFI = 0.914, NFI = 0.922, IFI = 0.97, CFI = 0.959, TLI = 0.748로 나타나 요인들의 특성에 대한 모든 항목에 대한 모형의 적합성이 좋아 데

이터를 잘 설명하고 있는 것으로 판단되었다. 기각비(C.R.  $p < 0.05$ )는 신뢰수준 95%에 해당하는 1.96을 기준으로 기각여부를 검증하도록 하였다. 가설 연구 모형 검증 결과는 〈Fig. 2〉, 〈Table 10〉과 같다.

가설 1의 O2O스타트업의 협력방법과 협력적 공급사슬 간의 관계 검증 결과 업무동기화는 파트너십에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 가설 2의 O2O 스타트업의 협력적 공급사슬과 SCM 성과 간의 관계 가설 검증 결과 정보공유는 SCM성과의 재무관점, 고객관점, 학습·성장관점에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 상호의존은 정보공유와 동일하게 SCM성과의 재무관점, 고객관점, 학습·성장관점에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 파트너십은 SCM 성과의 고객관점에만 영향을 미치는 것으로 나타났다. 가설 3의 O2O 스타트업의 협력방법과 SCM성과 간의 관계 검증 결과 IT활용은 SCM성과의 재무관점, 학습·성장관점에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 계약이행은 SCM성과의 학습·성장관점에만 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 의사소통은 SCM성과의 재무관점에만 영향을 미치는 것으로 확인되었다.



Table 10. Test result of hypothesis

경로			Estimate	S.E.	C.R.	결과
IT	→	IS	0.081	0.072	1.116	기각
		ID	-0.108	0.073	-1.482	기각
		PS	0.034	0.071	0.479	기각
WS	→	IS	-0.088	0.073	-1.213	기각
		ID	-0.032	0.073	-0.434	기각
		PS	0.22	0.071	3.08**	채택
CI	→	IS	0.097	0.072	1.335	기각
		ID	0.116	0.073	1.596	기각
		PS	0.12	0.071	1.682	기각
CC	→	IS	0.114	0.073	1.569	기각
		ID	-0.044	0.073	-0.602	기각
		PS	-0.019	0.071	-0.266	기각
IS	→	FV	0.224	0.066	3.416***	채택
		PV	0.126	0.073	1.731	기각
		CV	0.251	0.068	3.692***	채택
		IV	0.136	0.066	2.053*	채택
ID	→	FV	0.225	0.065	3.451***	채택
		PV	0.124	0.073	1.704	기각
		CV	0.288	0.068	4.254***	채택
		IV	0.173	0.066	2.616**	채택
PS	→	FV	0.022	0.066	0.331	기각
		PV	0.093	0.074	1.25	기각
		CV	0.152	0.069	2.208*	채택
		IV	0.11	0.067	1.636	기각
IT	→	FV	0.246	0.065	3.782***	채택
		PV	0.015	0.072	0.206	기각
		CV	-0.108	0.068	-1.597	기각
		IV	0.227	0.066	3.448***	채택
WS	→	FV	0.01	0.066	0.155	기각
		PV	0.053	0.074	0.723	기각
		CV	-0.045	0.069	-0.658	기각
		IV	0.027	0.067	0.398	기각
CI	→	FV	-0.026	0.066	-0.4	기각
		PV	0.074	0.073	1.012	기각
		CV	-0.04	0.068	-0.588	기각
		IV	0.258	0.066	3.878***	채택
CC	→	FV	0.276	0.065	4.253***	채택
		PV	-0.013	0.072	-0.175	기각
		CV	0	0.067	-0.007	기각
		IV	-0.118	0.066	-1.796	기각

\*p&lt;.05 \*\*p&lt;.01 \*\*\*p&lt;.001

가설 4의 협력적 공급사슬의 매개효과 검증은 Hair et al.(2010)가 주장한 변수들의 상관관계를 분석한 후 매개 검증을 하는 방법으로 분석하였고, 이는 Baron and Kenny의 연구를 기초로 하고 있다. <Table 11>과 같이 업무동기화는 파트너십, 학습·성장관점 간 상관관계는 모두 유의하였고 업무동기화와 학습·성장관점의 계수가 .027로 약해지고 통계적으로 유의하지 않아 파트너십이 완전매개 역할을 하는 것으로 판단되었다. 계약이행과 정보공유, 재무관점, 내부프로세스관점, 고객관점, 학습·성장관점 간 상관관계는 모두 유의하였다. 계약이행과 재무관점의 계수는 .246으로 약해졌지만, 통계적으로 여전히 유의(C.R.=3.782,  $p<.001$ )하기 때문에 정보공유는 부분매개 역할을 하는 것으로 판단되었다. 이와 같은 검증 방법으로 계약이행과 내부프로세스관점 사이에 정보공유는 완전매개, 계약이행과 고객관점 사이에 정보공유는 완전매개, 계약이행과 학습·성장관점 사이에 정보공유는 부분매개 역할을 하는 것으로 나타났다. 의사소통과 재무관점 사이에 정보공유는 부분매개, 의사소통과 고객관점 사이에 정보공유는 완전매개, 의사소통과 학습·성장관점 사이에 정보공유는 완전매개 역할을 하는 것으로 나타났다. 반면, 협력방법의 IT활용, 협력적 공급사슬의 상호의존은 SCM 성과에 매개 역할을 하지 않는 것으로 나타났다.

## 5. 결론 및 시사점

본 연구는 O2O 스타트업의 협력방법 및 협력적 공급사슬 관계와 SCM성과에 미치는 영향을 밝히고 그 변수들 간의 관계를 파악하고자 하였다. O2O 스타트업의 공급사슬관리의 특성 중 중요한 요소 가운데 협력이라는 것을 인지하고 SCM 성과 달성을 위한 구성요소에 접근하여 재조명해 보는 것이 의미가 있을 것이라는 점에서 본 연구가 시작되었다. 연구결과를 종합해 보면 국내 O2O 스타트업이 공급사슬 내 파트너들과의 협력적 공급사슬관리에 있어 IT활용, 계약이행, 의사소통이 SCM성과 중 재무와 학습·성장 성과를 달성하는 중요한 요인으로 인식하고 있으며 정보공유, 상호의존, 파트너십이 SCM성과 중 재무, 학습·성장, 고객 성과를 달성하는 중요한 요인으로 인식하고 있는 것으로 판단된다. 결론적으로 O2O 스타트업의 협력방법은 협력적 공급사슬에 직접적인 유의한 관계를 갖고 있지 않았으나 협력방법과 협력적 공급사슬은 SCM성과에 유의한 영향 관계를 가지고 있었다. 따라서 공급사슬 내 파트너들과 협력적 공급사슬 관계를 위해서는 협력



Table 11. Mediating effects of Collaborative SC

	WS	PS	IV	Estimate	CR	P
WS	1			0.027	0.398	0.691
PS	.212**	1		IV	<---	WS
IV	.162*	.389**	1	완전매개		
	CI	IS	FV	Estimate	CR	P
CI	1			0.246	3.782	***
IS	.171***	1		FV	<---	CI
FV	.252***	.449***	1	부분매개		
	CI	IS	PV	Estimate	CR	P
CI	1			0.074	1.012	0.311
IS	.171*	1		PV	<---	CI
PV	.239***	.407***	1	완전매개		
	CI	IS	CV	Estimate	CR	P
CI	1			-0.04	-0.588	0.556
IS	.171*	1		CV	<---	CI
CV	.224**	.471***	1	완전매개		
	CI	IS	IV	Estimate	CR	P
CI	1			0.258	3.878	***
IS	.171*	1		IV	<---	CI
IV	.328**	.428***	1	부분매개		
	CC	IS	FV	Estimate	CR	P
CC	1			0.276	4.253	***
IS	.187*	1		FV	<---	CC
FV	.325***	.449***	1	부분매개		
	CC	IS	CV	Estimate	CR	P
CC	1			0	-0.007	0.995
IS	.187*	1		CV	<---	CC
CV	.181*	.471***	1	완전매개		
	CC	IS	IV	Estimate	CR	P
CC	1			-0.118	-1.796	0.072
IS	.187*	1		IV	<---	CC
IV	.224***	.428***	1	완전매개		

방법과 협력적 공급사슬의 영향 요인들을 복합적으로 고려하여 SCM 성과를 높이기 위한 다양한 활동들이 필요함을 확인하였다. O2O 서비스는 일상생활에 많은 변화를 가져오고 있으며 다양한 산업으로 확장되고 있고 시장 규모 역시 급격하게 성장하고 있다. O2O 서비스는 오프라인과 온라인이 결합된 스마트 기술을 이용한 비즈니스 모델로 O2O 스타트업에 게 공급사슬관리는 무엇보다 중요하다. O2O 서비스는 스타트업의 비즈니스 모델과 더불어 사회적으로 소비자의 공용서비스에 따른 질적인 확대에도 영향을 미치므로 중요한 연구 과제라고 볼 수 있다. 미국과 중국, 일본 등 O2O 서비스를 주도하고 있는 선진국에서는 관련 연구가 활발히 진행되고 있음에도 국내 연구는 상당히 미흡한 수준으로 실증연구는 찾아보기 힘든 실정이다(Kim and Jung, 2016). 국내에서 스타트업을 대상으로 하는 연구들은 대다수가 소비자와 서비스, 소비자와 기업 간을 대상으로 소비자 관점의 연구가 주를 이루고 있다. 이러한 점을 감안하면 본 연구가 특성별로 도출된 공급사슬 협력요인을 통해 구조적인 모형으로 인과관계를 규명하고, 공급사슬관리에서 고려해야 할 협력에 대한 사항들을 검증한 것에 의의가 있다. 향후 충분한 선행 연구 결과를 바탕으로 O2O 스타트업의 공급사슬 내 1차 공급자 뿐 아니라 2차 공급자 간 협력 관계로 확대하여 전반적인 공급사슬관리가 O2O 스타트업에 미치는 영향요인에 대한 연구도 의미가 있을 것이다. 본 연구에서는 O2O 초기 산업의 제약으로 표본이 부족하다는 한계점을 지니고 있지만, 향후 스타트업의 표본을 늘려 매출액과 직원수 등 규모와 성과에 대한 차이 검정의 추가분석도 의미가 있을 것이다. 또한 공급사슬 내 참여자간 상호 비교가 이루어져야 하고, SCM 성과에 미치는 영향을 정성적, 정량적 성과를 좀 더 구체적으로 구분하여 연구할 필요가 있다.

## Reference

- [1] Alter, S.(2002), *Information Systems : Foundation of E-business*, Prentice Hall, NJ.
- [2] Anderson, J. C. and Narus, J. A.(1990), A Model of Distributor Firm and Manufacturer Firm Working Partnerships, *Journal of Marketing*, Vol.54(1), pp.42-58.
- [3] Attaran, M., and Attaran, S. (2007), Collaborative supply chain management : The most promising practice for building efficient and sustainable supply chains, *Business Process Management Journal*, Vol.13(3), pp.390-404.
- [4] Brewer, P. C., and Speh, T. W.(2000), Using the balanced score card to measure supply chain performance, *Journal of Business logistics*, Vol.21(1), pp.75-93.
- [5] Chang, H. H., Hung, C. J., Wong, K. H. and Lee, C. H.(2012), Using the balanced scorecard on supply chain integration performance-a case study of service business, *Service Business*, Vol.7(4), pp.539-561.
- [6] Chen Chun-Der, Huang Cheng-Kui, Chen Mei-Ju, Ku, Edward C. S. (2015), User's Adoption of Mobile O2O Applications: Perspectives of the Uses and Gratifications Paradigm and Service Dominant Logic, *Pacific Asia Conference on Information Systems 2015 Proceedings*, pp.1-16
- [7] Chi Yong-shou, Kang Moon-young, Han Kyeong-seok, Choi Jeong-il(2016), A Study on the Discontinuance Intention on O2O Commerce : With a Focus on the Mediating Effects of Perceived Risk and User Resistance, *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology*, Vol.9(2), pp.207-218.
- [8] Chopra, S. and Meindl, P.(2006), *Supply Chain Management : Strategy, Planning, and Operation*, 3rd Edition, Prentice Hall, NJ.
- [9] Cooper, M. C., Lambert, D. M. and Pagh, J. D.(1997), Supply chain management : more than a new name or logistics, *The International Journal of Logistics Management*, Vol.8(1), pp.1-14.
- [10] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. and Anderson, R. E.(2010), *Multivariate Data Analysis*, 7th Edition, Pearson Prentice Hall, NJ.
- [11] Harland. C., Zheng. J, Johnsen. T, and Lamming. R.(2004), A Conceptual Model for Researching the Creation and Operation of Supply Networks, *British Journal of Management*, Vol.15(1), pp.1-21.
- [12] Heide, J. B., and John, G.(1990), Alliances in industrial purchasing: The determinants of joint action in buyer-supplier relationships, *Journal of marketing research*, Vol.27(1), pp.24-36.
- [13] Hwang, J.H.(2015), *Beyond O2O Commerce to On-Demand Economy*, Issue & Trend, KT Institutet of Economic Management, pp.1-11.
- [14] Kim, J.S. and Jung, S.Y.(2016), A Study on behavioral Intention of O2O service using the model of Goal-Directed behavior, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol.16(2), pp.11-22.
- [15] Johnson, J. L. and Raven, P. V.(1996), Relationship Quality Satisfaction and Performance in Export Marketing Channels, *Journal of Marketing Channels*, Vol.5(3/4), pp.19~48.
- [16] Kaplan, R. S., and Norton, D. P.(1996), strategic learning & the balanced scorecard, *Strategy and Leadership*, Vol.24(5), pp.18~24.
- [17] Lambert, D. M., Emmelhainz, M. A. and Gardner, J. T.(1999), Building Successful Logistics Partnership, *Journal of Business Logistics*, Vol.20(1), pp.165~181.
- [18] Mohr, J. and Spekman, R.(1994), Characteristics of Partnership Success : Partnership Attributes, Communication Behavior and Conflict Resolution Techniques, *Strategic Management Journal*, Vol.15(2), pp.135~152.
- [19] Monczka, R. M., Peterson, K. J., Handfield, R. B. and Ragatz, G. L.(1998), Success factors in strategic supplier alliances: The buying company perspective, *Decision Sciences*, Vol.29(3), pp.553~576.
- [20] Moogk Dobrila-R.(2012), Minimum Viable Product and the Importance of Experimentation in Technology Startups, *Technology Innovation Management Review*, pp.23~26.
- [21] Myhr N. and Spekman R. E.(2005), Collaborative supply chain partnerships built upon trust and electronically mediated exchange, *Journal of Business & Industrial Marketing*, Vol.20(4-5), pp.179-186.
- [22] Park, C.K. and Park, S.M.(2017), A study on supply chain orientation and the relationship between trade fairness,

- Social capital Win-Win cooperation supply chain, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol.17(2), pp.31~45.
- [23] Power, D. J., Sohal, A. S. and Rahman, S.(2001), Critical success factors in agile supply chain management : An empirical study, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.31(4), 247~265.
- [24] Rai, A., Patnayakuni, R. and Seth, N.(2006), Firm performance impacts of digitally enabled asupply chain integration capabilities, *MIS Quarterly*, Vol.30(2), pp.225~246.
- [25] Savitskie, K. P.(2003), *The impact of logistics strategy and logistics information technology processes on service performance*, Ph.D Dissertation, Michigan State University.
- [26] Schepker, D. J., Oh, W. Y., Martynov, A. and Poppo, L.(2014), The many futures of contracts : Moving beyond structure and safeguarding to coordination and adaptation, *Journal of Management*, Vol.40(1), pp.193~225.
- [27] Sheu, C., Yen, H. R. and Chae, B.(2006), Determinants of supplier-retailer collaboration : evidence from an international study, *International Journal of operations & Production Management*, Vol.26(1), pp.24~49.
- [28] Simatupang, T. M. and Sridharan, R.(2002) The Collaborative Supply Chain : A Scheme for Information Sharing and Incentive Alignment, *International Journal of Logistics Management*, Vol.13(1), pp.15~30.
- [29] Yingsheng Du, and Youchun Tang(2014), Study on the Development of O2O Ecommerce Platform of China from the Perspective of Offline Service Quality, *International Journal of Business and Social Science*, Vol.5(4), pp.308~312.



김 동 윤

세종대학교  
경영학과 박사수료  
(주)스페이스레븐 대표이사  
관심분야 : O2O, 스타트업, 협력, SCM



김 준 석

University of Minnesota  
산업공학 박사  
세종대학교 경영학과 교수  
관심분야 : SCM, Production  
& Inventory Management,  
Procurement, Sustainability



## 콘텐츠 공급사슬에서 고객참여의 가치공동창출 비용에 대한 영향: 수익성의 매개효과 및 다중채널 네트워크의 조절효과

이 경 호<sup>†</sup>

서강대학교 경영대학원

The impact of customer engagement on value co-creation cost in the content supply chain: The mediating effect of profitability and the moderating effect of multi-channel network

Kyeongho Lee<sup>†</sup>

Graduate School of Business, Sogang University

This study examines the causal relationship between customer engagement, customer ROI profitability, and service coordination costs for YouTubers in the content supply chain. In particular, it examines the moderating effects of types of business (MCN or personal) and the mediating effects of customer ROI profitability on the relationship between customer engagement and service coordination costs.

The results of the analysis show that the degree of customer engagement in YouTube channels has a positive effect on customer ROI profitability and service coordination costs, and customer ROI profitability has a negative effect on service coordination costs. The relationship between the degree of customer engagement and the customer ROI profitability according to the type of business could not be confirmed, but the relationship between customer engagement and service coordination cost was confirmed. This study will contribute to the creation of added value of MCN and the establishment of MCN policy for service literature and service providers.

**Keyword :** value co-creation cost, customer ROI profitability, MCN(multi-channel network), attribute-based theory

---

<sup>†</sup> **Corresponding Author :** Graduate School of Business, Sogang University, 35 Baekbeomro, Mapogu, Seoul 04107, Korea.  
Tel: +82-70-8700-7290, E-mail: vcccontents@gmail.com

**Received :** 30 August 2019, **Revised :** 15 October 2019, **Accepted :** 22 October 2019

## 1. 서론

OTT(over-the-top) 콘텐츠 소비의 증가로 콘텐츠 공급사슬의 생산과 공유 프로세스에 관심이 높아지고 있다. 이러한 서비스 전달 프로세스에 고객을 적극적으로 참여시키는 방법으로 서비스 지배논리(service dominant logic) 기반하의 고객과 가치공동창출은 연구 주제로서 여전히 중요하다. 왜냐하면, 서비스 제공자와 고객 간의 상호작용과 그 시스템 내에서 창출되고 교환되는 가치, 자원, 역량 그리고 서비스 주체들 간의 다양한 관계들(Vargo & Lusch, 2004a; Vargo & Lusch, 2014)이 어떻게 그리고 언제 발생하는 지 여부는 서비스 제공자의 생명력을 결정하기 때문이다.

이에 본 연구는 고객과 가치공동창출의 상황(situations)과 연관된 구조를 좀 더 해명하고자 그간의 선행 연구에서 구조적 변수로 밝혀진 변수 중, 조정 메커니즘(coordination mechanism)에서 중요하다고 판단되는 고객참여, 소속형태, 고객투자 수익성에 초점을 맞추어 실증 연구를 수행한다.

한편, 본 연구의 연구 대상으로 삼은 콘텐츠 생성서비스는 구독자(시청자)로서 고객들이 다른 참여자들과 경험을 공유하기 때문에 중요성을 갖는다(Chaffey, 2009). 따라서 상호작용을 통한 대화의 창출은 인터넷의 중요한 특징(Chaffey, Ellis-Chadwick, Mayer, & Johnston, 2009)이며 집단이나 커뮤니티 형성에 도움이 된다. 특히, 서비스 제공자인 기업의 경우, 소셜네트워크 채널은 고객과의 상호 작용을 통해 가치를 창출하고 관계를 구축하는데 이익이 된다(Michaelidou, Siamagka, & Christodoulides, 2011). 이러한 관계를 구축하는데 있어, 개인 유튜브 또는 다중채널 네트워크 소속(MCN) 유튜브 형태는 고객투자 수익성의 차이뿐만 아니라, 수익성 지표에 따른 서비스 조정비용의 차이에 영향을 줄 수 있다. 이런 면에서 본 연구는 소속형태 변수가 갖는 조절작용을 동시에 검토함으로써, 고객 참여와 서비스 조정비용 간 관계에서 소속 형태, 고객투자 수익성이 갖는 조절된 매개 효과(moderated mediation)를 검증하고자 한다.

또한, 본 연구는 기존 고객 중심이 아닌 서비스 제공자의 관점에서 가치공동창출연구를 보고자 한다. 왜냐하면, 고객 관점에만 초점을 맞추게 되면 고객은 고객참여와 성과 간의 관리 요소에 대한 통찰력을 제한(Morosan & DeFranco, 2016) 받기 쉽지만, 서비스 제공자는 공동창출의 복잡성과 편익과 비용 사이의 경계를 관리하는 데 도움이 되는 조정 메커니즘에 대한 통찰력을 갖고 있기 때문이다(Cui & Wu, 2016).

요컨대, 본 연구의 목적은, 첫째, 고객 참여, 소속 형태, 고

객투자 수익성이 서비스 조정비용에 미치는 영향을 규명하고자 한다. 둘째, 고객 참여가 서비스 조정비용에 영향을 주는 과정에서 소속 형태, 고객투자 수익성 변수가 어떤 조절역할과 매개역할을 하는지 해명하고자 한다. 셋째, 서비스 제공자가 실무적 관점에서 소속 형태(개인 유튜브 또는 다중채널네트워크 소속 유튜브)를 통한 서비스 제공자의 역량 강화를 위한 과제를 도출하고자 한다.

본 연구가 선행 연구와 갖는 차별성은 고객참여와 서비스 조정비용 간 관계에서 소속형태 및 고객투자 수익성의 조절역할과 매개역할 등에 초점을 맞추어 관련 메커니즘을 이해하고 이를 기초로 가치공동창출 비용문제를 탐색하려는데 있다.

## 2. 이론적 배경 및 가설 설정

### 2.1 고객관련 가치공동창출 선행연구

가치공동창출은 2000년 Harvard Business Review에 기고한 Prahalad & Ramaswamy의 'Co-opting Customer Competence'에서 처음 소개되었다. 그 이후, Von Hippel(2005)은 기업이 가치를 창출하는 전통적 패러다임에서 기업이 고객과 공동 협력하여 가치를 창출하는 새로운 패러다임으로 가치공동창출을 설명하였다(von Hippel, Eric 2005).

지금까지 고객참여와 가치공동창출에 관한 문헌연구는 주로 (i) 고객과 가치공동창출의 프레임워크 (ii) 고객과 가치공동창출의 편익(benefits)을 확인하는 두 가지 주요 주제에 집중되어왔다(Heidenreich, Wittkowski, Handrich, & Falk, 2015). 첫째로는, 고객과의 가치공동창출프레임워크를 개발하는 데 초점을 맞춘 연구로 가치창출 활동에 참여시키도록 유도하는 요소를 식별하는 과정(Payne, Storbacka, & Frow, 2008)에서 문헌 연구를 발전시켰다. 특히 Frow et al. (2010)은 가치공동창출 유형에 대해 공동개념화(Co-Conception), 공동디자인(Co-Design), 공동생산(Co-Production), 공동프로모션(Co-Promotion), 공동가격책정(Co-Pricing), 공동유통(Co-Distribution), 공동 경험(Co-Experiencing), 공동의미창조(Co-Meaning Creation), 공동아웃소싱(Co-Outsourcing), 공동관리(Co-Maintenance), 그리고 공동폐기(Co-Disposal) 등으로 분류하였다(Frow, Payne, & Storbacka, 2010).

둘째는 고객과의 가치공동창출의 편익에 중점을 둔 연구로



서 창출 프로세스에서 제품 및 서비스에 대한 고객 만족, 고객 충성도 (Mahr, Lievens, & Blazevic, 2014) 등의 연구로 주로 고객 참여가 가치공동창출에 효과적이라고 주장되었다. 이는 상호작용 및 이익 증대와 같은 고객 참여와 서비스 제공자와의 관련된 이익을 반영한다(Plé & Chumpitaz Cáceres, 2010). 또한 서비스 제공에 능동적으로 참여하는 고객의 역할에 중점을 둔 서비스 지배 논리의 핵심 원리이다. 가치공동창출은 operant 리소스(즉, 기술, 지식 또는 역량) 및 operand 리소스(즉, 도구, 장비 또는 기타 제품)의 성공적인 통합에 크게 의존한다(Lusch & Nambisan, 2015). 선행 연구에 따르면, 고객은 다양한 지식과 기술을 가진 operant 리소스를 제공할 수 있다고 가정할 반면, 기업은 공동 창출 프로세스를 관리하기 위해 operant와 operand 리소스 모두를 제공할 수 있다고 가정하고 있다(Vargo & Lusch, 2004b). 본질적으로 고객은 기업과의 관계에서 공동 협력자이자 경쟁자이다(Prahalad & Ramaswamy, 2000). 그러나 고객참여의 편익 또는 비용에 대한 어떤 구체적 결론은 아직 명확하지 않다. 따라서 본 연구는 가치공동창출의 비용 측면을 보려고 한다.

## 2.2 고객참여와 가치공동창출

고객 참여는 성공적인 제품 및 서비스 개발을 위해 오랫동안 중요하게 고려되어 왔다(Alam, 2002). 이후 서비스 관련 연구에서 전략적으로 중요한 자산인 공동생산자(co-producer)로서 고객참여가 중요시되었다(Lengnick-Hall, Claycomb, & Inks, 2000).

본 연구는 고객 경험을 관리하고 서비스 품질을 향상시키는 새로운 방법으로 고객을 최적으로 참여시키는 것에 중점을 둔다(Lusch & Nambisan, 2015). 또한, 고객참여는 독립변수뿐만 아니라 매개변수로서도 연구되었다(Carbonell, Rodríguez-Escudero, & Pujari, 2009). 고객은 고객참여 프로세스 즉, 유튜브, 페이스북, 트위터와 같은 소셜네트워크 서비스(SNS) 또는 소셜미디어에 대한 고객투자를 통해 실질적인 가치를 창출한다. 서비스 제공자가 평가할 수 있는 만족도, 신뢰 및 충성도에 대한 신호는 온라인 또는 오프라인 커뮤니케이션을 통해 인식된 관계 품질에 대한 정확한 정보를 제공할 수 있다. 여기에서 소셜미디어 활동에 대한 고객의 참여가 고객투자 수익성의 지표를 통하여 서비스 조정비용의 증감으로 나타난다.

앞에서 제기한 여러 가지 편익(benefits)에도 불구하고 가치공동창출은 서비스 제공자에게 상당한 비용(costs)을 발

생시킬 수 있다. 예를 들면, 고객 참여는 새로운 기술에 대한 제한된 지식으로 기업의 통제를 감소(Plé & Chumpitaz Cáceres, 2010)시키거나 가치공동창출에서 시행착오 과정의 계속 반복(Perks, Gruber, & Edvardsson, 2012) 또는 고객 파악 및 모집, 그리고 고객과 내부 행위자를 조정하기 위한 다양한 자원의 관리 어려움을 야기한다(Wong, Peko, Sundaram, & Piramuthu, 2016). 또 중복 정보가 생성되거나 정보 과부하가 발생할 수도 있다(Bogers, Afuah, & Bastian, 2010). 아울러, 소셜미디어 내에 다수의 참가자가 참여할 경우에는 객관적 신뢰도 평가의 어려움 등으로 높은 서비스 조정비용을 수반할 가능성도 있다(Kim, Jin, & Woo, 2017; Provan, 1983). 그러나 서비스 분야에 대한 고객 참여의 이러한 부정적인 결과에 대한 실증 연구는 아직 제한적이다(Plé & Chumpitaz Cáceres, 2010).

따라서 본 연구는 고객참여는 서비스 조정비용에 조직 전반의 가치공동창출의 긍정적인 결과를 보여주지만, 고객투자 수익성은 서비스 조정비용이라는 요인에 가치공동창출의 비용 딜레마가 있음을 알려준다. 이런 배경에서 다음 가설을 설정한다.

**가설 1:** 고객참여는 서비스 조정비용에 정(+)의 영향을 줄 것이다.

**가설 2:** 고객투자 수익성은 서비스 조정비용에 부(-)의 영향을 줄 것이다.

## 2.3 고객참여와 고객투자 수익성

고객참여는 서비스 문헌연구에서 고객이 가치공동창출에 참여하는 이유와 방법에 더 중점을 둔다(Chathoth, Altinay, Harrington, Okumus, & Chan, 2013). 가치공동창출은 높은 고객 참여도와 고객 만족, 신뢰, 직원 만족, 판매 실적 및 조직 혁신에 긍정적으로 관련되어 있다(Kim, Park, & Kim, 2016; Morosan & DeFranco, 2016; Ordanini & Parasuraman, 2011; Park & Allen, 2013). 이러한 긍정적인 결과는 고객의 개인적 특성, 기업의 지원 및 문화, 그리고 직원의 참여에 달려있다(Cha, Yi, & Bagozzi, 2016). 한편, 고객은 경험 서비스(experiential service)에서 서비스 가치공동창출에 참여할 가능성이 더 높다(Jeon, Park, & Yi, 2016a, Morosan & DeFranco, 2016).

따라서 본 연구에서는 고객의 방문 빈도에서 파악된 유튜브 채널의 투자와 고객 참여의 영향을 조사한다. 여기에서는

고객의 소셜미디어 참여가 고객 수익성에 미치는 영향을 서비스 제공자의 인식을 통하여 정량화 한다. 예를 들어, 서비스의 고객만족도에 대한 서비스제공자의 인식은 고객의 인식과 관련이 있다. 따라서 서비스제공자는 인식된 관계품질에 대하여 고객투자 수익성의 지표를 보여 줄 수 있다(Rishika, Kumar, Janakiraman, & Bezawada, 2013). 이런 배경에서 다음 가설을 설정한다.

**가설 3:** 고객참여는 고객투자 수익성에 정(+)의 영향을 미친다.

## 2.4 고객투자 수익성의 매개효과

고객참여는 고객의 본질적인 가치를 충족시키는 데 필요한 커뮤니케이션 및 관계 생성을 증가시키는 역할을 한다. 이는 소셜미디어에 대한 고객 반응, 즉 고객 투자를 통하여 알 수 있다. 예를 들면, 구독자 수, 조회 수, 좋아요(like) 수, 코멘트 수 등과 같은 활발한 고객 투자를 포함해 각 애플리케이션을 방문한 횟수, 각 애플리케이션에서 보낸 시간 등과 같은 명백한 기준이 모두 고객 투자에 포함된다. 따라서 서비스 제공자는 소셜네트워킹 서비스(SNS) 또는 소셜미디어 분야에서 고객 투자수익(customer ROI profitability)에 관심을 가질 필요가 있다. 예를 들면,

기업의 마케팅 투자를 강조하고 고객의 반응을 기준으로 투자수익률을 산출하기보다 고객이 느끼는 소셜미디어 활용 욕구를 평가한 다음 고객이 기업의 브랜드를 대하는 과정에서 소셜미디어에 얼마만큼 투자하는지 측정해야한다(Hoffman & Fodor, 2010, p.42).

한편, 선행 연구는 고객참여나 고객투자 수익성 변수 각각이 서비스 조정 비용과 맺는 직접적 또는 간접적 관계에만 초점을 맞춘 경향이 있었고, 고객참여나 고객투자 수익성, 그리고 서비스 조정 비용 간의 상호 인과성 검증은 없었다. 그런데, 고객참여가 서비스 조정비용에 영향을 미친다 하더라도 과연 그것이 매개변수의 개입 없이도 긍정적 영향을 미칠 것인지, 아니면 어떤 매개변수를 필요로 하는지는 가치공동창출비용의 메커니즘에서 매우 중요하다.

이런 면에서 고객투자 수익성이 고객참여의 효과를 매개한다면 서비스 조정비용은 더욱 감소할 것이다. 그 근거는 다음과 같다.

첫째, 소셜미디어는 정보 기술을 사용하여 비즈니스 수익성과 생산성을 향상시킨다. 이는 서비스 속성인 무형성을 통하여, 개선된 조정과 품질 향상이나 다양성 증가를 가져옴을 보여준다(Shin, 1999).

둘째, 소셜미디어 및 온라인 협업 플랫폼을 사용하면 커뮤니케이션을 보다 쉽고 효과적으로 구성할 수 있다(Flanagin & Metzger, 2000). 인터넷은 협업 의사 결정에 최적화된 커뮤니케이션 조직(Linders, 2012)과 콘텐츠간 연결관계 및 사용자 데이터와 알고리즘으로부터 기인한 최적화로 조정 비용을 줄일 수 있다(Shin, 1999).

따라서 본 연구가 고객투자 수익성의 매개효과에 주목하는 이유는, 위 선행 연구들의 종합적 결과에서 고객참여와 조정비용 간 관계를 매개할 수 있다는 예측과 더불어 속성기반(attribute-based) 이론에서 강조하는 조정 메커니즘 때문이다. 속성기반 이론에 따르면, 조정 메커니즘은 공급 사슬에서 조직 간의 상호 의존성을 관리하는 데 사용되는 일련의 방법으로, 하위 속성, 즉 자원 공유 구조, 의사 결정 스타일, 통제 수준 및 리스크 공유를 기반으로 차별화된 속성을 조정비용, 운영 리스크 비용 및 기회비용으로 연계시킨다. 이는 각 조정 메커니즘 속성을 일종의 비용과 연관(Xu & Beamon, 2006)시키는 것을 용이하게 하여 조정비용 감소를 가져오게 할 것이다.

결과적으로, 서비스 제공자가 제공하는 채널에서 상호작용이 많이 일어날수록, 즉 소셜미디어에 대한 고객 반응(고객 투자)을 통하여 기업의 성과와 생산성을 향상시키며 조정비용이 감소할 가능성이 높다고 할 수 있다.

따라서 본 연구는 '고객참여 → 고객투자 수익성 → 서비스 조정비용'간 인과관계 하에 다음 가설을 설정한다.

**가설 4:** 고객투자 수익성은 고객참여와 서비스 조정비용 간 관계를 매개할 것이다.

## 2.5 소속형태를 통한 조절효과

본 연구 대상인 소속형태로서 다중채널네트워크(MCN)는 기획, 교차 프로모션, 디지털 저작권 관리, 파트너 관리, 수익 창출 또는 잠재 고객 개발과 같은 분야에서 도움을 주기 위해 여러 YouTube 채널과 제휴하는 엔터티를 의미한다(Multi-channel network, 2019). 허브 역할을 하는 모든 엔터티도 다중채널네트워크로 간주될 수 있다(Gardner & Lehnert, 2016, Rishika et al., 2013).

콘텐츠 생성서비스에서 한쪽에서는 고객참여를 통한 가치 공동창출의 필요가 강한 반면, 다른 쪽에서는 개별적 성과를 인정받기 위한 크리에이터들 간의 경쟁이 치열하다. 이런 경쟁은 고객참여 증대는 물론, 장기적으로는 서비스 조정 비용의 감소를 필요로 한다(Hoyer, Chandy, Dorotic, Krafft, & Singh, 2010). 나아가, 개인 유튜버와 다중채널 네트워크 간 경쟁만이 아니라 다중채널 네트워크 내의 유튜버 간 경쟁도 치열하다. 따라서 소속형태에 따라 고객투자 수익성은 물론, 콘텐츠 제작자의 고객참여에 대한 행동이 달라짐으로써 서비스 조정비용에 대한 영향도 달라질 가능성이 있다.

한편, 기존 연구에서는 개인 유튜버와 다중채널네트워크 간 소속형태별 서비스 조정 비용의 차이를 직접 연구한 선행 연구는 드물고, 단지 본 연구에서 통제변수로 고려한 전업과 겸업 간의 직무만족, 조직몰입, 조직시민행동, 직무태도 등의 차이를 검토한 선행 연구는 있다(Eberhardt & Shani, 1984). 이런 맥락에서 본 연구는 개인 유튜버가 다중채널네트워크 소속 유튜버 보다 고객 참여를 통해 외부에서 사용되거나 또는 내부적으로 커뮤니케이션하는 데 사용되는 자원으로 정의 되는 조정 비용이 더 많이 발생함을 알 수 있다. Hoffman & Fodor, 2010은 답글 수, 페이지 뷰 수, 댓글 수, 가입자 수 같은 다양한 방식으로 소셜 미디어를 활용하여 브랜드 참여를 높이고 긍정적인 결과를 이끌어내어 서비스 조정비용을 감소시킬 수 있다는 것을 설명했다. 여기에서는 소셜미디어 활동을 수량화하기 위해 서비스 제공자에게 고객참여와 서비스 조정비용 간의 관계를 측정할 수 있는 역량, 즉 수량화 역량이 있음을 확인했다(Hoffman & Fodor, 2010). 이런 면에서 본 연구는 소속 형태를 기준 변수로 놓고, 이것이 고객참여의 고객투자 수익성 및 서비스 조정비용에 미치는 효과를 얼마나 조절하는지 검토한다. 이렇게 되면 고객참여와 서비스 조정비용의 관계에서 소속형태(조절) 및 고객투자 수익성(매개)의 조절된 매개 효과도 검증할 수 있게 된다.

**가설 5:** 소속 형태는 고객참여와 고객투자 수익성 간 관계를 부(-)적으로 조절할 것이다.

**가설 6:** 소속 형태는 고객참여와 서비스 조정비용 간 관계를 부(-)적으로 조절할 것이다.

이상의 연구 가설들을 하나의 연구 모형으로 요약하면 다음과 같다.

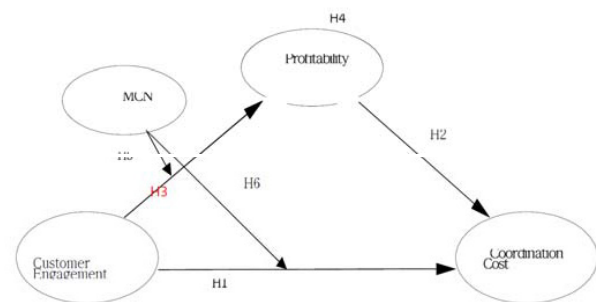


Fig. 1. Research Model

### 3. 실증 연구

#### 3.1 자료수집 및 표본의 특성

본 연구는 서비스 조정비용에 미치는 고객 참여 및 고객투자 수익성의 영향력 검증과 그 과정에서 고객투자 수익성의 매개효과를 규명하고자 하며, 그리고 소속 형태가 고객 참여의 영향력을 조절하는 역할을 하는지 검토한다.

Table 1. Respondent's characteristics

	class	frequency	%
gender	M	84	48,6
	F	89	51,4
age	10s	29	16,8
	20s	83	48,0
	30s	43	24,9
	40s	12	6,9
	over 50s	6	3,5
job type	full-time	38	21,9
	part-time	135	78,0
types of business	personal	130	75,1
	MCN	43	24,9
subscribers	less than 1000	11	5,1
	1,000 to 10,000	60	28,0
	10,000 to 100,000	63	29,4
	100,000 to 1 Million	38	17,8
	Over 1 Million	1	0,5
Total		173	100,0

실증연구를 위해 설문조사는 활동국가가 한국인 서비스 제공자(유튜버)로부터 비확률 표본추출을 통하여 수집하였으며, 비확률 표본추출에는 1차로 눈덩이 표집(snowball sampling) 기법, 그리고 2차로 의도적 샘플링(purposive sampling) 기법이 수행되었다. 자료 수집은 2019년 5월 25일부터 6월 26일까지의 기간 동안에 e-mail과 SNS를 통해 1401부의 설문지를 배포하고 회수된 181부의 설문지 중 불성실하게 기재된 4부를 제외한 173부를 최종 분석에 활용하였다. 연구에 참여한 표본의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

### 3.2 변수의 조작적 정의 및 측정도구

본 연구의 독립변수는 고객참여, 종속변수는 서비스 조정비용이고, 조절변수는 소속 형태(MCN=1), 매개변수는 고객투자 수익성이다. 인구통계학적 변수는 통제변수로 설정했다. 분석수준은 조직 수준이며, 설문 문항은 Likert 식 7점 척도(1=전혀 그렇지 않다, 4=보통이다, 7=매우 그렇다)를 사용했다. 인구통계변수 중 서비스 조정비용에 영향을 미칠 것으로 예상되는 성별, 연령대, 전업 또는 겸업 유튜버 여부, 채널구독자수 등을 통제변수 군에 포함했다.

#### (1) 서비스 조정비용

서비스 제공자가 서비스 전달 과정에 고객을 참여시킴으로써 고객과 외부에서 의사소통하기 위해 사용되는 자원과 내부적으로 커뮤니케이션하는 데 사용되는 자원으로 정의된다(Kim, Stump, & Oh, 2009; Wong et al., 2016). 이의 측정을 위해 여러 선행 연구에서 타당도와 신뢰도가 입증된 Kim, Stump, & Oh, 2009의 프로세스 중에 내부 및 외부 고객과의 조정 그리고 의사소통에 드는 비용으로 측정도구 4문항을 사용했다. 서비스 조정비용은 구독자(시청자)와 분쟁으로 인한 악플이나 신고, 계정 정지 등, 고객참여로 인한 복잡한 정보의 혼란, 구독자(시청자)간의 분쟁 해결, 저작권 해결 등 4문항으로 구성되었다.

#### (2) 고객 참여

가치공동창출에 효과적(Vargo & Lusch, 2004c)이며, 특히 고객참여는 가치공동창출의 형태로 개념화된다(Ordanini & Parasuraman, 2011). 측정도구는 여러 선행 연구에서 타당도와 신뢰도가 입증된 Ordanini & Parasuraman, 2011의 프로세스 중에 서비스 제공자가 고객의 목소리를 듣고 고객 정보를 사용하는 방식을 반영하는 3 가지 항목을 사용하여 측

정되었다. 고객 참여는 채널에서 서로 상호 작용하는 구독자(시청자)의 수의 대소 여부, 커뮤니케이션 빈도, 보통 수준 이상의 상호 작용 정도, 구독자(시청자)간의 상호 작용 정도 등 3문항으로 구성되었다.

#### (3) 고객투자 수익성

이는 소셜 미디어에 대한 고객 반응, 예를 들면, 구독자 수, 조회 수, 좋아요(like) 수, 코멘트 수 등과 같은 활발한 고객 투자를 포함해 각 애플리케이션을 방문한 횟수, 각 애플리케이션에서 보낸 시간 등, 즉 고객 투자를 통하여 알 수 있다(Hoffman & Fodor, 2010). 구체적인 설문 문항은 Hoffman & Fodor, 2010과 Chang & Chen, 1998의 측정 도구를 사용했다. 고객투자 수익성은 구독자 수, 조회 수, 좋아요(like) 수, 수익(광고 및 후원 수익 포함), 다른 채널로 콜라보(연계)하는 빈도수의 지난 1년의 활동 기간 동안 증가 또는 감소 여부 등 5문항으로 구성되었다.

### 3.3 구성 개념의 타당도 및 신뢰도

인구통계 변수를 제외한 본 연구의 주요 개념들이 실제 현실을 적절히 측정했는지를 나타내는 측정도구의 타당성 측정을 위하여 AMOS 20을 활용하여 확인적 요인분석(CFA)을 실시하였고 타당성분석에 앞서 측정모형 적합도를 측정하기 위해  $\chi^2/df$ , RMR, NFI, IFI, CFI, RMSEA 항목들을 비교하였다. 요인분석을 실시한 결과,  $\chi^2=110.609$ ,  $df=51$ ,  $p=.000$ ,  $CMIN/df=2.169$ ,  $RMR=.193$ ,  $GFI=.905$ ,  $AGFI=.855$ ,  $NFI=.926$ ,  $IFI=.964$ ,  $TLI=.955$ ,  $CFI=.964$ ,  $RMSEA=.082$ 로, 모형의 적합도 지수가 아주 우수하지는 않지만 분석하는데는 지장이 없을 정도였다. 이 모든 결과를 Table 2에 제시했다. 여기서 집중(수렴) 타당도를 보여주는 표준적재량은 모두 0.5를 상회했으며, 이어서 평균분산 추출값(AVE)과 개념 신뢰도인 CR값을 검증한 결과 모든 잠재변수의 평균분산추출값인 AVE값이 모두 기준치 0.5를 상회하였고, 또한 구성개념 신뢰도(CR)값도 역시 모두 기준 값인 0.7을 상회하고 있어서 모든 측정변수들이 집중타당성을 만족시키고 있다.

한편 각 잠재변수들 간의 판별타당성 검증결과 Table 3에서와 같이 모든 두 잠재변수의 AVE값의 제곱근 값이 두 잠재변수들 간의 상관계수들보다 모두 크므로 본 측정모형은 판별 타당성이 확보된 것으로 판단할 수 있다.



Table 2. AVE &amp; Construct Reliability

Factors		Regression Weights	Std. Regression	AVE C.R. P
Customer	CE1	1,000	.846	***
Engagement	CE2	1,185	.877	.609 .823 ***
	CE3	1,026	.774	***
	C1	1,000	.849	***
Coordinaion	C2	1,060	.892	.637 .875 ***
Cost	C3	1,160	.948	***
	C4	1,000	.824	***
	P1	1,000	.885	***
	P2	1,036	.919	.512 .828 ***
Profitability	P3	1,051	.885	***
	P4	.851	.610	***
	P5	.578	.511	***

\*\*\* p&lt;.001

Model Fit:  $\chi^2=110.609$ ,  $df=51$ ,  $p=.000$ ,  $CMIN/df=2.169$ ,  $RMR=.193$ ,  $GFI=.905$ ,  $AGFI=.855$ ,  $NFI=.926$ ,  $IFI=.964$ ,  $TLI=.955$ ,  $CFI=.964$ ,  $RMSEA=.082$ 

Table 3. Correlations for All Variables

Variables	Customer Engagement	Coordination Cost	Profitability
Customer Engagement	(.609)		
Coordination Cost	0.155	(.637)	
Profitability	0.508	0.711	(.512)

\* Number of Diagonal Direction means Root of AVE.

### 3.4 기초통계 및 상관관계 분석

통계 분석과 가설 검증을 위해 SPSS 18.0과 AMOS 20 및 PROCESS Macro를 사용했다. 상관관계 분석 결과, 독립변수인 고객참여와 종속변수인 서비스 조정비용 및 매개변수인 고객투자 수익성 간에는 모두 유의한 상관관계가 있었다. 또 매개변수인 고객투자 수익성과 독립변수인 고객참여 간에도 유의한 상관관계가 확인되었다.

특히, 본 연구에서는 소속 형태의 조절효과를 검증하고자 t-검증을 통해 소속형태에 따른 변수별 차이를 분석했다(Table 4). 분석 결과, 개인 유튜버(personal)는 다중채널네트워크 소속 유튜버(MCN)에 비해 서비스 조정비용에서 평균

이 낮았고(각기 2.35, 3.08), 그 차이는 통계적으로 유의미했다( $p<0.01$ ). 또, 개인 유튜버는 다중채널네트워크 유튜버에 비해 고객참여(각기 4.49, 4.93)있어서도 낮은 평균값을 보였으나 고객투자 수익성(각기 5.08, 4.86)에서는 높은 평균값을 보였고, 모두 통계적으로 유의했다(\* $p<0.1$ , \*\* $p<0.05$ ).

Table 4. Independence Sample Test

Variable	Type	N	Mean	SD	d.f.	t
Customer	personal	130	4.49	1.65	95	-1.70*
	MCN	43	4.93	1.46		
Cost	personal	130	2.35	1.59	171	-2.81***
	MCN	43	3.08	1.79		
Profit	personal	130	5.08	1.52	171	1.92**
	MCN	43	4.86	1.41		

\* $p<0.1$ , \*\* $p<0.05$ , \*\*\* $p<0.01$ .

### 3.5 PROCESS Macro를 통한 가설 검증

Hayes(2017)가 제시한 PROCESS Macro 기법은 기존의 매개효과 검증 방법인 Baron & Kenny의 3단계나 Sobel Test가 가졌던 결함을 보완할 수 있다. 먼저, Baron & Kenny 3단계는 실제 매개효과를 직접 검증하는 것이 아니라 3단계 인과추론을 통해 매개효과를 예측한다는 점에서 너무 오래된 방법이고 정밀도가 낮을 뿐만 아니라, 만약 매개변수가 2개 이상 존재하여 매개변수끼리 상호효과인 경우에는 오히려 매개효과가 없는 것으로 나올 가능성도 있다. 또한 매개효과를 완전매개효과와 부분매개효과로 구분하는 것 역시 불필요한 절차로 인식되고 있다(Pearcher & Hayes, 2004). 또한, Z 값이  $\pm 1.96$ 보다 크면서 유의수준 .05에서 통계적으로 유의하면 매개효과가 있는 것으로 판단하는 Sobel Test는 유의성 검증 시 정규분포 가정을 전제로 하지만 실제로는 상호작용\*상호작용인 경우에 매개효과는 정규분포 전제성에 위배되는 경우가 많다(Shrout & Bolger, 2002). 이런 측면에서 Hayes(2017)의 PROCESS Macro는 최소자승회귀분석에서 독립 변수의 직접효과와 간접효과 검증을 통해 매개효과나 조절효과, 조절된 매개효과를 일괄 검증할 수 있는 장점을 갖고 있다.

본 연구는 Hayes(2017)의 PROCESS Macro 기법 중 Model 4 및 Model 8을 적용한 가설 검증을 실시했다. 왜냐하면 본 연구 모형에서는 고객투자 수익성의 매개효과를 예측



Table 5. Simple Mediating Effect by PROCESS Macro (Model 4)

Independent Var.	Dependent Var.	Coeff.	S. E.	t	p	LLCI	ULCI
Customer Engagement	Coordination Cost	.1500	.0756	1.9838	.0480	.0007	.2992
R <sup>2</sup> =.0225, F=3.9355(p=0.0480), Total Effect of Independent Var.							
Customer Engagement	Profitability	.4496	.0683	6.5821	.0000	.3148	.5844
R <sup>2</sup> =.2021, F=43.3241(p=0.0000)							
Customer Engagement	Coordination Cost	.2631	.0827	3.1831	.0017	.1000	.4263
Profitability		-.2517	.0827	-3.0443	.0027	-.4149	-.0885
R <sup>2</sup> =.0730, F=6.6968(p=0.0016), Direct Effect of Independent Var.							
Independent Var.	Dependent Var.	Mediator	Indirect	S.E	Z	C.I. 95%	
						BS LLCI	BS ULCI
Customer Engagement	Coordination Cost	Profitability	-.1132	.0500	-2.7625*	-.2252	-.0313

\* p&lt;0.01.

합과 동시에 소속 형태의 조절효과를 보고자하기 때문이다. Model 4를 활용한 분석 결과는 Table 5로, 그리고 Model 8을 활용한 분석 결과는 Table 6으로 요약된다. Model 4, 8 검증 시 공변량(covariates)으로 통제 변수들을 포함하였으나 유의하지 않아 제외했다.

### (1) 가설 1의 검증

독립변수인 고객참여가 종속변수인 서비스 조정비용에 미치는 영향을 분석한 결과, F값이 3.9355이며 유의해 ( $P<0.05$ ), 모형이 적합했다. 독립변수인 고객참여의 표준화된 경로계수(.1500)가  $p<0.05$ 에서 유의했다. 또, 부트스트래핑 추정치로 신뢰구간 내의 최소계수값(LLCI) 0.0007와 최대계수값(ULCI) 0.2992 사이에 0이 없기에 관계의 유의성이 확인되었다(Shrout & Bolger, 2002). 그런데 이는 독립변수인 고객참여가 종속변수인 서비스 조정비용에 미치는 총효과, 즉 직접효과와 간접효과의 총합이다. 한편, Table 5의 중간처럼, 독립·매개 변수를 동시 투입한 회귀모형의 결과, 독립변수가 종속변수에 대해 갖는 직접 효과가 0.2631로 나타났고  $p=0.0017$ 로서 유의수준 0.01에서 거의 유의했다. 이는 매개 변수를 통한 간접효과를 암시한다. 결론적으로, 가설 1은 채택된다.

### (2) 가설 2의 검증

매개변수인 고객투자 수익성이(독립변수인 고객참여와 함께) 종속변수인 서비스 조정비용에 미치는 영향에 대해 분석한 결과, F값이 6.6968이며 유의한 것으로 나타나 모형의 적합성이 확보되었다. 매개변수인 고객투자 수익성의 표준화된 경로계수(-.2517)가  $p=0.01$  이하에서 유의했다. 또, 부트스트래핑 추정치로 신뢰구간 내의 최소계수값(LLCI) -0.4149와 최대계수값(ULCI) -0.0885 사이에 0이 없기에 변수 간 관계의 유의성이 확인되었다. 따라서 가설 2는 채택되었다.

### (3) 가설 3의 검증

독립변수인 고객참여와 매개변수인 고객투자 수익성 간 관계에 대한 분석 결과, F값이 43.3241로  $p<0.001$ 에서 유의해, 모형의 적합성이 확보되었다. 독립 변수인 고객참여의 표준화된 경로계수(.4496)가  $p=.0001$  이하에서 유의했다. 또, 부트스트래핑 추정치로 신뢰구간 내의 최소계수값(LLCI) 0.3148과 최대계수값(ULCI) 0.5844 사이에 0이 없기에 변수 간 관계의 유의성이 확인된다. 가설 3도 채택되었다.

### (4) 가설 4의 검증

가설 4는 독립변수인 고객참여와 종속변수인 서비스 조정비용에 간 관계에서 고객투자 수익성의 매개효과를 검증하는

것이다. 분석에서 부트스트래핑으로 추출된 표본 수는 5,000 개였으며 95% 신뢰구간에서 간접효과 계수의 하한 값과 상한 값을 보았다. Table 5에서 보듯, 부트스트래핑을 적용한 간접효과 검증에서 간접효과는 -.1132로 나타나, 그 통계적 유의성은 제시된 신뢰구간 내 0의 존재 여부로 결정된다. 고객참여와 서비스 조정비용 간 관계에서 고객투자 수익성이 매개변수로 투입된 경우, 매개효과 계수 하한 값은 -.2252이고 상한 값은 -.0313으로 95% 신뢰수준에서 간접효과의 통계적 유의성이 확보되었다. 결국, 고객투자 수익성의 매개효과에 관한 가설 4는 채택된다.

##### (5) 가설 5의 검증

가설 5는 소속 형태(Type of Business) 변수가 고객참여와 고객투자 수익성 간 관계를 조절하는지 검증하는 것이

다. 이것은 연구모형 전체적으로 소속 형태의 조절효과와 고객투자 수익성의 매개효과를 동시 검증하는 것으로, 조절된 매개(moderated mediation) 효과 검증 방법의 일부이다. Hayes(2017)의 PROCESS Macro Model 8을 통한 분석 결과가 Table 6이다. 가설 5 검증 모형의 회귀방정식은  $F=17.9106(p=0.0000)$ 로서 통계적으로 유의했다. 또한, 소속 형태 변수는 고객투자 수익성 변수에 영향력을 행사함이 확인되었다(경로계수=0.4652,  $p<0.01$ ). 그런데 가설 5와 관련된 연구 모형의 조절작용 변수(소속형태\*고객참여)의 경로계수(-.0536)의 유의확률이  $p=0.7729$ 로서 유의하지 않았다. 부트스트래핑 하한값과 상한값 사이에도 0이 존재하여 통계적 유의성이 성립되지 않았다. 즉, 본 연구모형에서 제시된, 고객참여와 서비스 조정비용 간 관계에서 소속형태 및 고객투자 수익성의 조절된 매개효과는 통계적으로 확인할 수 없었다

Table 6. Moderated mediation effect by PROCESS Macro (Model 8)

Independent Var.	Dependent Var.	Coeff.	S.E.	t	p	LLCI	ULCI
Customer Engagement		.4768	.0696	6.8546	.0000	.3395	.6141
Types of Business	Profitability	.4652	.1582	2.9406	.0037	.1529	.7774
Interaction		-.0536	.1855	-.2891	.7729	-.4199	.3126
R²=.2412, F=17.9106(p=0.0000)							
Customer Engagement		.2673	.0851	3.1395	.0020	.0992	.4354
Profitability	Coordination	-.2178	.0833	-2.6146	.0097	-.3822	-.0533
Types of Business	Cost	-.2907	.1756	-1.6552	.0998	-.6373	.0560
Interaction		-.3974	.2009	-1.9779	.0496	-.7941	-.0007
R²=.1157, F=5.4947(p=0.0004)							
Customer Engagement → Coordination Cost						C.I.95%	
Conditional direct effect							
		Coeff.	S.E.	t	P	LLCI	ULCI
(MCN)		.5660	.1894	2.9874	.0032	.1919	.9400
(personal)		.1685	.0884	1.9607	.0583	.0060	.3430
Customer Engagement → Profitability → Coordination Cost (moderated mediation)						C.I. 95%	
						BC	BC
Conditional indirect effect		Coeff.	Boot S.E			LLCI	UL CI
(MCN)		-.1126	.0591			-.2445	-.0163
(personal)		-.1009	.0510			-.2182	-.0172
<u>Index of moderated mediation</u>						C.I. 95%	
		.0117	.0397			-.0625	.0996

(Hayes, 2017). 따라서 가설 5는 기각된다.

#### (6) 가설 6의 검증

가설 6은 소속형태 변수가 고객참여와 서비스 조정비용 간 관계를 직접 조절하는지 검증하는 것이다. 이 연구 모형 또한, 소속 형태의 조절효과와 고객투자 수익성의 매개효과를 동시 검증하는 것으로, 조절된 매개(moderated mediation) 효과 검증 방법의 일부이다. Table 6의 중간 부분에서 가설 6 검증의 회귀 식은  $F=5.4947(p=0.0004)$ 로서 통계적으로 유의했다. 여기서 소속형태 변수는 서비스 조정비용 변수에 부(-)적 영향력을 행사함이 확인된다(경로계수 =  $-.2907$ ,  $p<0.1$ ). 다만,  $p$ 값이  $0.0998$ 으로서 유의수준  $0.05$ 에서는 유의하지 않지만 유의수준  $0.1$ 에서는 유의했다. 또한, 연구 모형의 조절작용 변수(소속 형태\*고객참여)는  $p$ 값이  $0.0496$ 로  $p<0.05$ 에서 유의했다. 또한, 부트스트래핑 추정치로 신뢰구간 내의 최소계수값(LLCI)  $-.7941$ 과 최대계수값(ULCI)  $-.0007$  사이에 0이 없기에 변수 간 관계의 유의성이 확인된다.

즉, 개인 유튜버(personal)의 경우, 고객참여가 서비스 조정비용에 영향을 주는 직접효과가  $.1685$ 로 나타난 반면, 다중채널 네트워크 소속 유튜버(MCN)의 경우, 그 직접효과가 이보다 높은  $.5660$ 으로 나타나, 고객투자 수익성의 값이 증가함에 따라 고객참여와 서비스 조정비용 간 관계에서 영향력이 더욱 강해지는 것을 다중채널 네트워크 유튜버(MCN:  $.5660 \rightarrow -.1126$ )에서 확인 할 수 있었다. 다만, 두 소속형태를 모두 포함한 조절된 매개효과 지수(index of moderated mediation)가 통계적으로 유의함은 확인하지 못하였다(Hayes, 2017). 그러나, 다중채널 네트워크 소속 유튜버의 경우 고객투자 수익성이 소속형태의 영역에서 동시적 효과는 아니지만, 매개 및 조절 각각은 유의하다고 결론지을 수 있다. 따라서 가설 6은 채택된다.

## 4. 결론 및 시사점

### 4.1 이론적 시사점

본 연구의 목적은 한국의 콘텐츠 공급사들의 생산과 공유 프로세스에서 활동하는 유튜버를 대상으로, 고객참여, 고객투자 수익성, 서비스 조정비용 간의 인과적 관계를 검토하고, 특히 고객참여와 서비스 조정비용 간의 관계에서 소속형태의 조절작용 및 고객투자 수익성의 매개효과를 검증하는 것이다.

본 연구는 이론적으로 서비스 조정비용의 선행요인을 실증함으로써 서비스 조정비용의 내적메커니즘을 고객참여와 가치공동창출비용 차원에서 검토했다. 특히 소속형태와 고객투자 수익성의 조절된 매개효과를 확인을 시도한 점이 본 연구의 중요한 이론적 시사점이다.

본 연구의 결과를 통해 얻는 이론적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 고객참여와 가치공동창출비용과 관련하여 서비스 조정비용에 영향을 미치는 변수들 중, 선행연구에서 검토되지 않거나 부분적으로만 확인된 변수들, 즉 고객참여와 고객투자 수익성 변수가 갖는 직접 내지는 간접 효과를 실증 분석함으로써 가치공동창출의 비용 문제를 해결하는 데 필요한 변수들을 확인해낼 수 있었다. 보다 구체적으로, 본 연구는 고객참여와 고객투자 수익성이 서비스 조정비용에 미치는 긍정적 또는 부정적 영향, 그리고 고객참여가 서비스 조정비용에 영향을 주는 관계에서 고객투자 수익성의 매개변수 역할을 확인할 수 있었다. 이는 서비스 조정비용에 영향을 주기 위해선 조정 메커니즘, 즉 목표를 실행하기 위해 상호 작용하는 참여자, 개체 및 프로세스 인식하에 이러한 상호 작용을 효과적으로 관리하기 위한 도구가 필수라는 속성기반(attribute-based) 이론의 중요성을 확인하였다(Xu & Beamon, 2006).

둘째, 본 연구는 소속형태 변수가 갖는 이중의 조절작용, 즉 고객참여가 매개변수인 고객투자 수익성에 영향을 주는 관계에서 조절효과를 가짐과 동시에 고객참여가 종속변수인 서비스 조정비용에 영향을 주는 관계에서 조절효과를 가진다는 사실을 실증적으로 확인하지는 못 하였다. 그러나 이는 결국 고객참여가 종속변수인 서비스 조정비용에 영향을 주는 관계에서 소속 형태 변수의 조절 역할과 고객투자 수익성의 매개 역할이 동시에 존재할 경우 조절된 매개효과(moderated mediation effect)가 작용 할 수 있음을 확인하였다.

셋째, 방법론에서 본 연구는 Hayes(2017) 교수의 PROCESS Macro를 사용하여 소속형태 변수의 조절 역할과 고객투자 수익성의 매개 역할을 동시 검증하는 시사점을 갖고 있다. 즉, 과거에 통상적으로 이뤄진 Baron & Kenny(1986)의 검증방법이나 Sobel Test의 한계점을 넘어 Hayes(2017)가 제시한 PROCESS Macro 분석(모델 4 및 모델 8)을 활용, 독립변수의 종속변수에 대한 직접효과와 간접효과를 크기를 검출할 수 있었다. 나아가 조절변수와 매개변수의 효과를 하나의 모형에서 일괄 검증할 수 있는 기회를 가짐으로써, 조절된 매개효과(moderated mediation effect) 검증을 시도하였다.

넷째, 분석단위로서 본 연구는 대부분의 가치공동창출연구가 고객의 관점에만 초점을 맞추는 것에 비해 서비스 제공자

관점에서 기존의 고객참여 중심연구를 보완하고자 하였다. 왜냐하면 고객은 고객참여와 경영 성과 간의 관계에 영향을 미치는 관리 요소에 대한 통찰력을 제한받기 때문이다(Cui & Wu, 2016). 따라서 서비스 제공자야말로 가치공동창출연구에서 편익과 비용 사이에서 딜레마를 해결하는데 있어 도움이 되는 내적 메커니즘에 대한 통찰력을 제시해 줄 수 있는 역할을 갖고 있다(Cui & Wu, 2016).

#### 4.2 실무적 시사점

본 연구의 결과를 통해 얻는 실무적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 한국의 콘텐츠 공급사슬의 생산과 공유 프로세스 기반하의 서비스 제공자 관점에서 고객참여가 편익뿐만 아니라 조정비용도 발생함을 알려준다. 일반적으로 실무자는 고객과의 가치공동창출의 편익만을 지나치게 강조하는 경향이 있다. 그러나 고객참여는 양면성을 갖고 있으며, 서비스 제공자는 또한 고객 참여로 인해 발생하는 조정비용 변수에서 구독자와의 외부 조정뿐만 아니라 구독자 간의 내부 조정에서 적극적인 역할을 제시하고 있다.

둘째, 일반적으로 고객은 경험 서비스에서 가치공동창출에 참여할 가능성이 더 높다(Jeon, Park, & Yi, 2016b). 고객이 본인의 소셜미디어 경험에 훨씬 커다란 통제력을 갖는 게 사실이지만, 서비스 제공자에게도 소셜미디어 참여를 위한 채널 규칙 및 운영에 관한 통제력이 주어진다. 또한, 서비스 제공자가 구독자간의 상호작용 내용을 통제할 수는 없지만 구독자간의 상호작용을 장려하기 위한 규칙을 만드는 것은 얼마든지 통제할 수 있다(Hoffman & Fodor, 2010). 실무상 이는, 서비스 제공자가 통제력을 발휘하여 소셜미디어 커뮤니티를 생성하고 관리할 수 있다는 것을 의미한다.

셋째, 본 연구에서 확인된 바, 소속형태 변수는 고객투자 수익성과 서비스 조정비용 변수에 부정적 영향, 즉 조정비용의 감소를 가져왔다. 나아가 이는 고객참여와 서비스 조정비용 간 관계를 조절했다. 즉, 다중채널 네트워크 소속일수록 고객참여가 다른 변수에 미치는 영향을 조절 강화하고 있는 것이다. 이것은 실무적으로, 다중채널네트워크에 가입하면 유튜브의 콘텐츠를 충분히 수용할 수 있는 새로운 미디어 플랫폼을 제작할 수 있고, 브랜드 개발을 계속하는 데 필요한 디딤돌이 될 수 있다(Gardner & Lehnert, 2016). 즉, 콘텐츠 공급사슬의 생산과 공유 프로세스에서 부가가치 창출에 더 큰 기여를 할 수 있다.

#### 4.3 본 연구의 한계 및 향후 과제

본 연구는 몇 가지 측면에서 한계와 과제를 남긴다.

첫째, 본 연구는 한국의 콘텐츠 공급사슬에서 활동하는 유튜브를 대상으로 표본을 추출한 실증 연구로서, 연구 결과를 일반화하는 데 일정한 한계를 지닌다. 또한, 본 연구는 모집단을 알 수 없어 비확률표본추출을 한 결과, 표본의 약 25%가 다중채널네트워크 소속으로 나타나, 전체 소속형태 분포를 정확히 반영하지 못할 가능성이 있다. 따라서 후속 연구에서는 선행연구에 따른 다양한 통제변수를 고려해, 할당 표본추출 또는 비례층화 표본추출을 시도할 필요가 있다. 또, 갈수록 가치공동창출에서 고객 참여 및 시민참여가 중요해지는 공공 부문 조직이나 사회 커뮤니티에도 실증 연구를 확대해 나갈 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 기존의 고객 관점이 아닌 서비스 제공자 관점에서 가치공동창출에서의 고객참여를 조사했다. 본 연구에서는 동일한 응답자로 부터 독립과 종속변수 모두를 측정된 결과, 사용된 변수들 간의 상관관계가 실제 보다 다소 과장된 연관성을 갖는 동일방법편의(common method bias)의 가능성이 있다. 이를 사전에 방지하기 위해 동일방법편의가 문제가 아니라는 Harman's one-factor method를 사용할 필요가 있으며, 향후 연구에서는 각 변수들의 응답 원천을 달리하여 그 자료를 다층(multi-level)으로 수집하는 다차원 분석 연구 디자인이 필요하다.

셋째, 본 연구에서는 고객참여, 고객투자 수익성, 서비스 조정비용 변수를 광범위하게 단일 차원 구조로 개념화하였다. 고객참여, 고객투자 수익성, 서비스 조정비용의 측정과 관련, 각각 3~5항목으로 구성된 개념으로 측정했다. 이것은 상대적으로 적은 수의 항목으로 개념 구성을 한 것으로, 개념 타당성을 저해할 수 있다. 실제로는 각각의 변수에 외부 자원뿐만 아니라 내부 자원을 측정하는 다차원 구조의 항목 구성이 필요하다(Fang, 2008).

넷째, 본 연구는 가치공동창출비용 측면에서 서비스 조정비용을 다루었는데, 실무에서 실질적 함의를 얻기 위해선 서비스 조정비용을 종속변수로 한 연구가 더욱 많이 필요하다. 여기에서는 고객이 서비스 제공 과정에 참여한 후에 발생한 현상에 집중하였지만, 향후 연구는 고객과의 가치공동창출활동에 영향을 미치는 요인을 조사하고 고객이 서비스 제공 과정에서 고객의 관점에서 참여하도록 유도하는 주요 선행 연구를 조사할 필요가 있다.



## REFERENCES

- [1] Alam, I. (2002). An exploratory investigation of user involvement in new service development. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 30(3), 25
- [2] Bogers, M., Afuah, A., & Bastian, B. (2010). Users as innovators: A review, critique, and future research directions. *Journal of Management*, 36(4), 857-875.
- [3] Cha, M., Yi, Y., & Bagozzi, R. P. (2016). Effects of customer participation in corporate social responsibility (CSR) programs on the CSR-brand fit and brand loyalty. *Cornell Hospitality Quarterly*, 57(3), 235-249.
- [4] Chaffey, D. (2009). E-business and E-commerce management, strategy, implementation & practice, prentice hall, 2009: E-business and E-commerce management, strategy, implementation & practice Bukupedia.
- [5] Chaffey, D., Ellis-Chadwick, F., Mayer, R., & Johnston, K. (2009). Internet marketing: Strategy, implementation and practice Pearson Education.
- [6] Chathoth, P., Altinay, L., Harrington, R. J., Okumus, F., & Chan, E. S. (2013). Co-production versus co-creation: A process based continuum in the hotel service context. *International Journal of Hospitality Management*, 32, 11-20.
- [7] Cui, A. S., & Wu, F. (2016). Utilizing customer knowledge in innovation: Antecedents and impact of customer involvement on new product performance. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 44(4), 516-538.
- [8] Eberhardt, B. J., & Shani, A. B. (1984). The effects of full-time versus part-time employment status on attitudes toward specific organizational characteristics and overall job satisfaction. *Academy of Management Journal*, 27(4), 893-900.
- [9] Fang, E. (2008). Customer participation and the trade-off between new product innovativeness and speed to market. *Journal of Marketing*, 72(4), 90-104.
- [10] Flanagan, A. J., & Metzger, M. J. (2000). Perceptions of internet information credibility. *Journalism & Mass Communication Quarterly*, 77(3), 515-540.
- [11] Frow, P., Payne, A., & Storbacka, K. (2010). A conceptual model for value co-creation: Designing collaboration within a service system. *39th EMAC*, 1-4.
- [12] Hayes, A. F. (2017). Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach Guilford Publications.
- [13] Hoffman, D. L., & Fodor, M. (2010). Can you measure the ROI of your social media marketing? *MIT Sloan Management Review*, 52(1), 41.
- [14] Hoyer, W. D., Chandy, R., Dorotic, M., Krafft, M., & Singh, S. S. (2010). Consumer cocreation in new product development. *Journal of Service Research*, 13(3), 283-296.
- [15] Jeon, S., Park, C., & Yi, Y. (2016a). Co-creation of background music: A key to innovating coffee shop management. *International Journal of Hospitality Management*, 58, 56-65.
- [16] Jeon, S., Park, C., & Yi, Y. (2016b). Co-creation of background music: A key to innovating coffee shop management. *International Journal of Hospitality Management*, 58, 56-65.
- [17] Kim, S. K., Stump, R. L., & Oh, C. (2009). Driving forces of coordination costs in distributor-supplier relationships: Toward a middle-range theory. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 37(4), 384-399.
- [18] Kim, K. H., Jin, X., & Woo, C. H. (2017). A survey on sharing economy and logistics resources sharing. *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, 17(2), 89-115.
- [19] Kim, Y. G., Park, J. S., & Kim, S. W., (2016). A Study on Effect of Innovation Effort by Chinese Manufacturing Companies on Corporate Performance : Moderate Effect of Customer Orientation and Supplier Participation. *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, 16(1), 79-85.
- [20] Linders, D. (2012). From e-government to we-government: Defining a typology for citizen coproduction in the age of social media. *Government Information Quarterly*, 29(4), 446-454.
- [21] Lusch, R. F., & Nambisan, S. (2015). Service innovation: A service-dominant logic perspective. *MIS Quarterly*, 39(1)
- [22] Mahr, D., Lievens, A., & Blazejic, V. (2014). The value of customer cocreated knowledge during the innovation process. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), 599-615.



- [23] Morosan, C., & DeFranco, A. (2016). Co-creating value in hotels using mobile devices: A conceptual model with empirical validation. *International Journal of Hospitality Management*, 52, 131-142.
- [24] Multi-channel network. (2019). Retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-channel\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-channel_network)
- [25] Park, S., & Allen, J. P. (2013). Responding to online reviews: Problem solving and engagement in hotels. *Cornell Hospitality Quarterly*, 54(1), 64-73.
- [26] Payne, A. F., Storbacka, K., & Frow, P. (2008). Managing the co-creation of value. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36(1), 83-96.
- [27] Perks, H., Gruber, T., & Edvardsson, B. (2012). Co-creation in radical service innovation: A systematic analysis of microlevel processes. *Journal of Product Innovation Management*, 29(6), 935-951.
- [28] Prahalad, C. K., & Ramaswamy, V. (2000). Co-opting customer competence. *Harvard Business Review*, 78(1), 79-90.
- [29] Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2004). SPSS and SAS procedures for estimating indirect effects in simple mediation models. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(4), 717-731.
- [30] Provan, K. G. (1983). The federation as an interorganizational linkage network. *Academy of Management Review*, 8(1), 79-89.
- [31] Rishika, R., Kumar, A., Janakiraman, R., & Bezawada, R. (2013). The effect of customers' social media participation on customer visit frequency and profitability: An empirical investigation. *Information Systems Research*, 24(1), 108-127.
- [32] Shin, N. (1999). Does information technology improve coordination? an empirical analysis. *Logistics Information Management*, 12(1/2), 138-144.
- [33] Shrout, P. E., & Bolger, N. (2002). Mediation in experimental and nonexperimental studies: New procedures and recommendations. *Psychological Methods*, 7(4), 422.
- [34] Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2004b). Evolving to a new dominant logic for marketing. *Journal of Marketing*, 68(1), 1-17.
- [35] Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2004a). Evolving to a new dominant logic for marketing. *Journal of Marketing*, 68, 1-17.
- [36] Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2004c). Evolving to a new dominant logic for marketing. *Journal of Marketing*, 68, 1-17.
- [37] Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2014). Evolving to a new dominant logic for marketing. The service-dominant logic of marketing (pp. 21-46) Routledge.
- [38] Wong, T. Y., Peko, G., Sundaram, D., & Piramuthu, S. (2016). Mobile environments and innovation co-creation processes & ecosystems. *Information & Management*, 53(3), 336-344.
- [39] Xu, L., & Beamon, B. M. (2006). Supply chain coordination and cooperation mechanisms: An attribute-based approach. *Journal of Supply Chain Management*, 42(1), 4-12.
- [40] Gardner, J., & Lehnert, K. (2016). What's new about new media? how multi-channel networks work with content creators. *Business Horizons*, 59(3), 293-302.
- [41] Carbonell, P., Rodríguez-Escudero, A. I., & Pujari, D. (2009). Customer involvement in new service development: An examination of antecedents and outcomes. *Journal of Product Innovation Management*, 26(5), 536-550.
- [42] Heidenreich, S., Wittkowski, K., Handrich, M., & Falk, T. (2015). The dark side of customer co-creation: Exploring the consequences of failed co-created services. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(3), 279-296.
- [43] Michaelidou, N., Siamagka, N. T., & Christodoulides, G. (2011). Usage, barriers and measurement of social media marketing: An exploratory investigation of small and medium B2B brands. *Industrial Marketing Management*, 40(7), 1153-1159.
- [44] Ordanini, A., & Parasuraman, A. (2011). Service innovation viewed through a service-dominant logic lens: A conceptual framework and empirical analysis. *Journal of Service Research*, 14(1), 3-23.
- [45] Plé, L., & Chumpitaz Cáceres, R. (2010). Not always co-creation: Introducing interactional co-destruction of value in service-dominant logic. *Journal of Services Marketing*, 24(6), 430-437.
- [46] Von Hippel, E. (2005). *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press.

**이 경 호**

고려대학교 일문학

서울대학교 행정대학원

Loyola Univ. Chicago, MBA, MSA, Data  
Warehousing Certificate

Univ. of Denver, College of Law, M.T.

현재: 서강대학교 경영대학원 박사과정

관심분야: SCM, Service Science, TP

## 주문생산시스템에서 고객가치평가에 기반 한 고객계층화 모형

김현정\* · 김은갑\*\*†

\*서울과학기술대학교 경영학과 · \*\*이화여자대학교 경영대학

### Customer order classification model based on customer value evaluation for make-to-order manufacturing systems

Hyun Jung Kim\* · Eungab Kim\*\*†

\*Department of Business Administration, Seoul School of Integrated Sciences & Technologies

\*\*College of Business Administration, Ewha Womans University

This paper presents a customer order classification model based on the customer value evaluation for make-to-order manufacturing systems. In the first stage with customer value evaluation, we derive the valuation factors and perform uni-variate and multi-variate variable analysis. In the second stage with customer order classification, we determine cut-off values for the classification of customers, based on the results from the first stage and present the probability distribution of the values of customers.

The development of customer value evaluation model relies on the ensemble method, one of the machine learning techniques. We present a whole process of performing customer value evaluation and customer order classification and rating customers, using the public financial statement data of the audited/non-audited corporate firms from 2001 to 2010, provided by the electronic disclosure system DART of the Financial Supervisory Service.

**Keyword :** Customer value evaluation, Customer order classification, Machine learning, Make-to-order, Exploratory data analysis

---

† Corresponding Author : 52, Ewhayodae-gil, Seodaemun-gu, Seoul 03760. E-mail: evanston@ewha.ac.kr; Tel: 02-3277-3970

Received : 30 August 2019, Revised : 10 October 2019, Accepted : 10 October 2019

## 1. 서론

본 논문은 주문생산 제조기업에서 고객가치평가에 기반한 고객주문 계층화(classification) 모형을 개발하는 문제를 다루고 있다. 고객은 제조기업에 기여하는 성과 또는 위험 측면에서 가치를 평가하는 단계를 거치게 되며, 평가 결과에 따라 계층화 된다. 본 논문에서 다루고자 하는 생산시스템 모형과 연구 범위는 <Fig. 1>과 같다.

주문생산방식이 최근의 기업 환경에서 경쟁우위 확보를 위한 핵심역량으로 인식되고 있지만, 기업들은 한정된 생산 용량을 예측이 어려운 고객주문패턴에 맞춰서 운영해야 하기 때문에 적정 수준으로 지연재고를 관리해야 하는 문제에 직면하게 된다(Iravani et al., 2012).

본 논문은 주문생산시스템에서 적정 수준의 지연재고를 유지하기 위하여 주문수용 통제와 더불어 중요하게 다뤄져야 할 문제가 고객주문에 대한 계층화라는 인식에서 출발한다. 고객주문 계층화가 이뤄지지 않은 경우에는, 고객주문의 중요도와는 무관하게 생산 일정이 수립되기 때문에, 중요도가 높은 고객주문이 중요도가 낮은 고객주문보다 처리가 지연되는 상황이 발생할 수 있다. Kim and Van Oyen(2018)은 복수 계층을 갖는 주문생산시스템에서 중요도가 낮은 고객이 중요도가 높은 고객보다 수용 통제에서 우선 순위를 부여 받는 상황이 발생할 수 있음을 수리적으로 증명하였다. 따라서, 지연재고 수준이 높으면 중요도가 높은 고객주문이라 할지라도 수용 거절되는 상황이 발생할 수 있기 때문에, 장기적인 관점에서 제조기업은 사업의 안정성을 위협받게 된다.

이러한 중요성 때문에 최근에 복수 고객 계층을 갖는 생산/재고시스템에서 수요통제와 생산통제를 분석한 연구가 활발히 진행되어 오고 있다(Ha, 1997, Benjaafar and Elhafsi, 2006, Elhafsi, 2009, Iravani et al., 2012, Kim, 2012,

Kim, 2015, Ding et al., 2016, Bao et al., 2018 Ioannidis et al., 2019). 그런데 지금까지 복수 수요 계층을 갖는 생산/재고시스템을 연구한 기존 문헌들에서는 복수의 수요 계층은 사전에 주어졌다고 가정하고, 계층  $k$  고객이 도착할 확률을  $p_k$ 라고 전제한 후, 수요통제와 생산통제를 수행하는 정책들을 분석하였다.

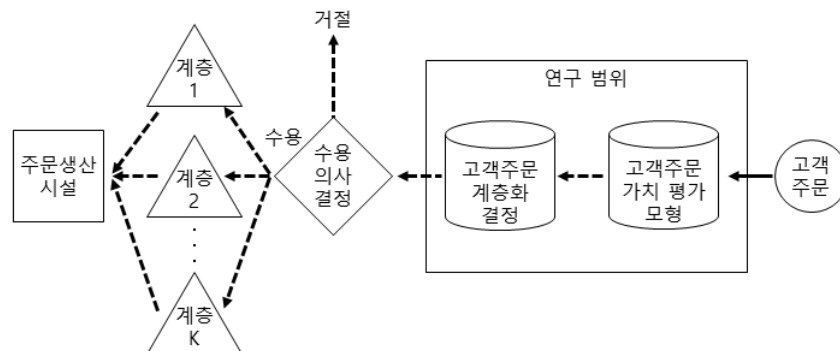
또한, 기존 문헌들에서는  $p_k$ 를 산출하는 과정에 대한 연구는 제시되지 않았고, 수치 실험에서는 저자들에 의해 그 값이 임의로 주어지는 한계를 보이고 있다. 복수 수요 계층을 갖는 생산/재고시스템에 대한 기존 문헌들의 연구결과가 효과성을 입증하기 위해서는 고객 수요를 실제로 계층화할 수 있는 방안이 전제되어야 한다.

고객을 계층화할 수 있는 한 가지 대안은 고객기업이 갖는 가치를 다양한 관점(재무적 성과, 거래기간, 거래 규모, 친환경 활동 등등)에서 평가하여 그 결과를 계량화하는 것이라고 할 수 있다.

이러한 고객가치평가모형은 금융기관에서 사용되고 있는 기업신용평가모형과 유사점이 있다. 기업신용평가모형은 채무기업의 채무이행능력에 영향을 미치는 제반요소를 종합적으로 분석, 평가하여 신용위험 정보를 제공하는 모델로 신용위험관리의 기본이 된다.

그러나 기업신용평가모형은 기업의 재무적 요소에 국한해서 평가 대상 기업의 가치를 판단하는 반면, 본 논문의 고객가치평가모형은 고객기업의 재무적 요소뿐만 아니라 공급망 기여도를 객관적으로 측정할 수 있는 평가 항목들을 도출하여 평가 대상 기업의 가치를 판단한다는 점에서 근본적인 차이가 있다.

그동안 공급망에서 다뤄진 위험관리연구로는 제조기업의 구매 및 주문 의사결정을 위한 공급자 다양화 전략(Morris, 2006, Tang and Kouvelis, 2011)과 재고관리시스템의 주문



<Fig. 1> The production system under consideration

량과 재고수준을 통제하거나 공급자 선별을 위한 공급자 위험 평가에 대한 연구(Kull and Talluri, 2008, Ho et al, 2015) 등이 있다. 그러나 위 연구들은 위험 평가를 위한 개념적인 프레임워크를 제안하는데 그치거나, 비재무요소를 과학적으로 계량화하기 위한 기법인 계층분화과정이 일부만 적용되고 있는 수준이다.

본 논문에서는 공급망에서 고객기업들의 가치 평가에 반영될 수 있는 공급망기여도 진단 지표들을 검토한 후, 고객 가치의 중요도를 계량화하고, 이를 토대로 고객주문을 계층화할 수 있는 평가모형을 제시한다. 또한, 실제 데이터를 사용하여 고객가치평가모형 구축 과정과 등급 도출 과정을 제시한다.

## 2. 고객가치평가모형 구축

고객기업의 가치를 평가하고, 산출된 결과 값을 토대로 고객주문을 계층화 하는 과정은 <Fig. 2>와 같이 수행된다.

고객가치평가모형 구축 단계에서는 고객 가치를 평가하기 위한 항목 도출과 단일/다변량 분석을 수행하기 위한 프레임워크를 제시한다. 고객주문계층화 단계에서는 고객가치평가모형의 결과 값을 기반으로 고객가치 계층화 기준인 계층별 컷오프를 산정하고, 고객기업들의 가치 분포를 제시한다.

### 2.1 고객가치평가모형을 위한 평가항목 도출

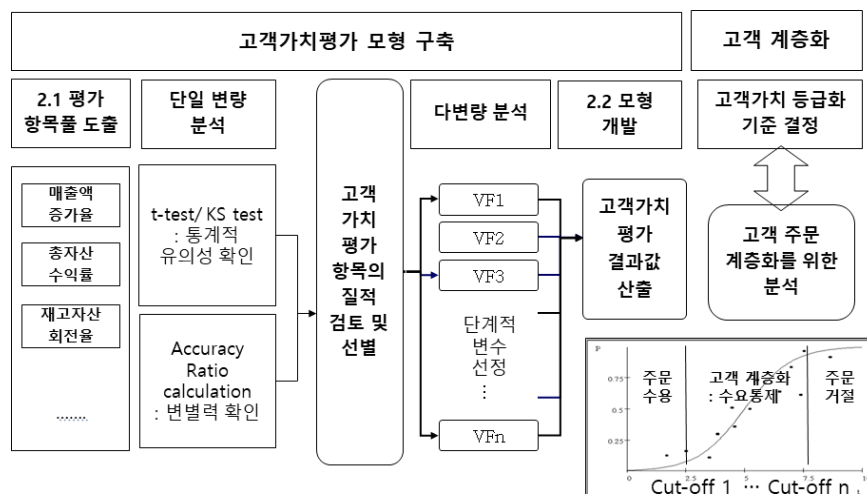
주문기업의 재무적 경영성과, 시장 지배력에 따른 영업성

과, 제품 거래대금 지불 관련 채무상환의지에 따른 신용도, 거래이력, 공급망 평가기관에서 사용하는 객관적인 공급망 기여도 지표 등 고객기업의 가치를 진단할 수 있는 항목들을 규명하고, 이를 기반으로 평가모형을 구축하는 것이 본 연구의 목적이다.

본 논문에서는 고객가치평가모형의 유의미한 평가항목 도출을 위하여 신용등급평가기관과 금융기관의 기업가치 및 경영평가를 위한 항목들과 가트너, Supply Chain Council, APICS 등의 기관에서 사용하고 있는 재고자산회전율과 매출액증가율 등 공급망 성과측정 지표들 및 과거의 유관 연구를 전반적으로 검토하여 고객의 저/고위험에 따른 고객가치를 진단하기 위한 항목의 유의성과 변별력을 평가하고자 한다. 본 논문에서는 실증 분석을 수행하기 위하여 135개의 평가항목을 선정하고, 기업가치를 평가하는 4가지 대분류 기준에 따라 항목을 구분하였다. <Table 1>은 기업가치를 평가하는 기준별 선정한 평가항목 풀의 예시이다. 총 135개의 평가항목들 중 고객 가치를 판단하는데 유의미한 항목들을 규명하기 위하여 통계 분석 및 질적 검토를 수행하였고 (실증분석 결과는 3.2에 서술), 각 기준별 다양한 평가항목이 포함되도록 고려하여 최적의 평가항목(X1~X10)을 결정하였다.

### 2.2. 고객가치평가모형 개발 방법론

본 논문은 고객가치평가모형을 개발하기 위하여 기업부도예측, 이탈고객예측, 카드사기거래예측 등 다양한 분류예측 모델에 활용된 방법론들을 검토하였다. 분류예측 모델



<Fig. 2> Procedure for customer value evaluation and classification



〈Table 1〉 Pool of evaluation factors

구분	평가항목
성장성	매출액증가율 (X8) 총자산증가율 영업이익증가율
안정성	부채비율 (X1) 유동비율 (X2) 자기자본비율 (X9)
수익성	EBIT/총자산 EBIT/매출액 ROA (X3) 금융비용/총자산 (X4) 재고자산 회전율 (X7)
유동성	현금자산비율 (X5) 당좌비율 차입금비율 (X6) 이자보상배율 (X10)

에는 로짓, 프로빗 분석, 다중판별분석 등의 통계적인 방법론이 전통적으로 이용되어 왔으나 (Altman, 1968; Gentry et al., 1985; Kaplan and Urwitz, 1979; Ohlson, 1980; Zmijewski, 1984) 분석 수행을 위해 충족해야 하는 통계적 가정이 한계점으로 지적되어 왔다. 특히 실제 기업 활동에서 발생하는 데이터에서 빈번하게 발생하는 독립변수들 간의 선형성, 정규성, 독립성 가정이 위배됨에 따라서 (Deakin, 1976), 통계적 방법론에 의하여 도출된 모형의 결과의 효과성과 타당성에 대한 문제가 제기되었다.

1980년대 후반부터 최근의 선행연구들은 분류예측 모델로 의사결정나무 (Chung and Tam, 1992, Breiman, 1984), 써포트 벡터 머신 (Mountrakis et al., 2011, Shin et al., 2005) 등 다양한 기계학습기법과 앙상블 기법 (Breiman, 1996, Breiman, 2001, Friedman et al., 2000, Friedl et al., 1999, Kotsiantis and Pintelas, 2004) 등을 대안으로 제시하고 있다. 각각의 분류 방법론들은 장단점을 가지고 있기 때문에 데이터의 신뢰성과 가용성에 따라서 적합한 모형 개발 방법론을 채택하고, 구축된 모형을 바탕으로 고객 가치를 측정하는 것이 중요하다.

본 논문에서는 과거 선행연구들과 실제 기업들의 운영에도 적용되어 사용되고 있는 다양한 모형 개발 선택 기준들을 감안하여 고객가치평가모형 개발에 의사결정나무를 기본모델로 하는 앙상블 기법을 적용하고자 한다.

## 2.2.1 앙상블 기법

의사결정나무는 독립변수들의 상대적 중요도를 명시적이고 시각적으로 나타내주어 모형을 이해하기 쉽고 해석이 용이하다. 그러나 설명력이 강한 장점에 반해, 학습 데이터의 작은 변화에도 생성되는 모형이 상이하여 모형의 안정성이 확보되기 쉽지 않고, 일반화하기에 다소 어려움이 있다. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위해 고안된 것이 앙상블 기법이다 (Breiman, 1996). 앙상블 기법은 단일 모형에만 의존하지 않고, 다수의 모형을 구축하고 이를 반영하여 최종예측 값을 도출하기 때문에 모형에서 도출된 결과에 신뢰성을 증가시킬 수 있다는 장점이 있다. 앙상블을 위한 다수의 모형을 생성할 때마다 다른 표본데이터나 독립변수가 사용되기 때문에 무작위성에 기반한 다양한 경우의 수가 고려되고 있어 과적합의 위험도 감소된다. 이와 같은 방식으로 구축된 앙상블 모델은 의사결정나무로 구축된 모형의 결과를 일반화하는데 한계를 보였던 방법론의 단점을 보완할 수 있다.

## 2.2.2 Random Forest

Random Forest(RF)는 학습을 위한 표본데이터를 무작위 복원추출로 선택하는 과정인 Bootstrap을 이용하여 무작위로 선택된 데이터로 구축한 의사결정나무로 이루어진 모형이다. 즉 Bootstrap으로 생성된 다양한 데이터로 구축된 의사결정나무들을 앙상블 기법인 Bagging(bootstrap aggregating)을 활용하여 하나의 모형을 도출한다. 다수의 의사결정나무에서 도출된 예측값들 중에서 최종 예측값을 선택하는 과정이 다수결의 원칙과 유사하여 Majority Voting 기법이라고도 한다 (Breiman, 2001).

RF는 변수와 학습용 데이터에 대해 무작위성을 포함하고 있어, 과적합 위험이 낮고, 잡음이나 이상치에 영향을 크게 받지 않으며, 일반화 오류를 낮춰 정확도가 높은 모형을 생성할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 다양한 변수 구성이나 표본 데이터를 생성하고, 여러 개의 모형을 구축해야하기 때문에 상대적으로 많은 학습시간이 소요될 수 있다는 단점이 있다 (Breiman, 2001).

## 2.2.3 Gradient Boosting Machine

Gradient Boosting Machine(GBM)은 앙상블 기법 중 Boosting을 활용한다. Boosting은 Bagging과 동일하게 초기 학습시에는 표본데이터를 생성하여 다수의 분류 모델을 구축하지만, 그 과정이 순차적(Sequential)으로 진행된다는 차이

점이 있다. Bagging은 다양한 표본데이터와 변수구성으로 각각 독립적인 분류 모델을 생성한다면 Boosting은 먼저 생성된 분류 모델의 결과값을 반영하여 점차 더 나은 분류 모델을 생성하는 방식이다. 따라서 Boosting은 약한 예측 모형들을 결합해 강한 예측 모형을 만드는 기법이다 (Friedman, 2001).

GBM은 경사 하강법(Gradient decent)에 의하여 각각의 단계에서 최적의 해를 찾아내는 Greedy 알고리즘을 기반으로 학습이 진행되므로 국소 최적해에서 전역 최적해를 도출하게 된다. 즉, 의사결정나무의 가지가 분리되는 시점에서 모델의 성과가 향상되지 않는 경우 자동으로 가지치기가 가능하여 과적합이 방지되고, 모델 생성시 수행하는 연산이 병렬처리되므로 학습 속도가 빠르다는 장점이 있다 (Friedman, 2001).

### 3. 실증 분석

#### 3.1 데이터 수집

본 실증 분석은 금융감독원의 전자공시시스템인 DART(Data Analysis, Retrieval, and Transfer) System (<http://dart.fss.or.kr/>)에서 추출한 2001년부터 2010년까지 외감/비외감 기업의 공시 재무제표를 대상으로 하였다. 본 실증 분석은 유통 기업을 대상으로 하고 있으며, 이를 위해 한국표준산업분류(KSIC, Korea Standard Industry Code)를

사용하였다.

〈Table 2〉 Description of data

구분	도수	비율
저위험 기업	3,478	96.7%
고위험 기업	131	3.6%
전체	3,609	100%

본 논문에서는 저위험기업과 고위험기업에 대한 분류는 영속적인 기업 활동이 불가능한 사건의 발생여부를 통해 판단하게 된다. 이 기준에 따라 저위험기업은 부도 사건이 발생하지 않은 기업으로, 고위험기업은 부도 사건이 발생한 기업으로 구분하였다.

데이터는 모형개발을 위한 훈련용 75%와 모형의 타당도를 평가하기 위한 테스트용 25%로 구분하여 개발 모형의 정확성과 안정성을 검증하였다.

#### 3.2 평가항목 분석

고객가치평가모형을 구축하기 위한 유의미한 입력변수를 선정하기 위하여 2.1에서 도출한 평가항목 풀의 총 135개 입력변수 후보들을 단일 변량 분석하였다. 〈Table 3〉과 같이 고객의 저/고위험 수준에 따른 고객가치를 평가하기 위하여 각

〈Table 3〉 Results of uni-variate variable analysis

번호	변수명	단일변량분석			
		t-test 통계량	t-test 유의수준	KS test 유의수준	Accuracy Ratio
x1	부채비율	-4.94	***	***	25.14
x2	유동비율	4.24	***	***	27.04
x3	ROA	3.34	**	***	25.28
x4	금융비용비율	-3.73	***	***	22.92
x5	현금자산비율	4.07	***	**	18.24
x6	차입금비율	-2.95	**	***	23.61
x7	재고자산 회전율	1.40			8.53
x8	매출액증가율	1.51		*	9.24
x9	자기자본비율	4.76	***	***	24.37
x10	이자보상배율	3.73	***	***	25.6

유의수준: 0 '\*\*\*'0.001 '\*\*'0.01 '\*'0.05 '.'0.1 "1

변수별 모수 통계분석인 t-test와 비모수 통계분석인 KS test를 통해 통계적 유의성을 확인하였고, Logistic Regression에 기반하여 위험 고객을 분류하는 정확도(accuracy ratio)를 산출하여 변별력을 평가하였다.

특히, 재고자산회전율과 매출액증가율은 가트너, Supply Chain Council, APICS 등의 기관에서 공급망 성과를 측정하는 중요한 지표로 기술하고 있어 단일 변량 분석 결과가 평가 항목 풀의 다른 후보 변수들 대비 상대적으로 좋지 않지만, 10개 변수에 포함시켰다.

단일 변량 분석에서 선별된 변수들을 대상으로 Logistic Regression 모형에 단계적 변수 선정기법을 적용하여 도출된 결과와 상관계수 분석 결과를 보완해 다수의 유의미한 변수군을 추출하여 검토하였고, 기업가치를 평가하는 4가지 대분류 기준별 다양한 평가항목이 포함되도록 고려하였다. 상관계수 분석을 위하여 2.1에서 정의한 기업가치를 평가하는 4가지 대분류 기준에 따른 각 집단에 속한 변수들의 상관계수를 도출하였다. 도출 결과 상관계수가 높은 변수들의 집단에서 변수의 의미를 고려하여 고객가치평가 모형 구축에 사용할 변수를 선정하였다. 이는 변수들간 다중공선성의 문제를 미연에 방지함으로써 모형의 유의성을 높이고, 단계적 변수 선정기법으로 선정되지는 않았지만 고객가치평가에 포함해야 할 중요한 변수를 선정하기 위한 과정이라고 할 수 있다.

고객가치평가 모형을 구축하기 위하여 선정한 10개 변수를

모두 포함하여 다변량 분석을 수행한 결과는 <Table 4>와 같다.

### 3.3 고객가치평가모형 구축

본 논문에서는 다양한 기계 학습을 구현하여 고객가치를 평가하기 위하여 분석 툴인 R을 사용하였다. 구축 모형은 전통적인 분류예측 모델로 사용되어온 통계모형인 Logistic regression(LR)과 기계학습 방법론 중 의사결정나무(DT)와 DT를 기본 모델로 사용한 앙상블 기법 RF, GBM을 이용하였다. 저/고위험 기업간 데이터 불균형 문제가 발생하였기 때문에 Synthetic minority sampling technique(SMOTE)를 이용하여 모형을 구축하였다.

<Table 5>의 결과와 같이 총 4가지의 분류예측 모델 중에서 앙상블 기법이 가장 우수한 성능의 모델이고 RF, GBM 앙상블 방법론간 무차별하게 유사한 성능을 보임을 알 수 있다. 구축된 모형의 성과를 평가할 지표로 ROC(Receiver Operating Characteristic) 곡선 아래의 면적 값인 AUC(Area Under the Curve)를 사용하였다. AUC는 0과 1사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 모델의 성능이 우수함을 나타낸다. Fig. 3과 Fig. 4의 훈련용, 테스트용 데이터 셋에 모형을 적용한 ROC 곡선을 살펴보면 앙상블 기법(RF, GBM) > DT > LR의 순서로 도식화된 것을 확인할 수 있다.

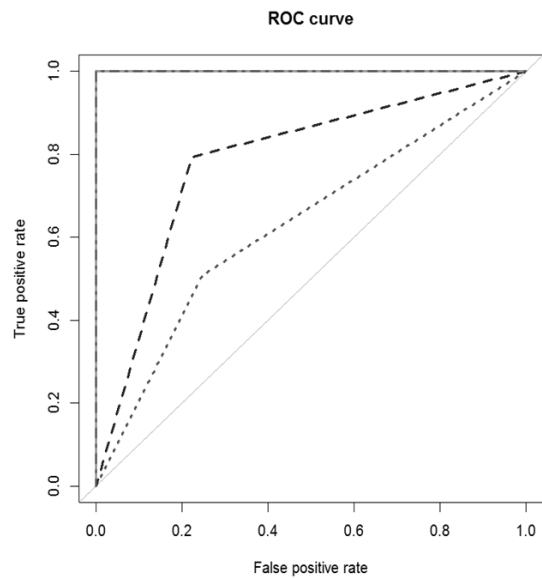
<Table 4> Results of multi-variate variable analysis

번호	변수명	다변량분석				
		Estimate	Std.	Error	z-value	유의수준
x1	부채비율	5.33E-03	1.69E-03	3.15	1.61E-03	**
x2	유동비율	1.93E-07	8.65E-08	2.23	2.58E-02	*
x3	ROA	-3.38E-06	9.85E-07	-3.43	6.08E-04	***
x4	금융비용비율	1.50E-01	2.17E-02	6.91	4.84E-12	***
x5	현금자산비율	-3.99E-04	1.30E-04	-3.06	2.19E-03	**
x6	차입금비율	2.45E-05	5.65E-06	4.33	1.49E-05	***
x7	재고자산 회전율	-3.60E-07	2.08E-07	-1.73	8.40E-02	.
x8	매출액증가율	-4.33E-08	5.32E-08	-0.82	4.15E-01	
x9	자기자본비율	2.13E-03	2.17E-03	0.98	3.27E-01	
x10	이자보상배율	3.45E-06	1.04E-06	3.34	8.43E-04	***

유의수준: 0 '\*\*\*'0.001 '\*\*'0.01 '\*'0.05 '.'0.1 '.'1

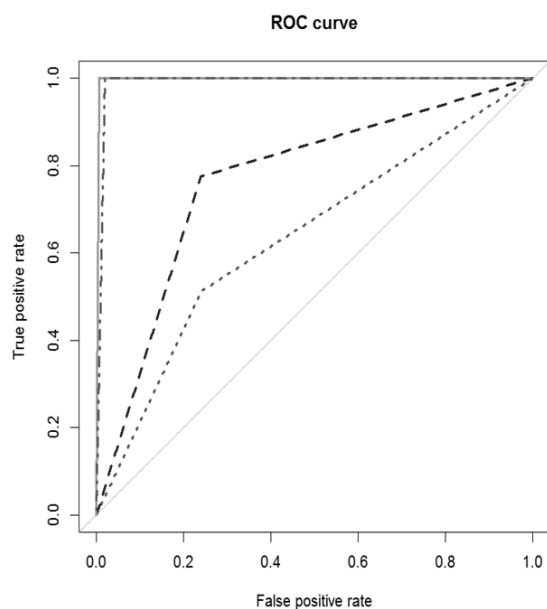
〈Table 5〉 Summary of the model development

모형 구분		훈련용	테스트용
기계 학습	통계모형	LR	0.630
	기본모형	DT	0.786
	양상불기법	RF	1
		GBM	1



LR: dotted DT: dashed, RF: solid, XGBosot: dotdash

〈Fig. 3〉 ROC curve of training data



LR: dotted DT: dashed, RF: solid, XGBosot: dotdash

〈Fig. 4〉 ROC curve of test data

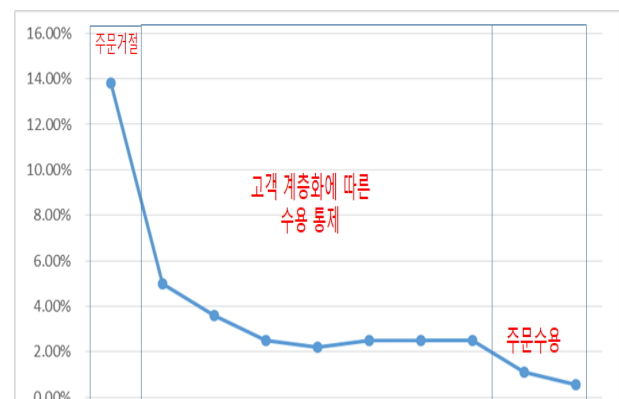
### 3.4 고객주문계층화

본 논문에서는 〈Table 6〉과 같이 위험기업에 대한 분포도를 이용한 고객가치등급평가표를 작성하여 계층화를 위한 분석을 수행하였다. 고객가치등급결정의 중요한 기준이 되는 등급평가표는 RF 양상불 모델에서 도출된 결과를 순위에 따라서 서열화한 후, 동일한 고객수가 포함된 10개의 등화률구간으로 구분한 후, 구간별 동일한 수의 관측치 중 위험한 고객수를 계산한 위험도를 산출한 것으로, 대상 고객의 가치를 계층화하는 기준 값을 도출하는데 활용된다.

이 등급산정기준에 따라 산출된 위험도를 분석하여 고객 주문의 가치를 평가하기 위한 분포를 도출하였고, 객관적인 기준에 따라 도출된 구간별 위험도를 기반으로 위험도가 높은 구간의 고객 주문은 거절하고, 위험도가 낮은 구간의 고객 주문은 즉시 수용하거나 통제하는 정책수립에 〈Fig. 5〉와 같이 활용하고자 한다.

〈Table 6〉 Summary of customer value evaluation

구간	위험도
1등급	12.98%
2등급	4.14%
3등급	3.31%
4등급	3.59%
5등급	2.76%
6등급	2.21%
7등급	3.31%
8등급	1.66%
9등급	1.38%
10등급	0.85%



〈Fig. 5〉 Example of the application of customer order classification results to the admission control

#### 4. 결론

본 논문은 공급망에서 고객 가치를 판단할 수 있는 항목들을 규명하고, 이를 기반으로 고객을 계층화할 수 있는 프레임워크를 제시하였다. 본 논문의 연구 결과는 복수수요계층을 갖는 제조기업의 주문수용통제, 주문생산일정계획수립, 그리고 부품생산계획수립 등 공급망 운영역량의 고도화를 달성하는데 기여할 수 있을 것이다. 특히, 경쟁의 강도가 매우 치열한 제조산업에서 주문수용통제를 탄력적으로 운영할 수 있는 역량은 기업에게 확실한 경쟁 우위를 제공해줄 수 있다는 점에서 본 논문의 의의가 있다고 할 수 있다.

최근, 차별화된 제품과 서비스를 제공하는 능력이 시장경쟁 우위 확보를 위한 주요 핵심 역량으로 인식되면서 제조산업에서 스마트 공급망 관리의 중요성이 대두되고 있다. 본 논문은 빅데이터 플랫폼 내에서 대규모 데이터와 다양한 분석기법을 결합하여 과학적이고 차별화된 고객가치평가를 수행함으로써 스마트 공급망을 실현하기 위한 기반을 마련하였다는 점에서도 의의가 있다고 할 수 있다.

#### REFERENCES

- [1] Altman, E. I., (1968), "Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy", *The Journal of Finance*, Vol. 23(4), pp. 589-609.
- [2] Bao, L., Liu, Z., Yu, Y., and Zhang, W. (2018), "On the decomposition property for a dynamic inventory rationing problem with multiple demand classes and backorder", *European Journal of Operational Research*, Vol. 265(1), pp. 99-106.
- [3] Benjaafar, S. and Elhafsi, M. (2006), "Production and inventory control of a single product assemble-to-order system with multiple customer classes", *Management Science*, Vol. 52, pp. 1896-1912.
- [4] Breiman, L. (1984), *Classification and Regression Trees*, Chapman & Hall/CRC.
- [5] Breiman, L. (1996), "Bagging predictors", *Machine Learning*, Vol. 24 (2), pp. 123-140.
- [6] Breiman, L. (2001), "Random forests", *Machine Learning*, Vol. 45 (1), pp. 5-32.
- [7] Chung, H. and Tam, K. (1992), "A comparative analysis of inductive learning algorithm", *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, Vol. 2, pp. 3-18.
- [8] Deakin, E. B. (1972), "A Discriminant Analysis of Predictor of Business Failure", *Journal of Accounting Research*, Vol. 10, pp. 167-179.
- [9] Ding, Q., Kouvelis, P., and Milner, J. (2016), "Inventory Rationing for Multiple Class Demand under Continuous Review", *Production and Operations Management*, Vol. 25 (8), pp. 1344-1362.
- [10] Elhafsi, M. (2009), "Optimal integrated production and inventory control of an assemble-to-order system with multiple non-unitary demand classes". *European Journal of Operational Research*, Vol. 194, pp. 127-142.
- [11] Friedl, M.A., Brodley, C.E., Strahler, A.H. (1999), "Maximizing land cover classification accuracies produced by decision trees at continental to global scales", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 37(2), pp. 969-977.
- [12] Friedman, J. (2001), "Greedy function approximation: a gradient boosting machine", *Annals of Statistics*, Vol. 29(5),



- pp. 1189–1232.
- [13] Friedman, J., Hastie, T. and Tibshirani, R. (2000), “Additive logistic regression: a statistical view of boosting”, *Annals of Statistics*, Vol. 28(2), pp. 337–407.
- [14] Gentry, J. A., Newbold, P. and Whitford, D. T. (1985), “Classifying bankrupt firms with funds flow components” *Journal of Accounting Research*, Spring, Vol. 23(1), pp. 146–160.
- [15] Ha, A. Y. (1997), “Inventory rationing in a make-to-stock production system with several demand classes and lost sales”, *Management Science*, Vol. 43, pp. 1093–1103.
- [16] Ho, W., Zheng, T., Yildiz, H. and Talluri, S. (2015), “Supply chain risk management: a literature review”, *International Journal of Production Research*, Vol. 53(6), pp. .
- [17] Ioannidis, S., Xanthopoulos, A. S., Sarantis, I., and Koulouriotis, D. E. (2019), “Joint production, inventory rationing, and order admission control of a stochastic manufacturing system with setups”, *Operational Research*, Forthcoming.
- [18] Iravani, S., Liu, T., Simchi-Levi, D. (2012), “Optimal production and admission policies in make-to-stock/ make-to-order manufacturing systems”, *Production and Operations Management*, Vol. 21, pp. 224–235.
- [19] Kaplan, R. S. and Urwitz, G. (1979), “Statistical models of bond ratings: A methodological inquiry”, *Journal of Business*, Vol. 52(2), pp.2 31–262.
- [20] (1) Kim, E. (2012), “Coordinated production control and inventory rationing in a two-stage make-to-stock tandem production system”, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 12(1), pp. 49–57.
- [21] Kim, E. (2015), “Optimal production and admission policy in a make-to-order system with two customer classes”, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 15(2), pp. 29–33.
- [22] Kim, E., and Van Oyen, M. P. (2018), “Optimal admission and production rate control for a two-class make-to-order manufacturing system”, Working Paper.
- [23] Kotsiantis, S., Pintelas, P. (2004), “Combining bagging and boosting”. *International Journal of Computational Intelligence*, Vol. 1(4), pp. 324–333.
- [24] Kull, T. and Talluri, S. (2008), “A supply risk reduction model using integrated multicriteria decision making”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 55(3), pp. 409–419.
- [25] Mountrakis, G., Im, J., Ogole, C. (2011), “Support vector machines in remote sensing: a review”, *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 66(3), pp. 247–259.
- [26] Morris, K. (2006), Virtex-5 is alive: The high end gets higher. [http://fpgajournal.net/fpgajournal/feature\\_articles/20060516\\_virtex/](http://fpgajournal.net/fpgajournal/feature_articles/20060516_virtex/).
- [27] Ohlson, J. (1980), “Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy”, *Journal of Accounting Research*, Vol. 18(1), pp. 109–131.
- [28] Shin, K., Lee, T., and Kim, H. (2005), “An Application of Support Vector Machines in Bankruptcy Prediction Model”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 28, pp. 127–135.
- [29] Tang, S. Y., and Kouvelis, P. (2011), “Supplier diversification strategies in the presence of yield uncertainty and buyer competition”, *Manufacturing & Service Operations Management*, Vol. 13(4), pp. 439–451.
- [30] Zmijewski, M. E. (1984), “Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models,” *Journal of Accounting Research*, Vol. 22, pp. 59–82.





김 현 정

이화여자대학교 통계학과 학사  
 이화여자대학교 경영학과 석사  
 이화여자대학교 경영학과 박사  
 현재: 서울과학종합대학원대학교 교수  
 관심분야: 지능형 의사결정지원시스템,  
 기계학습, 인공지능 응용 및 빅데이터 분석



김 은 갑

서울대학교 산업공학과 학사/석사  
 Northwestern University 박사  
 University of Toronto 경영대학 박사후  
 과정  
 삼성SDS 수석컨설턴트  
 현재: 이화여대 경영대학 교수  
 관심분야: SCM, Simulation, Stochastic  
 optimization

## 머신러닝 기반의 폐가전제품 무상방문수거 서비스 수거시간 수준 예측 방법론\*

김영선\* · 이용조\*\* · 최예림\*\*\* · 김현수\*\*\*\*†

경기대학교 산업경영공학과

### A Machine Learning Based Prediction Method of Collection Time Level for Free Visit and Pickup Service of End-of-Life Consumer Electronics

Young Seon Kim\* · Yong Cho Lee\*\* · Yerim Choi\*\*\* · Hyunsoo Kim\*\*\*\*†

Department of Industrial & Management Engineering, Kyonggi University

The Free Visit and Pickup Service collection drivers have been getting paid the national standard price for collecting End-of-Life (EOL) Consumer Electronics (CE) which is causing a deviation in wages and labor. In this study, 18 different factors affecting the collection of EOL CE was selected as the independent variable. The experiment was conducted to predict the collection time levels classified into five categories using machine learning models. In order to improve the performance levels of the models, variables were selected using genetic algorithm. As a result, 7 of 18 independent variables were selected for the study. The machine learning models used were Decision Tree, Random Forest, Gradient Boosting, Support Vector Classification, and Multi-Layer Perception, while the Hyper parameter was set based on the Grid search. The evaluation index used the F1 Score due to the data imbalance and the results identified the MLP model to have the highest F1 Score of 0.651.

**Keyword :** Free Visit and Pickup, Genetic Algorithm, Machine Learning, Grid-Search, F1 Score, Hyperparameter

---

\* 본 연구는 2019년도 경기대학교 대학원 연구원장학생 장학금 지원에 의하여 수행되었음

† **Corresponding Author :** Department of Industrial and management Engineering, Kyonggi university, 154-42, Gwanggyosan-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea. Tel: 031-249-9753, E-mail: hskim@kyonggi.ac.kr

**Received :** 4 September 2019, **Revised :** 10 October 2019, **Accepted :** 10 October 2019

## 1. 서론

폐가전제품 처리에 대한 의무가 강화됨에 따라 2003년 생산자책임재활용 제도가 시행되었다(Lee et al., 2014). 이후 냉장고, 세탁기, 에어컨, TV 등 대형 폐가전제품을 대상으로 한 무상방문수거 서비스는 2012년부터 서울시 6개 지역(구로, 관악, 성동, 성북, 강북, 서초)에서 시범사업으로 시작되어, 현재는 소비자가 무상방문 수거 업체로 수거 예약을 신청하면 해당 날짜에 수거기사가 방문하여 무상으로 폐가전제품을 수거하는 서비스가 전국적으로 확대 시행되고 있다(Kim et al., 2013). 그림 1은 무상방문수거 서비스를 통해 처리되는 폐가전제품 재활용 처리량을 보여주고 있다(KERC 2018).

표 1은 무상방문수거 수거기사가 지급받게 되는 폐가전제품별 수거단가와 표준수거시간의 예시로 총 51개의 폐가전제품이 이에 해당된다. 표준 수거시간은 다양한 수거환경에서 각 제품 별로 수거지점에서 수거차량까지 수거하는데 걸리는 시간을 반복적으로 측정하여 제품 별 표준 수거시간의 기준을 잡았으며, 제품 별 수거하는데 걸리는 시간에 비례하도록 단가를 책정하였다. 폐가전제품별 수거단가는 해당 업체의 데이터 보안상 본 논문에서는 비율로 표기하였다 (RCL 2018).

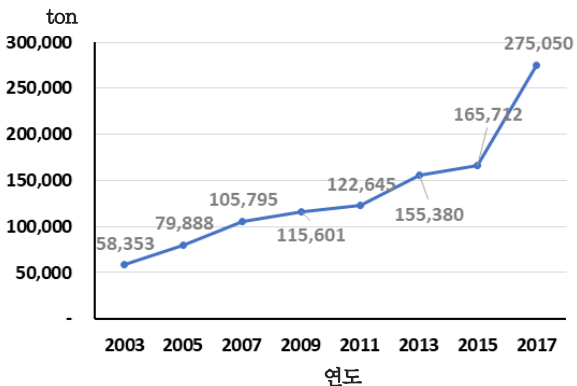


Figure 1. 폐가전제품 재활용 처리량

Table 1. 폐가전제품별 수거단가 및 표준수거시간 비율(예시)

폐가전 품목	단가	표준 수거시간
가정용 냉장고	0.0510	0.0490
김치냉장고(스탠드)	0.0522	0.0361
일반세탁기	0.0307	0.0425
에어컨실내기	0.0302	0.0361
텔레비전(CRT)	0.0162	0.0129

그림 2는 폐가전제품별 수거단가와 표준 수거시간의 상관관계를 나타내는 산점도로 강한 상관관계(상관계수: 0.945)를 나타낸다. 이를 통해 폐가전제품별 수거단가는 폐가전제품별 표준수거시간을 기반으로 책정되었다고 확인할 수 있다. 전국적으로 표준화된 폐가전제품별 수거단가는 수거기사들의 불만을 야기시키고 있다. 이는 실제 폐가전제품 수거에 요구되는 수거시간과 노동력은 폐가전제품의 유형뿐만 아니라 수거지의 환경(승강기 유무, 배출장소 등)에 영향을 받기 때문이다. 하지만 현재 수거기사들의 경우 수거한 폐가전제품의 양에 비례해 인건비를 지급받고 있어, 환경의 문제로 수거시간이 많이 소요되는 경우 손해를 볼 수밖에 없다.

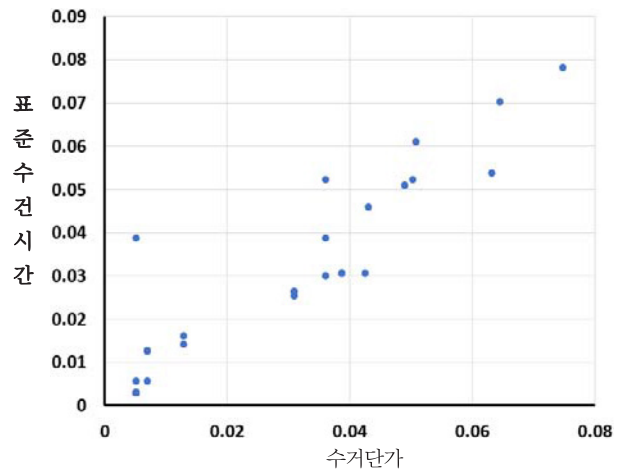


Figure 2. 표준 수거시간 대 수거단가의 산점도

실제 2018년도 1월 경기도를 기준으로 가정용냉장고 1대의 배출 위치(집안 혹은 집밖)에 따른 수거시간의 차이를 분석한 결과 집안으로부터의 수거는 수거시간이 평균 12분이었고, 집밖으로부터는 평균 8분으로 확인되어 배출장소에 따라 약 4분의 수거시간 차이가 발생함을 확인할 수 있었다(RCL, 2018). 따라서 본 연구에서는 수거환경에 따라 수거시간 수준을 부여함으로써, 동일한 폐가전제품을 수거하더라도 수거시간 수준을 고려하여 다양한 폐가전제품별 수거단가를 지급 받을 수 있도록 하는 것을 연구목적으로 삼고 있다.

이로써, 본 연구의 목표는 머신러닝 모델들을 활용하여 각 수거지의 수거환경에 따른 수거시간 수준을 예측하고 이를 실제 수거수준과 결과를 비교하여 성능이 가장 좋은 모델을 선정하는 것을 연구목표로 하고 있다. 이를 통해 수거기사들에게 수거업무를 할당 시 수거시간 수준에 따라 업무를 분배하여 업무노동 및 급여 편차를 개선시킬 수 있다고 기대한다. 본

논문은 다음과 같이 구성된다.

1장에서는 연구 배경, 목적 그리고 목표를 설명하고, 2장에서는 머신러닝 모델을 활용한 선행연구를 조사 및 머신러닝 모델에 대해 설명하며, 3장에서는 무상방문수거 서비스 데이터 소개, 처리방법을 소개한다. 4장에서는 실험결과를 정리하고, 최종적으로 5장에서는 본 연구의 결론 및 기대 효과를 소개한다.

## 2. 배경이론

### 2.1 머신러닝

머신러닝이란 컴퓨터가 스스로 학습할 수 있도록 하는 모델을 개발하는 것으로써, 크게 지도학습방법, 비지도 학습방법, 강화학습방법으로 나누어진다(Heo et al., 2018). 본 연구에서 사용된 학습방법은 지도학습으로 종속변수가 존재하는 데이터를 사용하여 이를 예측하는데 사용되는 연구방법이다. 주로 분류(Classification), 추천(Recommendation), 회귀(Regression)에 활용되며 본 연구에서는 분류(Classification) 연구방법을 활용하였다(Park et al., 2019).

분류 연구방법은 예측결과 값과 실측값의 정확도를 비교하는 방식으로 실시된다(Kim et al., 2018). 지도학습 관련한 머신러닝의 선행연구로는 버스 루트 및 운영시간 데이터를 중점으로 머신러닝 모델을 활용하여 버스 정류장에 도착하는 버스 시간을 예측하는 연구가 있었으며(Nam et al., 2016), 영화산업에서 다양한 변수들을 기반으로 머신러닝을 이용하여 개봉 후 주별로 관람객들을 예측하는 연구를 진행하였다(Song et al., 2018).

건물에너지 분야에서는 에너지 사용량 예측모델 개발 및 선정을 위한 연구를 진행하였으며(Yoon et al., 2018), 그 이외에 제조산업, 열에너지, 의학 등 다양한 분야에서 머신러닝 연구가 진행되어 오고 있다(Kim et al., 2019). 머신러닝은 현재 많은 산업분야에서 이미 확보된 빅데이터를 활용한 다양한 연구가 진행되고 있으나 아직까지 폐가전제품을 회수하는 역물류 분야에 머신러닝 모델들을 이용한 연구는 미흡한 상황이다. 기존의 지도학습과 관련한 방법론은 표 2와 같다.

Table 2. 머신러닝 지도학습 방법론

연구자 및 연도	연구 분야	연구 내용
Konstantina Kourou와 4명(2015)	암 진단 및 예측 연구	기계학습 모델을 적용한 암 진단 및 예측 연구
남녀민, 김준하, 박문주(2016)	버스도착 시간 예측 연구	다양한 경로 환경에서 머신러닝 기법을 사용 한 버스 도착 시간 예측 연구
송정아, 최근호, 김건우(2018)	주간 박스오피스 예측	기계학습 기법을 활용한 주간별 관람객 수 예측 및 모델 선정
윤영란, 이명훈, 문현준(2018)	건물에너지 예측 모델 성능 비교	머신러닝 모델을 사용한 건물에너지 예측 모델 성능 비교
김병섭, 이찬홍(2019)	베어링의 잔여수명 예측	기계학습 알고리즘을 적용한 잔여수명 예측 비교
박소희, 최대선(2019)	마감 시간 예측 모델 연구	기계학습 알고리즘을 활용한 우수 예측 모델 연구
장지훈, 백주미, 손은조, 이주상(2019)	열에너지 수요 예측 머신러닝 모델 연구	데이터 추출 후 기계학습을 통해 열에너지 수요예측 모델을 구현

### 2.2 머신러닝 모델

본 연구에서 사용된 머신러닝 모델은 Decision Tree(DT), Random Forest(RF), Gradient Boosting(GB), Support Vector Classification(SVC), Multi Layer Perception(MLP)이다.

DT 모델은 Yes 또는 No로 가치를 내려 Tree 모형을 띄며 대표적으로 모델의 성능을 위해 변경되는 Parameter는 사전 가지치기 방법들이 있으며 노드와 리프로 구성된 모델이다(Andreas et al., 2018).

RF 모델은 다양한 Tree 모델을 섞은 앙상블 모델이라 할 수 있으며 마찬가지로 대표적인 Parameter는 모델의 고려할 독립변수들의 개수라 할 수 있지만 RF는 기본 모델 또한 좋은 성능을 낼 때가 많다고 한다(Andreas et al., 2018).

GB 모델은 RF와 비슷한 방식으로 여러 개의 Tree를 군집하여 모델을 만드는 방법으로 RF와의 차이점은 Tree의 오차를 보완하는 방식으로 모델을 생성하게 되며 Parameter 중 학습률(learning rate)을 이용하면 성능을 다양하게 변경할 수 있다(Andreas et al., 2018).

SVC 모델은 종속변수 값들의 경계가 되는 Support Vector

들을 만드는 모델로 SVM(Support Vector Machine)이라고도 불리며 분류의 결정은 Support Vector들의 거리에 기반하면서도 Vector의 정확도는 Training 과정을 통해 학습된다(Andreas et al., 2018). SVC에서 중요한 Parameter는 C와 gamma라 할 수 있다(Andreas et al., 2018).

MLP 모델은 통상 신경망 알고리즘이라고도 부르며 그림3과 같은 모델 형상을 하고 있다(Andreas et al., 2018). MLP 모델에서 중요한 Parameter는 은닉층의 유닛 개수와 은닉층의 수라 할 수 있다(Andreas et al., 2018).

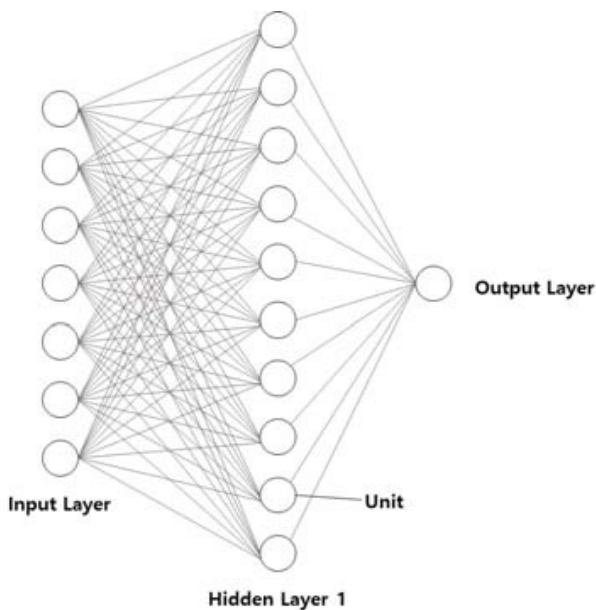


Figure 3. MLP 모델 형상

### 3. 데이터 구성

#### 3.1 데이터 개요

본 연구의 사용된 데이터는 전국의 무상방문수거 서비스를 통해 수거된 폐가전제품의 정보 데이터로 고객, 수거제품, 수거기사, 수거차량, 수거단가, 표준 수거시간 등 수거와 관련된 정보를 포함하고 있다. 전처리 되지 않은 데이터는 총 98,043개이며 표3은 본 연구에서 사용된 독립변수와 종속변수의 정보이다.

Table 3. 독립변수 및 종속변수 정보

데이터 Type	독립변수	설명 및 구분
명목형	수거지	(일반가정, 사업자)
	주거환경	(단독주택, 빌라, 아파트, 연립주택)
	승강기	(유, 무)
	제품 인입경로	(현관문, 창문)
	폐가전제품 배출위치	(집 안, 집 밖)
	명목형 수거기사	전국 수거기사 이름으로 구분됨 (84명)
	희망 배출시간	(오전, 오후, 미지정)
	주소 (시군구)	시, 군, 구로 구분됨 (217지역)
	미수거사유	(분실, 취소, 기타, 미지정)
	집하장	폐가전제품들의 하차장 (101곳)
수치형	차량종류	(1t, 2.5t)
	수거제품 용적합	하나의 수거지에서 수거된 제품 부피합
	수거제품 금액합	하나의 수거지에서 수거된 제품들의 금액합
	수거제품 수량합	하나의 수거지에서 수거된 제품들의 수량합
	예약제품 용적합	하나의 수거지에서 예약된 제품 부피합
	예약제품 금액합	하나의 수거지에서 예약된 제품들의 금액합
	예약제품 수량합	하나의 수거지에서 예약된 제품들의 수량합
	이동거리	하나의 수거지에서 다른 수거지 까지 이동 거리
데이터 Type	종속변수	설명 및 구분
범주형	수거시간	하나의 수거지에서 수거하는데 걸리는 수거 시간의 Labeling(1~5)

독립변수는 명목형, 수치형으로 분류되고 종속변수는 범주형으로 분류된다. 독립변수 수치형 변수 중 용적합은 무상방문수거 업체에서 보유하고 있는 폐가전제품별 표준 부피를 이용하여 하나의 수거지에서 수거되는 폐가전제품들의 부피합을 나타낸다. 종속변수는 1에서 5까지로 분류한 수거시간 수준을 나타내는 범주형 데이터이다.



### 3.2 데이터 전처리

데이터의 전처리 과정은 그림 4와 같다. 첫 번째로 폐가전 제품별 수거단가와 표준 수거시간 및 수거차량 정보를 추가한 총 28개 변수 중에서 수거시간에 영향을 주는 수거환경 변수들을 무상방문수거 서비스업체의 전문가 의견을 종합하여 18개의 독립변수를 선정하였다. 수거기사가 하나의 수거지에서 수거하는 수거시간을 도출하기 위하여 각 수거기사, 수거일자, 수거지 도착시간을 오름차순으로 정렬한 뒤, 도착시간의 차를 이용하여 각 수거지에서의 소요시간을 계산하였다.

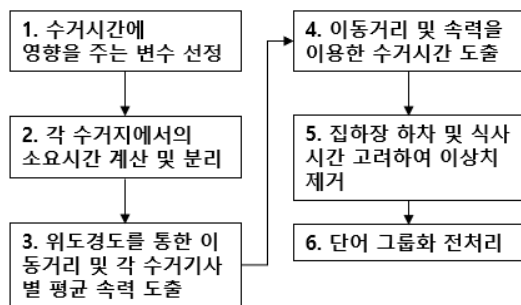


Figure 4. 데이터 전처리 과정

소요시간은 수거차량의 이동시간과 실질적으로 수거를 진행한 시간이 합쳐진 시간이기 때문에 각 수거기사별 평균 이동속도와 수거지 별 위도 및 경도를 통한 이동거리를 계산하여 차량의 이동시간과 실질적으로 수거를 진행한 시간을 분리하였다. 이때, 이동거리는 Moritz의 위도 및 경도를 통한 이동거리 계산방법을 사용하였다(Kim et al., 2018). 본 연구에서는 수거지에서 수거한 시간을 “수거시간”이라 정의하였다. 이후에 수거기사들의 점심시간과 수거된 폐가전제품의 집하장 하차로 인하여 발생하는 이상치 데이터를 제거하는 작업을 Tukey가 개발한 박스 플롯 분석방법을 사용하여 진행하였다(Park et al., 2018).

추가적으로 수거기사 별 평균속력을 사용함으로써 발생하는 수거시간의 에러값과 고객이 수거신청 시 입력하지 않은 데이터 정보들을 제외하고 진행하였다. 최대한 고객의 미입력 데이터를 연구에 사용하기 위해 주소 변수에서 아파트의 경우 “@”, “단지”, “아파트브랜드” 등 주거환경을 아파트로 인식시키기 위하여 비슷한 단어 요인들을 그룹으로 묶어 “아파트”로 변환시켜주는 작업을 진행하였다. 이러한 전처리 과정은 승강기의 존재 유무성과 폐가전제품의 배출위치(집 안 또는 밖)에 대해서도 작업이 진행되었다.

전처리 과정을 거친 데이터의 수거시간 범위는 1분~45분까지 다양하게 나타났으며 본 연구에서는 수거시간을 5개 범주로 분류하였다. 표 4는 수거시간을 5개의 범주로 나눈 것과 각 수거시간 별 데이터 개수이다.

Table 4. 수거시간 수준 분류

수거시간	수준	데이터 개수
$\leq 9\text{min}$	1	3,506
$9\text{min} < x \leq 18\text{min}$	2	1,420
$18\text{min} < x \leq 27\text{min}$	3	375
$27\text{min} < x \leq 36\text{min}$	4	118
$36\text{min} < x \leq 45\text{min}$	5	63
총		5,482

### 3.3 변수 선정

머신러닝 모델의 성능을 향상시키기 위해서 18개의 독립변수들 중 변수 선정(Feature Selection: FS)작업을 GA(Genetic Algorithm)를 사용하여 진행하였다. GA는 생물 진화원리를 기반으로 1975년 Holland가 처음 착안하였고 선택(Selection), 교차(Crossover), 돌연변이(Mutation), 대체(Replacement)과정을 통해 진행되는 휴리스틱 기법이다(Lee 2011). 그림 5는 GA의 한 Generation이 발생하기 위하여 수행되는 과정을 나타낸다.



Figure 5. GA 수행 과정

GA기법은 기존 PCA, Backward, Forward, Step Wise 등의 다양한 FS기법보다 최적화 문제에 효율적이며 지역 최적해에 빠지지 않고 전역해를 찾아 간다는 특징을 갖고 있는 FS 방법 중 하나이다(Lee 2011). 본 연구에서는 FS과정에서 GA를 활용하기 위하여 표 3의 명목형 변수들은 Label Encoding하여 지정하였고, 수치형 데이터는 0~1로 정규화를 진행하였다. 본 연구에서는 GA의 Parameter를 표 5와 같이 설정한 후 FS를 실시하였다.

Table 5. GA에 사용된 Parameter

GA Parameter	값
Number of generations	7
Number of chromosomes in population	200
Number of best chromosomes to select	40
Number of random chromosomes to select	40
Number of children created during crossover	5
Probability of chromosome mutation	0.05

Table 6. GA를 통해 선정된 변수

데이터 Type	변수	설명
명목형	주거환경	단독주택, 빌라, 아파트, 연립주택으로 구분
	승강기	승강기 유, 무로 구분
	제품 인입경로	문, 창문으로 구분
	폐가전제품 수거위치	집 안, 밖으로 구분
수치형	수거제품 용적합	하나의 수거지에서 수거된 제품 부피합
	수거제품 금액합	하나의 수거지에서 수거된 제품들의 금액합
	수거제품 수량합	하나의 수거지에서 수거된 제품들의 수량합

기존 18개의 독립변수 중에서 GA를 통해 FS를 한 결과, 명목형 변수 4개와 수치형 변수 3개가 선정되었다. 따라서, 선정된 7개의 독립변수를 기반으로 머신러닝 모델의 적용하였다.

### 3.3 머신러닝 모델 적용

본 연구에서는 다양한 머신러닝 모델들의 수거시간 수준 예측 결과를 비교하여 가장 우수한 모델을 선정하는 연구를 진행하였다. 평가 실험은 확보된 데이터를 무작위로 Training Set와 Test Set을 7:3 비율로 분리하여 각 모델 별 성능이 좋은 경우의 최적의 Parameter로 설정한 후 30회씩 반복하여 성능평가를 실시하였다. 그림 6은 FS와 머신러닝 모델 진행과정을 흐름도로 나타낸 그림이다.

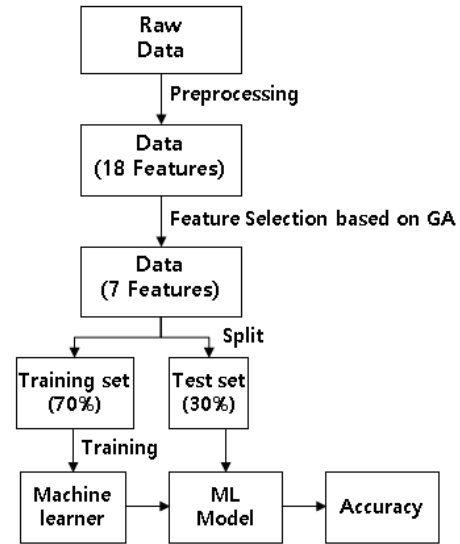


Figure 6. 모델 적용 진행과정

표 4와 같이 종속변수의 데이터 수 분포는 불균형하기 때문에 본 연구에서는 F1 Score를 사용하여 모델들의 성능을 비교 평가 하였다. F1는 정밀도(Precision)와 재현율(Recall)을 이용하여 성능을 측정하는 계산방법이라 할 수 있다(Peng Qian et al., 2019). 정밀도는 이진 분류에서 컴퓨터가 양성으로 예측한 것중 실제 양성 샘플이 어느정도 인지 측정하는 기준이라 할 수 있고 재현율은 전체 실제 양성 샘플 중 컴퓨터가 양성샘플을 얼마나 분류 하였는지 측정하는 기준이라 할 수 있다(Andreas et al., 2018). F1 Score의 공식은 다음과 같다(Andreas et al., 2018).

$$F1\ Score = 2 \times \frac{\text{정밀도} \times \text{재현율}}{\text{정밀도} + \text{재현율}}$$

본 연구는 다중 분류 분석에 속하므로 각 종속변수의 수준 별 F1 Score의 평균값을 기준으로 각 모델들의 성능을 비교하여 보았다. 이때 F1 Score에서는 micro 평균을 사용였다. micro 평균은 모든 종속변수들의 수준 개수를 헤아린 후에 정밀도와 재현율을 계산하는 방법이다(Andreas et al., 2018).

## 4. 실험 결과

본 연구에서는 2018년 1월 제주도를 제외한 전국에서 수거된 데이터를 기반으로 수거시간을 5개 수준으로 분류한 후 머신러닝 모델들을 적용하여 평균 F1 Score가 가장 높은 최적의

모델을 선정하는 것을 연구목적으로 한다. 그림7은 머신러닝 모델들의 F1 Score를 비교한 결과이다.

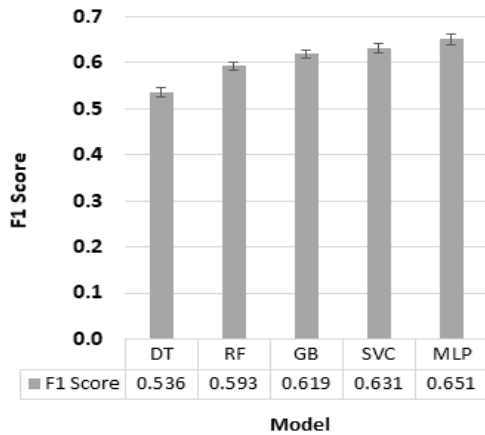


Figure 7. F1 Score 결과 비교

결과적으로 Multi Layer Perception(MLP) 모델의 F1 Score가 0.651으로 가장 높음에 따라 MLP 모델을 이용하여 수거시간 수준을 예측하는 것이 가장 우수한 모델을 사용하는 것이라 판단되었다. 사용된 MLP 모델의 Parameter는 표 7과 같다.

Table 7. MLP 모델에 사용된 Parameter

Parameter	설정 값
은닉층의 유닛 개수	[10,100,7,7,10]
은닉층의 수	5

본 연구에서 변경한 Parameter는 은닉층의 유닛 개수와 은닉층의 수이다. MLP모델에서는 은닉층의 유닛 개수 및 은닉층 수 이외에 비선형 함수인 ReLU나 하이퍼 볼릭 탄젠트 또는 alpha 등 다양한 Parameter가 존재한다(Andreas et al., 2018). 그러나, 은닉층의 유닛 개수와 은닉층 수는 MLP 모델에서 가장 중요한 Parameter로 본 연구에서는 두 Parameter만 변형시켜 최적의 성능을 내는 모델을 구현하였다.

은닉층 유닛 개수 중 7을 사용한 이유는 사용되는 독립변수만큼 은닉층의 유닛 개수를 사용하는 것이 보통이며 유닛수가 수천 초중반을 넘는 일은 흔하지 않기 때문이다(Andreas et al., 2018). 그림 8은 MLP 모델의 최적의 성능을 내는 parameter를 찾기 위해 진행된 Grid-Search방법을 도식화 한 그림이다. Grid-Search란 변경의 대상이 되는

Parameter를 기준으로 다양한 조합을 시도하여 성능을 높이는 방법을 찾는 것을 의미한다(Andreas et al., 2018).

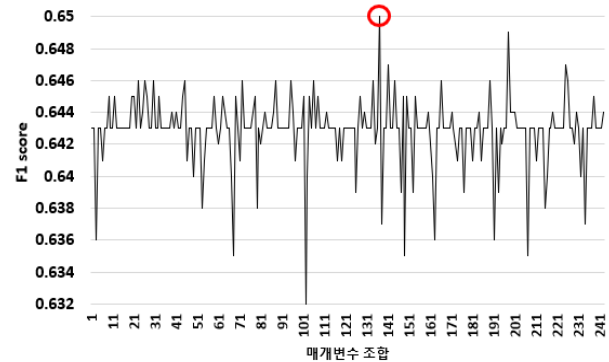


Figure 8. 매개변수 조합 별 F1 Score 비교

본 연구에서는 사용한 Parameter 조합은 은닉층의 유닛 개수 [7,10,100]과, 은닉층의 수는 1~5개 조합으로 지정하였다. 따라서  $3^5(243)$ 가지 경우의 매개변수 조합을 만들어 냈으며, 141번째 조합인 은닉층의 유닛 개수[10,100,7,7,10], 은닉층의 수 5개로 조합하였을 때 가장 성능이 좋은 모델을 구축할 수 있었다.

표 8에서는 가정용 냉장고의 수준별 개수와 단가비율을 제시하였다. 기존에 사용한 가정용 냉장고의 공통단가를 확보된 데이터(가정용 냉장고 수)의 중앙값으로 사용하여 기준을 설정하고 각 수준별 단가를 비율화하였다.

Table 8. 가정용 냉장고 수준별 단가비율

가정용 냉장고 수	수준	단가
352	1	0.0475
250	2	0.051
80	3	0.058
19	4	0.065
16	5	0.072

## 5. 결론

본 연구는 전국의 무상방문수거 기사들의 업무노동 및 급여관련한 기존 불만을 해소시키기 위하여 수거시간을 5개의 범주로 분류하여 이를 예측하는 모델을 연구하였다. 이를 위해 수거 업무시 영향을 주는 변수들을 Genetic

Algorithm(GA)에 기반한 Feature Selection(FS)을 실시하였으며, 머신러닝의 5가지 모델 Decision Tree(DT), Random Forest(RF), Gradient Boosting(GB), Support Vector Classification(SVC), Multi Layer Perception(MLP)을 사용하여 수거수준을 예측 및 F1 Score를 비교하는 연구를 하였다.

연구결과 5가지 모델 중 MLP 모델의 F1 Score가 0.651으로, 가장 우수한 모델로 판명 되었으며 이때 Parameter는 은닉층의 유닛 개수[10,100,7,7,10], 은닉층의 수 5개로 조합하였을 때 가장 성능이 좋은 모델을 구축할 수 있었다. 본 연구의 기대효과로서 이론적으로 시사하는 바는 아직까지 폐전자제품 역물류 분야에서 사용되지 않던 머신러닝 기법을 이용하여 연구를 한 점에서 의의를 갖고 있다고 본다. 실무적으로는 무상방문수거 서비스 해당 수거업체에서 수거기사에게 급여를 지급하는데 있어서 폐가전제품별 동일한 단가에 추가적으로 수거수준을 적용함으로써 전국 수거기사들이 동일한 폐가전제품을 수거하여도 상황에 따라 다양한 수거비용을 지급받을 수 있는 방법론을 제공함으로써 기존 수거기사들의 불만을 해소시킬 수 있다고 기대한다.

향후 연구방향으로는 첫째, 연구를 더 세분화 하기 위하여 고층건물의 경우 층 수를 고려한 수거시간 수준 연구가 필요하다. 둘째로 무상방문수거 업체에서 수거기사에게 업무를 할 당할 시 수거시간 수준 분류에 따라 책정된 수거단가를 고려하여 전국적으로 급여 편차가 최소화되도록 할당해주는 작업 할당문제의 연구를 제안한다. 마지막으로 머신러닝 방법을 통한 수거시간 수준 예측이 아닌 정형화된 구조식을 바탕으로한 수거시간 수준 공식을 구축하여 머신러닝과의 결과 비교를 진행할 필요가 있다.

## REFERENCES

- [1] Heo, S, Kim, J. and Moon, T.(2018), "Predicting Crime Risky Area Using Machine Learning", *Korean Association of Geographic Information Studies*, Vol21(4), pp. 64-80.
- [2] Jang, J., Baek, J., Son, E. and Lee, J.(2019), "Development of real-time machine learning model for prediction of thermal energy by utilizing major feature selection", *Korean Society for Energy*, 2019.5, pp. 42-42.
- [3] KERC (Korea Electronics Recycling Cooperative) 2018. < <http://www.k-erc.or.kr/>. >
- [4] Kim, M.. and Keum, Y.(2018), "Prediction of patent rights transfer using machine learning", *Korean Institute of Industrial Engineers*, 2018.11, +pp. 1523-1539.
- [5] Kim, B. and Lee, C.(2018), "Prediction of the Remaining Useful Life for Rotor Bearings Using Machine Learning Algorithms", *Korean Society for Precision Engineering*, 2019.5, pp. 89-89.
- [6] Konstantina., Themis P., Konstantinos P., Michalis V., Dimitrios I.(2015), "Machine learning applications in cancer prognosis and prediction", *Computational and Structural Biotechnology Journal*, Vol13, pp. 8-17.
- [7] Kim, Y., Kim, H.(2018), "The Study on the Efficiency of FVP (Free-visit-Pickup) Service by Changing Conditions", *Korea Logistics Society*, Vol26(3), pp. 77-90.
- [8] Kim, W. and Kim, H.(2013), "A Study for Improving Reverse Logistics of End-of-Life Consumer Electronics Considering CO<sub>2</sub> Emission", *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol13(1), pp. 101-111.
- [9] Lee, C. (2011), "Feature Reduction using a GA-Rough Hybrid Approach on Bio-medical data", *Institute of Control, Robotics and Systems*, pp. 1340-1344.
- [10] Lee, W. and Kim, H.(2013), "A Study on Forecasting Models for the Processing Volume of End-of-Life Consumer Electronics at the Recycling Centers in Korea", *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol14(2), pp. 85-92.
- [11] Nam, Y., Kim, J. and Park, M.(2016), "Prediction of Expected Bus Arrival Time Using Machine Learning", *The Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, 2016.12, pp. 708-710.

- [12] Park, S. and Choi, D.(2019), “The analysis of Loan status and Comparison of Default Prediction Performances based on Personal Credit Information Sample Database”, *The Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol46(7), pp. 627-635.
- [13] Peng Qian, Ko, K., Choi, H. and Rhee W.(2019), “Linear regression-based score prediction algorithm for recommending restaurants”, *Korea Institute Of Communication Sciences*, 2019.1 pp. 1251-1252.
- [14] Park, H., Lee, J., Song, W. and Park, S.(2018), “Technology Forecasting using Patent Outlier Removal”, *Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol28(2), pp. 177-184.
- [15] Park, J., Baek, S. and Kang, S.(2019), “A study on the development of severity-adjusted mortality prediction model for discharged patient with acute stroke using machine learning”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol19(11), pp. 126-136.
- [16] RCL (Recycling Center Logistics) 2018. <www.rcl.kr/>
- [17] Song, J., Choi, K. and Kim, G.(2018), “Development of New Variables Affecting Movie Success and Prediction of Weekly Box Office Using Them Based on Machine”, *Journal of Intelligence and Information Systems*, Vol24(4), pp. 67-83.
- [18] Yoon, Y., Lee, M. and Moon, H.(2018), “Comparison of Building Energy Prediction Models based on Machine Learning Algorithms for Hourly M&V Baseline”, *The Korean Society of Living Environmental System*, Vol25(5), pp. 595-602.



김영선

경기대학교 산업경영공학과 학사  
현재: 경기대학교 산업경영공학과 석사과정  
관심분야: Logistics, 머신러닝



이용조

청운대학교 건축공학과, 컴퓨터공학과 학사  
현재: 경기대학교 산업경영공학과 석사과정  
관심분야: Service Management, 머신러닝



최예림

서울대학교 산업공학과 학사  
서울대학교 산업공학과 박사  
네이버랩스 Data Scientist  
현재: 경기대학교 산업경영공학과 조교수,  
ai,m Inc. 대표이사  
관심분야: 인공지능/머신러닝,  
스마트제조,  
빅데이터 기반 인간 모델링



김현수

성균관대학교 산업공학과 학사  
오하이오주립대학교 산업시스템공학과 석사  
오하이오주립대학교 산업시스템공학과 박사  
현재: 경기대학교 산업경영공학과 교수  
관심분야: Logistics, SCM, ERP





## 뿌리산업 중소기업체의 제조혁신 방안 및 전후방산업으로의 파급효과\*

김장엽\* · 한재현\*\*† · 정석재\*\*\*†

\*광운대학교 방위사업연구소 · \*\*·\*\*\*광운대학교 경영학부

### A Study on the Innovation Efficiency Evaluation by the R&D Operation Type: Focused on the Information Services Industries

Jang Yeop Kim\* · Jae Hyun Han\*\*† · Suk Jae Jeong\*\*\*†

\*Institute of Defense Acquisition Program, Kwangwoon University  
\*\*·\*\*\*Business School, Kwangwoon University

As the necessity of nurturing the root industry, which is the source of the value chain structure of the manufacturing industry, is increasing, productivity improvement through manufacturing innovation is becoming an important issue in order to improve the pettiness of SMEs belonging to that industry. As part of these efforts, various policy support is provided, such as the introduction of smart factories, but there is no consensus with the companies on the necessity and method of promoting manufacturing innovation. The purpose of this study is to derive the status and problems of manufacturing innovation based on in-depth interviews with domestic small and medium-sized root manufacturing companies, and then present customized manufacturing innovation strategies for each root industry through interviews with experts. In addition, this study presents a roadmap for implementing customized manufacturing innovations for root SMEs. The roadmap is divided into process design, facility maintenance, manufacturing execution, and quality analysis stages. The requirements for introduction stage and settling stage for manufacturing innovation are presented separately. Lastly, according to the roadmap suggested in this study, it is expected to provide a solution for the manufacturing innovation of small and medium-sized root manufacturing companies by providing effective effect on the value chain if the manufacturing innovation is successfully settled.

**Keyword :** Root Industry, Manufacturing Innovation, Process Design, Facility Maintenance, Manufacturing Execution, Quality Analysis, System Development

---

\* 이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2017S1A5B8060156)

\* 2018년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음

† **Corresponding Author :** Business School, Kwangwoon University, 20 Kwangwoon-ro, Nowon-gu, Seoul 01897, Korea  
Tel: 82-2-940-8264, 82-2-940-5294, E-mail: jhan@kw.ac.kr, sjeong@kw.ac.kr

**Received :** 16 September 2019, **Revised :** 14 October 2019, **Accepted :** 25 October 2019

## 1. 서론

뿌리산업은 주조, 금형, 용접접합 등을 통해 소재를 부품으로 만드는 뿌리산업과 부품조립 및 정밀가공 산업 등을 포함하여 부품을 완제품으로 생산하는 기초 공정 산업으로 생산기반의 핵심이자 공급사슬의 원천이라고 할 수 있다 (Kim and Choi, 2014). 특히 뿌리산업은 최종제품으로 나타나진 않지만 국가 주력산업의 품질 및 생산성을 좌우하며 공급사슬에서 전방 수요산업에 매우 큰 파급효과를 미치는 기술들로 구성된다 (Kim et al., 2017). 이들 개별 기업들은 공급사슬의 구성원으로서 기업들 간 상생협력을 달성하고 이를 통해 품질, 원가, 납기, 유연성, 민첩성, 기술혁신과 같이 경제적 측면에서의 경쟁우위를 달성하고자 하는 것이다 (Park and Seo, 2017).

자동차산업의 경우 차량 1대를 생산 시 6대 뿌리산업 관련 비중이 부품 수 기준으로 90%(약 22,500개), 무게 기준 86%(약 1.36톤) 활용된다고 보고된 바 있다 (Kim, 2011). 조선 산업의 경우에도 선박 1대당 용접 관련 비용이 전체 선박 건조 비용의 약 35%를 차지할 만큼 뿌리산업은 제조업의 생산성 향상과 품질 경쟁력을 좌우하는 기반조성 산업이며, 부품소재의 품질과 성능이 완제품의 경쟁력을 좌우한다고 해도 과언이 아니다 (Kim, 2011).

세계적으로 품질과 성능에서 경쟁력을 인정받고 있는 국내 자동차, 조선 및 IT산업의 성공도 뿌리산업군의 뒷받침이 없었다면 불가능했을 것이다.

최근 국내 제조업의 생산 혁신을 위해 산업별로 스마트공장 도입이 앞 다투어 이루어지고 있지만 뿌리산업 현장에 종사하고 있는 이들 중 상당수는 스마트공장 도입에 대해 회의적인 입장을 보이고 있다 (Jeong, 2015). Sheen and Yang (2018)는 국내 중소 제조업체 110개를 대상으로 중소 제조업체의 스

마트공장에 대한 인식도 및 도입 의향에 대해 조사한 바 있다. 그들의 연구에 따르면 뿌리산업 업체들 중 약 25%만이 스마트공장에 대해 잘 인지하고 있는 것으로 조사되었다. 또한 응답업체 중 약 40%만이 스마트공장 도입이 당사의 경영환경 개선에 도움이 될 것이라고 응답하였다. 스마트공장 도입 의향을 묻는 질문에 대해서는 정부 지원이 있을 경우 도입하겠다는 의견이 22.5%이고 자발적 도입의향은 약 10% 수준으로 매우 낮음을 지적하였다.

도입 의향이 낮은 주요 원인으로는 투자의 불확실성과 비용에 대한 부담과 더불어 기술적 부재 및 도입 방법 인지 부족 등으로 나타났다.

뿌리기업들의 전반적 인식수준이 낮음에도 불구하고, 여전히 산업 전반에 걸쳐스마트공장 도입에 대한 관심이 높은 현 상황에서 공급사슬 구조의 최전방에 위치하고 있는 뿌리산업 특성 상 업체들의 제조혁신 필요성은 절실하다고 하겠다 (Fig. 1).

본 연구에서는 국내 뿌리산업 업체들을 대상으로 스마트공장을 포함한 제조혁신 이행<sup>1)</sup>과 관련하여 심층 인터뷰를 진행하였다. 이를 바탕으로 제조혁신 애로사항 및 핵심 이슈를 도출하고 학계, 연구소, 산업계 전문가들로 구성된 포커스 그룹 인터뷰(Focus Group Interview: FGI)를 통해 뿌리기업들의 제조혁신을 위한 추진방안과 핵심기술 로드맵을 제시하고자 한다.

제조혁신의 모습은 <Table 1>과 같이 기획·설계, 생산, 유통·판매 등 SCM 구성요소 및 제조 관련 업무 전반에 걸쳐 이루어진다(Lee, 2015). 하지만 본 연구에서는 뿌리산업의 특성과 전문가들의 의견을 종합하여 프로세스 관점, 장비 관점, 생산실행 관점 및 품질 관점으로 제조혁신 유형을 구분하였다. 이에 제조혁신 단계를 공정설계-설비보전-제조실행-품

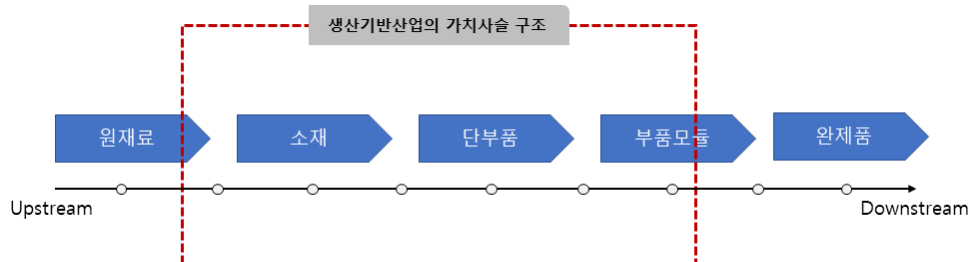


Fig. 1. The role of root industry in SCM

1) 스마트공장과 스마트제조는 국가마다 상이하게 해석되고 있지만, 스마트제조는 제품이 제조되는 혁신활동을 기술한다고 정의하고 있음. (Lee et al. 2017)

Table 1. Status of Smart Factory by Manufacturing Stage

제조단계	내용
기획·설계	가상공간에서 제품성능을 제작 전에 시뮬레이션 함으로써 제작기간 단축 및 소비자 요구 맞춤형 제품 개발
생산	설비-자재-관리 시스템 간 실시간 정보교환으로 1개 공장에서 다양한 제품생산 및 에너지·설비효율 제고
유통·판매	생산 현황에 맞춘 실시간 자동 수/발주로 재고비용이 획기적으로 감소하고 품질/물류 등 전 분야에서 협력 가능

질분석의 4단계로 구분하고자 한다. 또한, 제조혁신의 실질적 이행을 위해 요구되는 핵심기술들을 식별하고 도입 및 정착단계별로 로드맵을 제시함으로써 수요자 관점에서 제조혁신을 이행하기 위한 가이드를 제시하고자 한다. 본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 뿌리산업의 현황과 특징에 대하여 논하였고, 3장에서는 뿌리산업 기업을 대상으로 한 심층인터뷰 결과를 토대로 제조혁신 이행의 애로사항을 논의하였으며, 이를 바탕으로 4장에서는 FGI를 통한 전문가 의견 수렴을 토대로 제조혁신 단계별 현황, 주요 이슈 및 도입/정착단계에서의 추진방안을 제안하였다. 5장에서는 제조혁신을 위한 핵심기술 로드맵 및 가치사슬 구조에서의 전후방 파급효과 제시함으로써 뿌리산업의 제조혁신 필요성을 강조하였다. 결론 및 향후 연구방향을 6장에서 제시하였다.

## 2. 뿌리산업 현황 및 특징

뿌리산업은 부품을 완제품으로 생산하기 위한 기초 공정산업을 총칭한다. 가치사슬 구조에서 볼 때 비록 겉으로 들어나지는 않으나 최종 제품에 내재되어 제조업 경쟁력의 근간을 형성하는 핵심 근간 산업이라 할 수 있다.

뿌리산업은 주조, 금형, 열처리, 표면처리, 소성가공, 용접산업 등 6대 산업으로 대표될 수 있으며, 각 산업의 정의 및 특징은 아래의 <Table 2>와 같다 (Jeong, 2015). 뿌리산업의 업체 현황을 살펴보면, 업체 수는 2017년 기준 총 25천여개이며, 이 중 표면처리와 금형이 각 6천여개로 과반을 차지하고 있다. 뿌리산업의 전체 매출액 규모는 약 131조원 수준이며, 용접이 전체의 약 30% 이상으로 차지하고 있다. 매출액 기준 규모별 현황을 살펴보면, 10억 원 미만의 기업이 전체 업체 수의 과반 이상이나, 매출 비중은 전체의 4%를 약간 웃도는 수

Table 2. Definition and characteristics of root industries

산업분류	정의 및 특성
주조	금속재료를 로내에 장입하여 용융 상태로 만든 후 주형(모래, 세라믹 또는 금속재)속에 주입, 응고시킴으로써 소정의 형태로 만드는 기술로 정의되며, 이와 같은 일련의 공정으로 얻어진 제품을 주물 또는 주조물이라고 칭함
금형	재료의 소성, 전연성 및 유동성 등을 이용하여 재료를 가공성형, 제품을 생산하는 “틀”또는 “형”을 통칭함. 기술적 의미에서 금형이란 동일한 규격의 제품을 대량으로 생산하기 위하여 금속재료를 사용하여 만들어진 모체가 되는 틀을 말함
열처리	가열, 냉각 사이클에 의한 조직제어를 통해 물성을 향상시키는 기술로 기계, 자동차 부품의 강도, 내마모/내피로 특성 뿐만 아니라 성능 및 정밀도를 결정하며, 가공공정의 최종 공정에서 제품의 품질 수준을 결정
표면처리	소재·부품의 미관 및 내구성을 개선시키거나 기능성을 부여하기 위하여 금속 및 비금속을 물리·화학적으로 부착시키는 기술을 지칭하며, 또한 이러한 처리를 통하여 새로운 박막 제품을 만드는 기술을 포함
소성가공	재료에 외력을 가하면 재료 내에 발생하는 응력이 외력과 평행이 될 때까지 재료가 변형하여 재료에 외력이 제거되어도 원형으로 복원되지 않고 영구변형을 가질 때 이를 소형 변형이라 하며, 이 특성을 이용하여 재료를 원하는 형태로 변형시키 가공하는 기술을 의미함
용접·접합	금속 또는 비금속 소재 및 부품을 열 또는 압력을 이용하여 결합시키는 기술로서 용접은 집합하고자 하는 모재를 높은 열로서 용융시키는 기술 접합은 용접, 브레이징, 솔더링, 확산접합, 접착본딩, 기계적 체결을 통칭하는 용어으로써, 산업에서는 접착본딩과 기계적 체결은 제외하는 것이 일반적임

준인 반면, 100억 원 이상의 업체는 그 수가 전체의 10% 정도이지만 매출액 규모는 약 70% 이상을 차지하고 있다(KPIC, 2019).

가치사슬 구조 관점에서 볼 때도 뿌리산업은 국가 주력산업인 자동차, 조선, 반도체, 기계 산업의 부품·소재의 품질 및 생산성을 좌우하는 핵심 산업으로서 전방수요산업(주력산업 및 미래유망산업)에 미치는 파급효과가 매우 크며, 제조업 전반의 생산성 향상과 품질 경쟁력을 좌우하는 기술선도 산업이다. 하지만, 뿌리산업은 자본 및 기술의 집약적 산업으로 핵심 기업들의 전문화/공용화 체계가 필요한 산업이다. 또한, 관련 산업과 병행 발전해야 함으로 기술력 확보에 장시간이 소요되며 기술 확보를 위한 시설투자가 필수적이다. 오랜 전통과 기술력을 갖춘 뿌리산업군의 존재가 첨단 기술과의 융·복합을 통해 명품 제조업의 탄생을 견인하였다는 것은 주지의 사실이다. 국내 자동차·조선·반도체 산업의 성공도 주조, 금형, 열처리, 소성 가공 등 뿌리산업군의 뒷받침이 없었다면 불가능하였다고 할 수 있다 (Lee et al., 2017).

그동안 뿌리산업은 숙련된 노동력을 중심으로 영위되어 온 특징을 가지고 있기 때문에 뿌리산업의 제조혁신 방향은 제조현장의 정비, 숙련된 인력 기술의 장비 대체, 수급기업 간의 협력 강화 등을 중심으로 추진되어야 할 필요가 있다 (Ha., 2018). 본 연구에서는 뿌리산업의 제조혁신 방향은 위의 내용을 기초로 전개하고자 한다.

### 3. 뿌리기업 심층 인터뷰

최근 많은 사례를 통해 해외 및 국내 주요기업들의 제조혁신 성공모델이 소개되고 있다. 하지만 자본 및 기술역량에서 한계를 지니고 있는 중소 뿌리기업들은 이를 적용하는 데 많은 어려움이 있다 (Jeong et al., 2019; Cho and Shin, 2019; Chung et al., 2016). 따라서 뿌리기업의 제조혁신 추진방안을 제시하기 앞서 뿌리산업에 종사하고 있는 국내 중소제조업의 제조혁신 추진 경위 및 이행 시 애로사항을 분석할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 스마트 공장 도입 등 정부의

제조혁신 지원사업을 추진 중인 기업을 대상으로 심층인터뷰를 진행하였다.

6대 뿌리산업 중 제품 형상 제조공정에 속하는 주조, 사출금형, 소성가공, 용접 4개 세부분야 중 사출금형, 주조, 용접 산업(전체 뿌리산업의 70%이상을 차지하고 있음)의 대표기업을 인터뷰 대상 기업으로 선정하였다<sup>2)</sup>.

인터뷰 질의사항은 다음과 같으며, 질의에 대한 응답은 서술식으로 정리하였다.

- 1) 회사의 간략한 소개(규모, 매출액 등)
- 2) 제조혁신 추진방법(정부지원 유무 등)
- 3) 제조혁신을 위한 세부 프로젝트 (시스템 구축, 공정 개선 등)
- 4) 제조혁신을 통한 기대효과
- 5) 정부의 제조혁신 사업(스마트공장 사업)의 한계점 및 극복과제 등

#### 3.1 사출금형 기업 인터뷰 결과

A사는 뿌리산업 중 자동차 및 가전산업의 전방산업인 사출금형을 생산하는 회사이다. 정부지원사업과 매칭하여 자사의 제조혁신을 위해 MES<sup>3)</sup> 구축, POP<sup>4)</sup> 구축을 진행 중에 있고, 특히 제조실행 영역인 MES 구축을 위해 약 1.5억을 투자하였고, POP 구축을 위해 향후 1억원 내외의 투자계획을 가지고 있다. MES와 POP 구축에 대한 투자를 결정한 상황이지만, A사 대표는 인터뷰를 통해 여전히 회사가 MES를 구축하더라도 제조실행 단계에서 획득되는 생산관련 데이터를 분석 및 통계 처리 할 수 있는 추가적인 역량이 부족함을 토로하였다. 대표는 정부지원사업으로 시스템 구축은 가능하더라도 이를 운영할 수 있는 인력확보 및 추가적인 정부 지원이 부족함에 따라 제한된 제조혁신만이 가능할 것이라는 다소 비관적인 입장을 제시하였다.

또한 제조혁신을 통해 기대하고 있는 기업의 이익 확대에 대한 기여도를 묻는 질의에 대해서는 자사와 같이 상대적으로 영세한 중소기업의 경우 자체 제조혁신만으로는 영업이익의

2) 국가뿌리산업진흥센터, <https://www.kpic.re.kr/>

3) MES (Manufacturing Execution System) Shop Floor, 생산 실시간 모니터링, 제어, 물류 및 작업내역 추적 관리, 상태 파악, 불량관리 등에 초점을 맞춘 시스템

4) POP (Point of Production System) 공장의 생산과정에서 기계, 설비, 작업자, 작업 등에서 시시각각 발생하는 생산정보를 실시간으로 직접 수집, 처리하여 현장관리자에게 제공하는 시스템



확대를 담보할 수 없으며, 결국 가치사슬의 후방산업의 수요 기업(A사의 수요기업인 자동차엔진 및 가전업체)의 원가 인하가 선행되어야 한다고 주장하였다.

스마트공장 도입 등의 정부 지원으로 인해 자동차설비 구축 등 생산인력 축소, 생산관리 관련 고급인력 충원의 용이함은 가능하더라도 선호도가 낮은 중소기업 자체의 인력 수급은 여전히 개선되지 않을 것으로 내다보았다.

### 3.2 용접 기업 인터뷰 결과

두 번째 사례로, B사는 자동차 부품 제조 및 용접가공을 주업종으로 하는 중소 제조기업으로 매출액 약 200억원에 50여 명의 직원으로 구성된 업체이다.

B사는 정부사업을 통해 MES 및 POP 구축을 추진하여 이미 구축이 완료된 상황이며 시스템의 효율적 운영을 위해 운영인력을 기 확보하여 관리 중에 있다. 제조혁신 시스템 도입 전후에 대한 비교를 요청한 질문에 대해 B사 대표는 다음과 같이 응답하였다.

비록 정부 주도로 제조혁신 사업이 진행되더라도 MES나 POP 시스템 도입의 필요성에 대해 전사적인 공감대가 형성되어야 함을 강조하였다. 다시 말해 제도화 및 표준화 단계를 거쳐 기업의 현장정보가 확립되고 사용가능할 수 있어야 MES-POP 구축 시 활용가치가 있다고 하였으며 무엇보다 구축과 동시에 운영인력이 확보가 되어야 함을 지적하였다. 운영인력은 기업의 핵심인력으로서 활용되어야 하나, MES 관련 운영인력의 절대적 부족함으로 인해 중소기업이 인력을 보유하는데 많은 어려움이 있어 품질관리기사와 같이 MES 관리기사 형태의 인력양성 프로그램을 통해 우수 인력 수급을 원활하게 하면 좋을 것 같다고 제안하였다. 제조혁신을 통한 B사의 성과를 묻는 질문에 대해서는 제조혁신 이행을 통해 생산성은 대략 10% 향상을 이루었고, 설비가동률 또한 약 35.9% 증대되었음을 언급하였다. 그 밖에 가동률 및 불량률 등의 데이터 확보를 통해 기업 내부 문제점 분석이 가능해졌고 부서별 소통이 원활해져, 이에 따른 개선점 도출이 빨라졌다고 하였다.

다만 단가 및 원가분석 등 MES 데이터 축적 후, 빅데이터 분석활용이 필요하다고 강조하였다.

### 3.3 주조 기업 인터뷰 결과

C사는 A, B사와는 달리 규모가 큰 중견기업으로 알루미늄 다이캐스팅 등을 생산하는 회사이다. 연간 매출규모는 약 1200억을 상회하고 있다.

정부지원사업을 통해 MES를 구축하였으며 ERP-MES 연동 및 POP 구축을 완료한 상태이다. 현재는 수요기업의 요구사항 등으로 품질 개선을 위한 품질경영시스템(QMS) 구축을 진행 중에 있다. ERP, MES-POP을 운영하는 인력 또한 기 확보하여 활용 중이다. 다만 향후 기업 규모가 더 커질 것을 대비하여 MES를 통해 확보된 데이터를 어떻게 자체적으로 이용할 것인지에 대한 방안을 모색 중임을 언급하였다.

현재 생산설비 자체의 자동화는 많이 이루어졌으나 여전히 수작업에 의한 작업이 남아 있다고 하였으며 생산설비(다이캐스팅 분야 설비 등)의 표준작업조건 수치와 생산품의 품질 모니터링 연동에 따른 관리가 필요하다고 하였다.

애니캐스팅<sup>5)</sup>을 이용하여 사전 시뮬레이션을 수행 중에 있으나 아직 생산설비 가동조건과 자동 연동은 되고 있지 않은 상태이다. 생산설비의 소모성 재료(절삭팁 등)의 예측은 개별 장치에서만 확인되고 있는 실정이며, 향후 MES 등과 연계되어 이기종 통합 관리가 필요함을 인식하고 있다.

위의 제조혁신을 이행 중인 기업들의 인터뷰를 통해 다음의 이슈를 찾을 수 있다. 첫째, 제조혁신을 위해 MES나 POP 시스템 구축이 선행되어야 하지만 구축 이후 MES로 확보된 제조실행 관련 데이터를 분석 및 가공하여 프로세스 개선에 활용할 수 있는 인력 및 기술 확보가 시급함을 알 수 있었다. 둘째, 이미 중소 제조업체들도 제조혁신을 위한 자동화 설비구축은 많이 진행되어 있는 상태지만, 설비운영의 최적화 및 이기종 설비 간 통신 및 데이터 연계 등은 미흡한 실정임을 알 수 있었다. 셋째, 제조혁신을 통한 기대효과를 정확히 산출하기 어려우며, 이는 제조혁신의 필요성에 대한 공감을 저해하는 요소로 작용하고 있음을 알 수 있었다. 넷째, 생산설비의 표준작업 조건 수치와 생산품의 품질 모니터링 등 생산 및 품질관리의 체계적인 방안 모색이 필요하다는 것이었다.

위의 인터뷰 내용을 토대로 본 연구에서는 뿌리산업의 제조혁신 분야를 공정설계-설비보전-제조실행-품질분석의 4단계 프로세스로 구분하였으며, 프로세스 혁신과 더불어 시스템 구축 방안을 마련하고자 한다.

5) 주조 공정의 물리 현상을 해석하는 SW로서 주입단계에서 응고 후 주조품이 완성되는 전체 주조 공정을 시뮬레이션해 유동, 열-응고, 변형 등을 예측하는데 활용됨.

## 4. 뿌리산업의 단계별 제조혁신 적용방안

앞서 뿌리기업과의 심층인터뷰 내용을 토대로 제조혁신을 위한 현 실태 파악, 이슈 도출 및 추진방안을 도출하기 위해 <Fig. 2>와 같이 전문가 FGI를 진행하였다. FGI 방법은 일반적으로 8~12명의 전문가 집단으로 구성하여 심층 인터뷰를 진행한다. 본 연구에서는 교수 5명, 정부출연연구소 연구원 4명, 기업체 대표 3명으로 구성하였다. 한편 핵심 이슈 도출 시 FGI 결과 뿐만 아니라 민관합동 스마트공장 추진단(2017)의 “스마트공장 보급·확산을 위한 업종별 참조모델(KSPP, 2017)”을 일부 활용함으로써 이슈의 다양성을 확보하였다.

제조혁신 적용방안은 공정설계, 설비보전, 제조실행, 품질분석 등 4개 단계로 구분하여 제시하였으며, 제조혁신 이행을 위한 시스템 도입 및 구축 분야를 별도로 제시하였다.

## 4.1 공정설계 단계

전문가들의 의견을 토대로 뿌리산업들의 공정설계 단계의 현황을 파악하고, 제조혁신을 위한 주요 핵심이슈 도출 및 도입/정착시점에 필요한 적용사항들을 <Table 3>와 같이 정리하였다. 뿌리산업들의 공정설계 현황은 다음과 같다. 다품종 대응에 따른 기업들의 공정설계 변경이 잦아지고 있는 점과 NC 가공조건 등 공정 파라미터 탐색 및 설정 부재, 가공을 위한 셋업 및 이송시스템 검증 부재가 가장 큰 애로사항으로 지적되었다. 이러한 문제점을 혁신하기 위한 주요 이슈로는 공정 시뮬레이션 SW 도입 및 활용 활성화, 공정설계 및 해석을 위한 관련 기술의 표준화 정립, 라인밸런싱을 위한 분석 기능 도입 및 활용 등이 필요하다고 하였다.

한편 뿌리산업의 공정설계 단계에서의 제조혁신을 위해서 도입시점에서는 라인밸런싱 분석을 위한 시뮬레이션 적용, 공정계획 및 공정 조건 최적화 기술 활용, 공정설계와 NC 가공

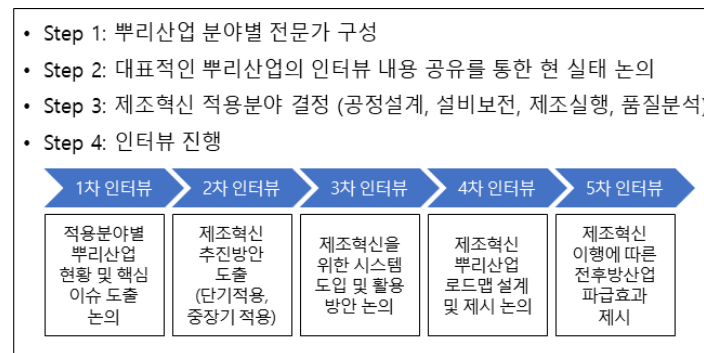


Fig. 2. The application procedure of FGI method

Table 3. Manufacturing innovation strategy of root industry in the process design phase

구분		공정설계	
현황		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 다품종 대응에 따른 잦은 공정설계 변경</li> <li>■ 이송시스템 사전 검증 필요</li> <li>■ 공정계획 자동화 및 최적화 부재</li> <li>■ NC 가공조건 최적화 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 가공을 위한 셋업, 이송시스템 검증 필요</li> <li>■ 공정 설계를 위한 시뮬레이션 지원 부족</li> <li>■ 고품질을 유지하기 위해 강건한 공정 파라미터 탐색 및 설정 필요</li> </ul>
이슈도출		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공정 시뮬레이션 SW 활용</li> <li>■ 라인밸런싱 (공정, 작업 등) 분석</li> <li>■ 실시간 데이터 분석과 제어를 통한 공장운영 최적화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공정설계 및 해석 관련 기술 표준화</li> <li>■ 실시간 공정 데이터 기반 제조 사양 분석 필요</li> </ul>
추진방안	도입 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 라인밸런싱 시뮬레이션 적용 및 평가</li> <li>■ 공정 설계 조건 최적화 기술 적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공정계획 자동생성 및 활용</li> <li>■ 공정설계 - NC 가공조건 간 자동 연계</li> </ul>
	정착 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공정-레이아웃-제조자원 통합 설계 구축 및 운영</li> <li>■ 최적화된 공정계획의 지식화 전환 및 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 데이터 기반 공정조건 변경 및 피드백 체계 구축</li> </ul>

조건 간 데이터 자동 연계 등이 시급히 이루어져야 할 것이며 이후 정착단계에서는 공정-레이아웃-제조자원들의 통합 설계 구축 및 운영을 통해 다품종 대응을 위한 잦은 공정설계 변경을 용이하게 할 수 있는 환경 구축이 요구되며, 공정계획 결과의 지식화를 통한 적응적 공정계획 수립이 가능한 환경으로 전환되어야 할 것임을 지적하였다.

#### 4.2 설비보전 단계

뿌리산업을 이루는 대부분의 중소기업들은 설비 보전에 있어 예방활동이 매우 열악한 실정이다. 따라서 제조혁신을 위해서는 설비보전 단계의 이슈 도출 및 추진 방안을 모색하는 것이 매우 중요하다.

설비보전 현황을 인터뷰한 결과 조립과정에서 다양한 로봇 등의 설비들이 활용되고는 있지만, 설비보전 관리에 있어서는 여전히 미성숙한 수준임을 지적하였다. 가공에 대한 공정 변수는 제조실행 등을 통해 어느 정도 획득하고 있으나 (이 또한 수작업에 의한 활동이 대부분임을 지적) 설비 보전과 관련된 데이터의 획득 및 활용은 거의 이루어지지 않고 있다고 하였다. 따라서 설비의 사용이력관리시스템 및 설비예방, 보전 관련 데이터의 자동 수집 기능 도입이 시급함을 언급하였다.

설비보전 단계에서의 제조혁신을 위한 주요 이슈로는 설비 뿐 아니라 공구를 포함한 보전이력관리시스템의 조기 구축 및 도입(필요시 정부 보급사업의 조기 추진 필요), 기반산업 유형별 정기 예방보전 활용 매뉴얼화, 설비고장수리 및 소모성 설비 교환주기 관리를 위한 시스템 구축 및 활용이 필요함을 지적하였다.

이행시점별 추진방안으로 단기적으로는 이기종 설비 간 보전이력관리를 위한 데이터 연계 환경 마련, 업체 주도의 상태기반 예측보전 활동 이행, 설비 소모품 교환주기를 고려한 재고관리 방안 마련이 필요하며, 이후 정착단계에서는 설비이상 사전감지 시스템 도입과 설비 및 부품의 상태기반 수명 예측 시스템 도입이 함께 이루어져야 할 것을 제시하였다. 설비보전 단계의 제조혁신 추진방안은 <Table 4>에 요약되어 있다.

#### 4.3 제조실행 단계

제조실행 단계에서의 제조현장 문제점은 다음과 같다. 현장의 진척률 및 자원 투입/활용의 추적관리 부재로 인해 재고 및 납기문제가 빈번하게 발생하고 있으며, 영세성 등으로 인해 수작업에 의한 생산일정계획이 수립되고 있는 실정이다. 다품종 대응 이슈로 인해 공정 운영관리의 어려움을 토로하고 있으며, 환경 등의 이슈가 강화되면서 환경유해관리 필요성이 크게 제기되고 있다.

제조실행 단계에서의 혁신을 위해서 필요한 주요 이슈로는 무엇보다 제조실행시스템의 조기 도입 및 활용을 들 수 있다. 이를 통해 공정/제품별 실시간 생산현황 파악 및 Lot 단위 생산이력 추적이 이루어져야 할 것이다.

또한 기반 산업 유형별 물류/생산 스케줄링 관련 기술 표준화 정립이 이루어져야 할 것이며, POP 시스템 도입 등을 통해 제조설비 가동이력관리가 요구된다고 언급하였다.

추진방안으로는 단기적으로 RFID 기반의 물류추적, IoT기반의 생산계획 수립 및 운영 환경 마련이 제조실행에 있어서 중요하며, 납기 차질을 막기 위해서 납기 기반의 최적화 스케

Table 4. Manufacturing innovation strategy of root industry in the facility maintenance phase

단계		설비보전	
현황		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 다양한 로봇 및 조립설비 활용</li> <li>■ 설비보전 데이터 획득 및 활용 부재</li> <li>■ 설비 사용이력 관리 시스템 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 설비보전 관리 수준 미성숙</li> <li>■ 뿌리산업 특성 상 철저한 품질관리 한계</li> <li>■ 설비 예방 및 보전 데이터 자동 집계 부재</li> </ul>
이슈도출		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공구 및 설비 보전이력관리 시스템 구축 및 적용</li> <li>■ 고장수리 이력 관리 시스템 구축 및 적용</li> <li>■ 가동률 및 라인 정지 (정지시간, 보전작업 시간, 재가동 시간) 관리 체계화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 정기적인 예방보전 활동 정립</li> <li>■ 소모성 설비 부품 교환주기 관리 시스템 구축 및 적용</li> <li>■ 설비통합관리 및 예방보전</li> </ul>
추진방안	도입단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 이기종 설비 간 컨트롤러 데이터 연계</li> <li>■ 설비 소모품 재고관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 상태기반 예측보전 활동</li> <li>■ 설비상태 모니터링 및 보수 이력관리</li> </ul>
	정착단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 설비 이상 사전감지 및 피드백 제어</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 설비 및 부품의 상태기반 적응형 수명 예측관리</li> </ul>

Table 5. Manufacturing innovation strategy of root industry in the manufacturing execution phase

단계		제조실행	
현황		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수작업에 의한 생산 일정계획 수립</li> <li>■ 현장의 진척률, 자원투입 추적문제로 재고, 납기문제 발생</li> <li>■ 제조지시서인 SOP (Standard Operating Procedure) 기반 관리 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 다품종 소량생산으로 인한 공정 운영관리 어려움</li> <li>■ 외주업체들의 영세성으로 납기 차질 발생</li> <li>■ 환경유해 요소관리 필요</li> <li>■ 공정, 설비 등 현장 모니터링 및 실시간 실적 집계 필요</li> </ul>
이슈도출		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 제조실행시스템(MES) 기능 구축</li> <li>■ Lot단위 생산이력 추적</li> <li>■ 바코드 기반 자재관리</li> <li>■ 생산실적의 자동 수집으로 작업자 입력 오류 차단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공정별/제품별 실시간 생산현황 파악</li> <li>■ 물류 · 스케줄링 기술이슈 표준화</li> <li>■ POP 시스템 구축(실적, 가동 · 비가동) 및 적용 필요</li> <li>■ 자동 스케줄러와 연동한 작업변경</li> </ul>
추진 방안 추진 방안	도입 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ RFID기반의 물류추적</li> <li>■ 생산실적 기반 동적 스케줄링 환경 마련</li> <li>■ RFID 기반 금형 부품 이력관리</li> <li>■ 레시피 기반 공정 조건 자동 제어 환경 마련</li> <li>■ 외부 협력업체의 부품제작 모니터링 환경 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ IoT를 활용한 최적 생산계획 수립 및 운영</li> <li>■ 납기기반 스케줄링 최적화</li> <li>■ NC 가공 실시간 통합 모니터링</li> <li>■ 공정별 환경유해 요소 모니터링 및 관리</li> </ul>
	정착 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 가치사슬 연계형 물류 추적</li> <li>■ 현장 데이터와 가상 시뮬레이션 연계 데이터 간 연계 및 피드백</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전공정 최적화된 자동 생산시스템 구축 및 활용</li> </ul>

줄링 시스템 도입 및 활용이 필요하다고 지적하였다. 그 밖에 외부 협력업체의 부품제작 모니터링 환경 구축, 공정별 환경 유해 요소 모니터링 시스템 도입 등도 단계적으로 추진되어야 함을 언급하였다. 장기적으로는 가치사슬 연계형 물류추적 환경으로의 확산, 전공정에 걸쳐 최적화된 자동 생산시스템 구축 및 운영, 현장데이터와 가상 시뮬레이션 간의 데이터 연계 등이 요구된다고 하였으며 제조실행 단계의 제조혁신 추진방안에 대한 인터뷰 내용은 아래 <Table 5>에 정리되어 있다.

#### 4.4 품질분석 단계

품질분석 단계에서의 제조혁신 추진방안에 대해서는 <Table 6>에서 정리하고 있으며 제조현장 상황은 다음과 같이 요약될 수 있다. 첫째, 경쟁 심화 등으로 인해 상위업체의 납기 및 물량에 대한 책임 전가 등의 압박이 점차 심해지고 있으며, 제품 유형의 다양화 등으로 표준화된 품질분석 방법 적용이 점차 어려워지고 있는 실정이다. 뿐만 아니라 품질관련 데이터 수집이 여전히 수작업에 의존하고 있으며, 부품제작

Table 6. Manufacturing innovation strategy of root industry in the quality analysis phase

단계		품질분석	
현황		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 상위업체의 납기, 물량 책임 전가에 따른 압박 증대</li> <li>■ 품질관련 데이터의 수작업 집계 및 통계처리</li> <li>■ 공정 상의 품질 데이터가 품질 문제 예방을 위해 필요하나 시스템 부재로 수집 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 조립공정 품질 문제 해결의 어려움</li> <li>■ 공정 조건 변경에 따른 품질 문제 원인 분석 역량 부재</li> <li>■ 작업자 노하우와 설비에 의존도가 높아 품질문제 해결 어려움</li> </ul>
이슈도출		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 라인별, 제품별 불량 자동 집계 및 분석 시스템 필요</li> <li>■ SPC 기능을 활용한 공정별 불량현황 파악</li> <li>■ 측정 검사 데이터 DB화</li> <li>■ 품질 데이터 집계 및 입력 시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 불량요인 이력관리 필요</li> <li>■ 품질관리의 시스템화</li> <li>■ 설계 품질관리 (설계와 지시, 출하검사를 연계)</li> </ul>
추진 방안	도입 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 품질정보 데이터의 자동 수집</li> <li>■ 부품 및 제품의 조달/출하검사 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 라인/제품별 실시간 불량 자동 집계 및 활용</li> <li>■ 품질데이터 실시간 모니터링</li> </ul>
	정착 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빅데이터 연계 사전 품질예측 및 원인 추적</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빅데이터기반 품질 분석 및 결과 피드백</li> </ul>



및 가공 특성 상 작업자 노하후와 설비에 대한 의존도가 높아 품질측정 및 검사가 쉽지 않다는 점이다.

이러한 이슈에 대한 해결방안으로 품질데이터의 실시간 모니터링 관리 필요, 통계적 품질관리 시스템 도입에 따른 불량률 관리 및 불량요인 이력관리, 품질 검사 데이터의 DB화를 통한 환류체계 마련 등이 시급함을 지적하였다.

세부 추진방안으로는 단기적으로 라인/제품별로 실시간 불량정보에 대한 자동 수집이 가능한 시스템 환경 마련이 선행되어야 하며, 부품 및 제품의 조달/출하검사 관리 시스템, 품질데이터의 실시간 모니터링 환경 조성이 필요함을 역설하였다. 장기적으로는 빅데이터 기반 기술의 활용을 통한 사전 품

질예측 시스템 도입 및 원인추적관리가 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

#### 4.5 시스템 도입 및 활용 단계

앞서 소개했던 4가지 프로세스 단계별 제조혁신을 위해서는 관련 시스템 구축 및 활용이 무엇보다 중요하다고 하겠으며 이에 대하여 제조혁신의 마지막 단계로서 뿌리산업들의 제조혁신 이행을 위해 요구되는 시스템 도입 및 활용 이슈를 <Table 7>에서 정리하였다. 주요 이슈로 Lot단위로 바코드 자동생성 시스템 구축, 공정변수 자동제어를 위한 센서, 데이

Table 7. Manufacturing innovation strategy of root industry in the system establishment phase

단계		시스템 도입 및 활용	
현황		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공정 파라미터 감지 센서 및 통신 기술 필요</li> <li>■ 가공 결과에 대한 통합적인 분석 시스템 부재</li> <li>■ 설비의 표준 프로토콜 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 생산현황에 따라 수작업 또는 단말기 형태로 자료입력</li> <li>■ 데이터 이력관리 및 품질 관리 시스템 부재</li> <li>■ 자율센싱 및 이기종 통합 네트워크 인터페이스 환경 부재</li> </ul>
이슈도출		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lot별 바코드 자동생성 시스템 구축 필요</li> <li>■ Lot 바코드/RFID 기반 정보수집 기술</li> <li>■ 공정변수 자동 제어를 위한 센서 및 데이터 수집 기술 확보 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 개방형 설비 표준 프로토콜 설계 및 운영</li> <li>■ 4M 인터페이스 및 USN 구축</li> <li>■ 부품, 중간재 ID 부여를 통한 경로 관리 및 데이터 형성 필요</li> </ul>
추진 방안	도입 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 실시간 공정조건(온도, 압력, 전류, 전압) 모니터링</li> <li>■ 스마트 통신시스템 및 구동 디바이스</li> <li>■ 작업자편의 위한 지능형 모바일디바이스</li> <li>■ 센서노드와 임베디드 컨트롤러 통합 고속 제어</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 모듈형 고속 스마트 센서 디바이스 기술</li> <li>■ 가공장비 정보수집용 표준 인터페이스</li> <li>■ 네트워크 기반 CNC 및 감시시스템</li> <li>■ 센서노드/임베디드 디바이스 통합 모듈</li> </ul>
	정착 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ RFID 스마트 센서를 이용한 통합물류 시스템</li> <li>■ 모듈형 스마트 시스템 도입 및 적용</li> <li>■ 공정 내 에너지 효율화 및 최적화 시스템 구축/활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 스마트 트랜스 듀서 및 네트워크 기술</li> <li>■ 클라우드 분산 제어기 및 통합범용 HMI 시스템 구축</li> <li>■ 융복합 센서에 의한 공정 지능화 및 지식화 시스템 활용</li> </ul>

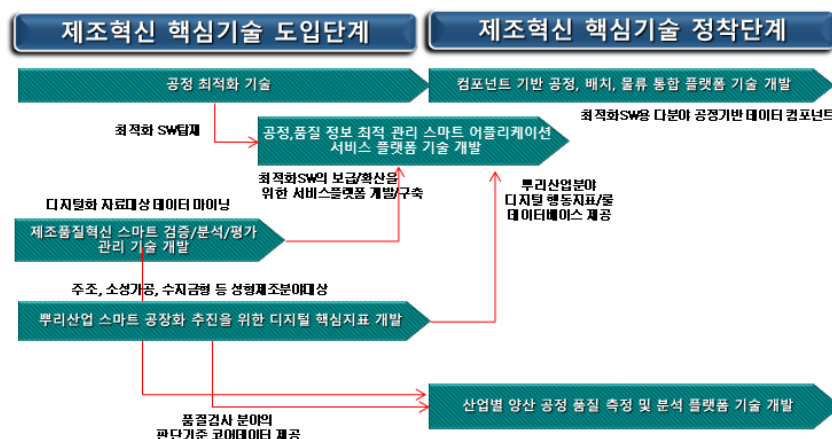


Fig. 3. Manufacturing innovation roadmap in the process design and quality analysis phase



Table 8. Core Technologies identification of the process design and quality analysis phase

공정설계/품질분석 분야 핵심기술	세부 개발내용	
공정 최적화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 배치 초기/상세 설계 및 최적화 기술</li> <li>■ 공정 초기/상세 설계 및 최적화 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 물류 초기/상세 설계 및 최적화기술</li> </ul>
컴포넌트 기반 공정, 배치, 물류 통합 플랫폼 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공정, 배치, 물류 컴포넌트 라이브러리 구축</li> <li>■ 공정, 배치, 물류의 정보 연결 고리 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 컴포넌트 기반 공법, 배치, 물류 통합 최적화 플랫폼 구축</li> </ul>
공정, 품질 정보 최적 관리 스마트어플리케이션 서비스 플랫폼 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공정 최적화 제조 BOM 및 사양관리 기술</li> <li>■ PLM,ERP등 제조기준정보 연결 어댑터개발 기술</li> <li>■ 스마트 품질관리 어플리케이션 플랫폼 개발 기술</li> <li>■ AR/VR 콘텐츠의클라우드서비스 플랫폼 개발 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공정, 품질 스마트 솔루션의 클라우드서비스 플랫폼 개발 기술</li> <li>■ 스마트 솔루션 운영지원서비스 클라우드플랫폼 개발 기술</li> </ul>
공정, 품질혁신 스마트 검증/분석/평가 관리 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공정, 품질문서 색인 및 수집 NoSQL DB 활용기술</li> <li>■ 정형, 비정형 통합 검색 엔진 및 UI개발 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 정형, 비정형 제조공정, 품질 빅데이터구성 및 분석/평가 기술</li> </ul>
뿌리산업 제조혁신 추진을 위한 디지털 핵심지표 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 주조, 소성가공, 수지금형 공정 분석/데이터 수집</li> <li>■ 열처리, 표면처리, 접합공정 분석/데이터 수집</li> <li>■ 수집데이터간 관련성 추출 및 수식화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수집 데이터에 근거한 공정별디지털 지표 개발</li> <li>■ 디지털지표에 근거하여 공정을 개선하기 위한 공정별디지털 행동지표의 정의 및 개발</li> </ul>
산업별 양산 공정 품질 측정 및 분석 플랫폼 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공차 데이터 분석 및 이력 관리 기술</li> <li>■ 상황인지기반 설비오류 분석/이상징후 탐색기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 오차 값,오차율 (Error) 불량 유형 패턴분석</li> <li>■ 기기 위치 보정가공 및 자동 세팅기술</li> </ul>

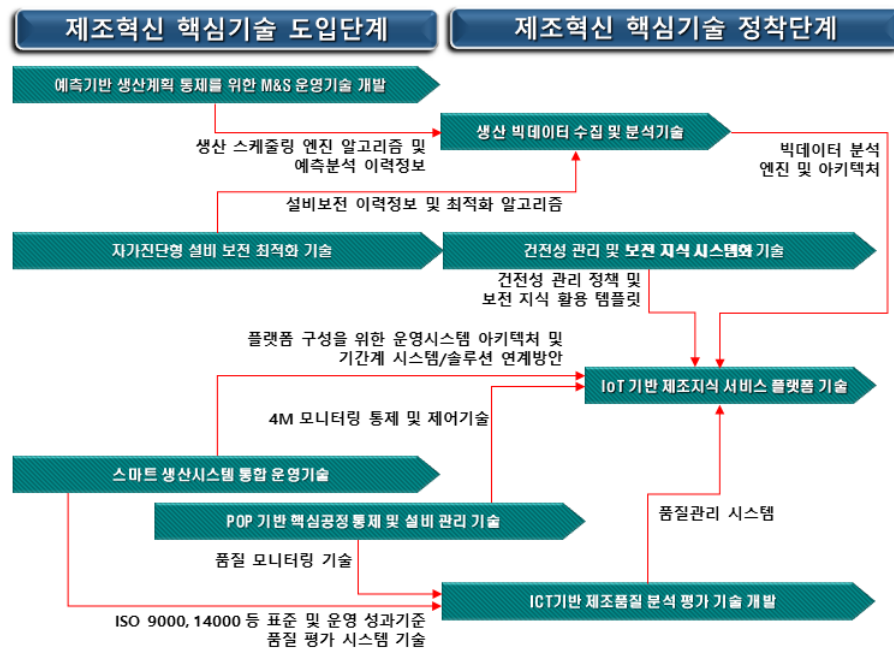


Fig. 4. Manufacturing innovation roadmap in the facility maintenance and manufacturing execution phase

터 수집 기술, 설비 간 연계를 위한 표준 프로토콜 설계 및 운영, 4M 인터페이스 및 USN 기술도입이 선행되어야 함이 지적되었다.

제조혁신 시스템 구축을 위해 도입단계에서는 실시간 공정

조건 모니터링 시스템 도입, 모듈형 스마트 센서 디바이스 기술, 스마트 통신시스템 및 구동 디바이스 기술, 가공장비 정보 수집용 표준 인터페이스 기술 도입이 요구되었다. 장기적으로는 RFID 기반의 스마트 센서를 활용한 통합물류 시스템 구축,

모듈형 스마트 시스템 도입 및 적용, 클라우드 분산 제어 및 통합범용 HMI 시스템 구축, 융복합 센서에 의한 공정 지능화 및 지식화 시스템 구축 및 활용의 필요성이 제기되었다.

#### 4.6 프로세스 단계별 로드맵 수립

뿌리산업 기업들이 향후 제조혁신 추진방안을 이행하기 위해 요구되는 핵심기술 및 기술 로드맵을 제시하였다.

〈Fig. 3〉는 공정설계와 품질분석 분야 단계를 연계하여 작성된 로드맵을 보여주고 있다. 제조혁신을 위해 개발되어야 할 핵심기술로는 공정최적화 기술, 컴포넌트 기반 통합 플랫폼

기술 개발, 스마트 어플리케이션 서비스 플랫폼 기술 개발, 스마트 검증/분석/평가관리 기술개발, 뿌리산업 제조혁신 추진을 위한 핵심지표 개발, 뿌리산업별 공정품질 측정 및 분석 플랫폼 기술 개발 등 총 6가지가 도출되었으며, 각 핵심기술별 세부 개발내용은 아래 〈Table 8〉과 같다.

한편, 〈Fig. 4〉는 설비보전과 제조실행 단계를 연계한 로드맵을 보여주고 있다. 예측기반 생산계획 통제를 위한 M&S 기술, ICT기반 제품품질 분석 평가 기술개발 등 총 8가지의 핵심기술이 도출되었으며, 각 핵심기술에 대한 세부 개발내용은 〈Table 9〉와 같다.

Table 9. Core Technologies identification of the facility maintenance and manufacturing execution phase

제조실행/설비보전 분야 핵심기술	세부 개발내용	
예측기반 생산계획 통제를 위한 M&S 운영기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 3-Phased Hybrid Simulation 엔진 개발 기술</li> <li>■ BPMS 수행을 위한 협업 시뮬레이션 운영 기술</li> <li>■ 3D 라이브러리 기반 가상공장 모델링 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ M&amp;S기반 Multi-plant 플랫폼 인프라 기술</li> <li>■ Shop-level과 Operation-level 간 실행 및 보완의 피드백 구축 기술</li> </ul>
스마트 생산시스템 통합 운영기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 생산운영 best practice 참조 모델 개발</li> <li>■ 예측 시뮬레이션 기반 생산 계획 및 스케줄링 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 주문-계획-실행 블록형엔진 S/W 컴포넌트 기술</li> <li>■ 생산 커맨드센터 구축을 위한 DIY 시스템 개발 기술</li> </ul>
POP기반 핵심공정 통제 및 설비관리 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 핵심공정 CTQ Fool-Proof 기술개발</li> <li>■ 핵심설비 통합제어 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ IoT및 M2M기반의 4M 모니터링 및 통제 기술 개발</li> </ul>
자가진단형 설비보전 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자가진단/적응형설비 보전 기술</li> <li>■ 고장 진단 및 예지 엔진 기술</li> <li>■ 스마트팩토리진전성 모니터링 기술</li> <li>■ 스마트팩토리유지보수 최적화 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 운영/보전 단계 기반 생산시스템 수명주기 정보 관리 및 지식화 기술</li> <li>■ 생산시스템 및 설비 형상관리(configuration management) 기술</li> </ul>
생산 빅데이터수집 및 분석기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 생산시스템 운영의 대용량 데이터 센싱인프라 구축 기술</li> <li>■ 생산 빅데이터수집장치 및 미들웨어개발</li> <li>■ 생산 빅데이터분석 및 지식화 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 생산 빅데이터기반 기계·공정 데이터/프로세스 마이닝기술</li> <li>■ 생산시스템 지식베이스(Knowledge-base)생성 및 관리 기술</li> </ul>
건전성 관리 및 보전 지식 시스템화 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 스마트팩토리진전성 시뮬레이션 및 평가기술</li> <li>■ 스마트팩토리진전성 최적화 기술</li> <li>■ 스마트팩토리진전성 관리 통합 솔루션 기술</li> <li>■ 생산시스템 KPI 관리 및 성능평가 설계/분석/관리 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 생산시스템 RAMS(신뢰성,가용성,보수성,안전성) 지식화 기술</li> <li>■ 공통화된 지식베이스 기반 의사결정(decision making) 지원 기술</li> </ul>
ICT 기반 제품품질 분석 평가 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 산업분야별 품질기준 정립 및 FMEA기반의 요인 분석 기술개발</li> <li>■ 품질요인별원시자료 유형별 Data포착 Platform 개발(H/W,S/W)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 실시간 측정자료 분석 및 FeedBack기술 개발</li> <li>■ 설계, 생산운영, 고객 품질 정보의 관계모형 분석 및 FeedBack, FeedForward기술 개발</li> <li>■ 대용량 품질 및 불량 이력 Data 검색 기술 개발</li> </ul>
IoT기반 제조지식 서비스 플랫폼 및 인터페이스 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 애플리케이션 제작/테스트/적용/확장이 용이한 클라우드기반 서비스 플랫폼 기술</li> <li>■ IoT기반 이기종장비 및 디바이스 인터페이스 기술</li> <li>■ 생산시스템 메시징구성 객체 간 지능형 상황인식 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 이종 객체 간 서비스 연결을 위한 표준 메시징프로토콜 기술</li> <li>■ 플랫폼 서비스 사용자를 위한 API 및 생산시스템 비즈니스 라이브러리 집적 기술</li> </ul>

## 5. 제조혁신을 통한 가치사슬 전후방산업으로의 파급효과

뿌리산업의 프로세스 단계별 제조혁신이 이행될 경우, 가치사슬 구조상의 전후방 산업들에 미치는 효과는 매우 크다. 본 연구에서는 전문가들의 의견을 토대로 뿌리산업의 제조혁신이 전후방산업에 미치는 파급효과를 정리하였다. 실제로 이러한 파급효과의 확산을 통해 스마트 공장을 운영하는 기업은 설비의 효율성을 극대화 할 수 있으며, 경영 환경에 유연하게 대응할 수 있다는 장점이 있다(Shin et al., 2017).

### 5.1 전방산업(Upstream)으로의 파급효과

뿌리산업의 전방산업 파급효과는 공정으로부터 확보되는 데이터를 바탕으로 공정조건 제어 및 품질문제 개선을 통해 생산성 증대에 기여할 수 있다는 점과, ICT기술 접목을 통해

생산자원의 최적 가용성을 확보하고 납기 및 품질 향상을 기대할 수 있다는 점을 들 수 있다. 나아가 표준화된 제조지식 확보 및 경제적 제품 생산, 품질 개선을 통한 제조 경쟁력 강화에 기여할 것이다.

뿌리산업별 전방산업 파급효과를 세부적으로 제시한 내용은 <Table 10>과 같다.

### 5.2 후방산업(Downstream) 파급효과

뿌리산업의 제조혁신 도입에 따른 후방산업의 파급효과를 정리한 내용은 <Table 11>과 같다. 후방산업의 파급효과를 요약하면 공정 조건 최적화 및 에너지 효율화 관련 솔루션 확보를 통해 신시장 창출, 뿌리산업의 특성 상 타 업종에서 공통적으로 활용할 수 있는 솔루션 기술 확보 및 표준화 정립 등을 들 수 있다.

Table 10. The effects of manufacturing innovation on the upstream industry

구분	파급효과
주조	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 주조 공정을 반영한 설계, 생산, 공정관리 및 에너지 저감을 통해 효율적인 작업환경 조성</li> <li>■ 주조 공정 변수에 대한 실시간 데이터 수집 및 분석을 사전 품질문제 예방, 예측보전 등에 활용함으로써 가동률 및 품질 향상</li> <li>■ 생산현장에서 수집되는 실적 데이터, 품질 데이터, 공정 데이터, 설비 데이터 등 다양한 데이터를 체계화하여 업무 효율성을 증대하고 관리 기반 확보</li> </ul>
금형	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 시뮬레이션을 이용한 설비의 가공 계획 최적화 및 예측보전 기반의 설비 가동률 극대화를 통해 생산 자원의 최적 가용성 확보</li> <li>■ 금형 설계 및 공정 프로세스 자동화를 통해 생산 준비 시간을 단축함으로써 납기 향상</li> <li>■ 금형 가공에서 발생된 생산 빅데이터 분석을 활용하여 가공 정밀도 및 금형 품질 조기 확보</li> </ul>
용접 · 접합	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 현재 설비를 바탕으로 용접 공정조건 데이터의 수집·분석을 통한 품질문제 해결과 고부가가치 제품화에 기여</li> <li>■ 용접 공정별 환경 유해요소의 실시간 모니터링 및 관리를 통한 친환경 공장으로서의 이미지 전환 기대</li> </ul>
열처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 열처리 공정별 에너지 모니터링 및 최적화를 통한 에너지 의존성 감소 및 효율화 증진</li> <li>■ 현재 설비를 바탕으로 열처리 공정조건 데이터의 수집·분석을 통한 지식화로 다수의 고령인력에 대한 대비와 데이터 기반 열처리 공정관리의 초석 마련</li> </ul>
사출	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 품질 및 설비조건 사전 모니터링 및 통제 체계를 확보하여 사출 품질을 안정화시키고 로트성 불량을 제거함으로써 고객사 지원 경쟁력을 확보하는 동시에 납기 약속 가능</li> <li>■ 성형작업 설비 통제를 안정화함으로써 작업자 숙련도 등 비정형 요인에 의존하지 않는 설비 통제의 안정성, 재현성 보장</li> <li>■ ICT를 통해 현장 작업자의 업무 환경을 개선함으로써 작업의 만족도를 확보하고 고용 및 업무 배치에 대한 용이성 증대</li> </ul>
정밀가공	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 가공 시뮬레이션을 통한 사전 검증 및 가공 모니터링 데이터 분석을 통한 결함 분석 및 사전 대응을 통해 품질향상 기대</li> <li>■ 과거 수집된 데이터를 기반으로 한 예측 기술을 이용하여 현 상태에 따른 예측보전으로 설비 가동률 증대</li> <li>■ 제품설계에서 생산까지 소요되는 시간의 단축으로 생산성 증대와 즉각적인 고객의 요구사항 반영</li> <li>■ 라인밸런싱 시뮬레이션을 통해 생산계획 및 장비운영을 최적화함으로써 효율성 향상 효과 기대</li> </ul>

Table 11. The effects of manufacturing innovation on the downstream industry

구분	파급효과
주조	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 주조의 다양한 적용분야 및 공법을 반영한 최적화 솔루션을 개발·보급함으로써 국내 및 해외까지 관련 솔루션 시장 확대</li> <li>■ 중소 주조 업체가 도입 가능한 보급형의 주조 공정 에너지 효율화 솔루션(H/W+S/W)의 개발·보급을 통해 부가가치 창출</li> </ul>
금형	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 제품 모델~금형 모델~가공 프로세스 자동 생성 및 NC 가공 데이터 자동 생성·검증을 위한 통합 설계 시스템 개발·보급을 통한 솔루션 경쟁력 확보</li> <li>■ Order-TO-Delivery 프로세스 통합 관리 기술 및 시뮬레이션 기반 납기 예측 및 스케줄 관리 솔루션 개발·보급을 통한 유사 업종 파급 기반 마련</li> </ul>
용접·접합	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 용접·접합 공법을 반영한 공정조건 최적화 솔루션을 개발 및 보급함으로써 국내 및 해외까지의 관련 솔루션 시장 확대</li> <li>■ 중소·영세 열처리 업체가 도입 가능한 보급형의 용접 공정 환경 유해요소 관리 솔루션의 개발 및 보급을 통한 부가가치 창출</li> </ul>
열처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 열처리 공법을 반영한 공정조건 최적화 솔루션을 개발·보급함으로써 국내 및 해외까지 관련 솔루션 시장 확대</li> <li>■ 중소·영세 열처리 업체가 도입 가능한 보급형의 열처리공정 에너지 효율화 솔루션의 개발·보급을 통해 부가가치 창출</li> </ul>
사출	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 외산 컨트롤러에 대한 데이터 인터페이스 경험을 축적하고 표준 프로토콜 사용 노하우를 확보하여 다양한 설비의 활용도 증대</li> <li>■ 사출조건 분석 및 최적화에 필요한 다양한 기법들을 현장에 적용함으로써 기존에 도입된 외산 솔루션 대체 효과 발생</li> <li>■ 적용 솔루션에 대한 단계적 고도화 구축 및 패키지를 통해 유사 현장에 대한 해외 진출 기반 확보</li> </ul>
정밀가공	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 정밀가공 분야의 품질관리를 위한 데이터 모델을 확보함으로써 표준화된 품질관리 체계 구축</li> <li>■ 시뮬레이션 기능을 기반으로 제조현장의 실시간 데이터를 모니터링 및 반영하여 자재와 생산능력을 파악하고 생산지시 갱신 기능의 솔루션화</li> <li>■ 정밀가공 분야에 특화된 데이터마이닝, 모델링, 시뮬레이션 기술을 확보하고 솔루션화하여 해외 업체에 대한 의존 탈피</li> <li>■ 가공부품에 따라 허용오차의 정도와 가공 시간 등의 분야별·수준별 요구사항을 반영하여 다양한 부품 공에 대한 시스템·솔루션 공급이 가능</li> </ul>
부품조립	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 부품조립 분야의 IoT 기반 생산운영 솔루션 기술을 확보하여 물류추적, 라인 시뮬레이션 등 다양한 업종에 공통적으로 활용될 수 있는 플랫폼 구축에 활용</li> <li>■ 부품조립에 필요한 다양한 설비(조립장비, 로봇, 자동화 시스템 등)에 대한 데이터 인터페이스 경험을 바탕으로 솔루션 개발에 필요한 인터페이스 기술 확보</li> </ul>
PCB 산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 입고 자재 및 반제품의 실시간 추적, 시뮬레이션 기반 생산일정 스케줄링 등 다양한 업종에 활용될 수 있는 공통 기술 확보</li> <li>■ PCB 제작에 필요한 다양한 설비에 대한 데이터 인터페이스 경험을 바탕으로 솔루션 개발에 필요한 인터페이스 기술 확보</li> </ul>

## 6. 결론 및 향후 연구방향

소재 및 부품생산으로 대표되는 뿌리산업 중소기업에 대한 제조 혁신의 필요성이 증가됨에 따라 정부는 스마트 공장 도입 등 다양한 정책적 지원을 아끼지 않고 있다. 하지만, 현재 추진되고 있는 다양한 제조혁신 정책들은 해외 선진국 사례 및 국내 대기업 사례를 벤치마킹하여 자본과 인력에 제한을 가지는 국내 제조업에 직접 적용하기에는 한계를 가지고

있다. 본 연구에서는 중소 제조현장의 목소리를 기반으로 학계, 정출연연구소, 업계 전문가들의 포커스 그룹 인터뷰를 통해 중소 제조업체의 제조혁신 추진방법 및 이행 로드맵을 제시하였다.

체계적 분석을 위해 프로세스 분야를 공정설계, 설비보전, 제조실행 및 품질분석으로 구분하여 현 실태 파악, 제조혁신 추진방안, 도입 및 정착단계의 실행방안 등을 제시하였다.

또한 실질적 이행을 위한 시스템 도입 방안에 대해 추가적

으로 논의하였으며 뿌리산업의 제조혁신이 가치사슬에 미치는 파급효과를 전후방산업으로 구분하여 제시하였다. 본 연구에서 제시된 추진방안 및 이행 로드맵, 기대효과는 향후 뿌리산업에 속하는 상대적으로 영세한 중소 제조업체들의 제조혁신을 위한 동기요인이 될 뿐만 아니라 제조혁신을 추진하는 가이드라인이 될 수 있을 것으로 기대한다.

## References

- [1] Cho, J. H. and Shin, W. S. (2019). “Developing a Framework for Assessing Smart Factory Readiness of SMEs and Case Study”, *Journal of Korean Society for Quality Management*, Vol. 47(1), pp. 1-15.
- [2] Chung, S. Y., Jeon, J. Y. and Hwang, J. J. (2016), “Standardization Strategy of Smart Factory for Improving SME’s Global Competitiveness.” *Journal of Korea technology innovation society*, Vol. 19(3), pp. 545-571.
- [3] Jeong, S. J.(2015), *Technical Trends of Advanced Companies for Manufacturing Innovation and Analysis of Strategies*, Korea Evaluation Institute of Industrial Technology.
- [4] Jeong, Y. S., Kim, Y. T. and Park, G. C.(2019), “Designing an Automated Production Information Platform for Small and Medium-sized Businesses”, *Journal of Convergence for Information Technology*, Vol. 9(1), pp. 116-122.
- [5] Ha, K., (2018). Current status of domestic Ppuri Industry and consideration of promotion policy, *The Association of Korean Photo-Geographers*, Vol. 28(2), pp. 43-56.
- [6] Kim, K. W., Choi, J. S. (2014), “Status and Policy Implication of Root Manufacturing Industry SME”, *Journal of Information Technology and Architecture*, Vol. 11(4), pp. 463-470.
- [7] Kim, S. D.(2011), “The Source of Manufacturing, Current Status and Development Strategies of Root Industry”, *KEIT PD ISSUE*, Vol. 11(6), pp. 71-94.
- [8] Kim, W. K., Kim, S., Kim, J. W.(2017), A Study on Employment Contribution and Productivity, *산업혁신연구*, Vol. 33(3), pp. 211-240.
- [9] Korea National Ppuri Industry Center(2019), 2019 PPURI INDUSTRY White Paper.
- [10] Korea National Ppuri Industry Center(2019), <https://www.kpic.re.kr/>
- [11] Lee, H., Yoo, S., Kim, Y. W.(2017), Status of Smart Factory Technologies and Standardization, *Electronics and Telecommunications Trends*, Vol. 32(3), pp. 78-88.
- [12] Lee, S. D.(2015), Global Trends of Smart Factory and Response Strategy of Korean Standardization, *Korean Standards Association, KSA Policy Study 012*.



- [13] Lee, S., Kim, J. Y. and Lee, W.(2017), Smart Factory Literature Review and Strategies for Korean Small Manufacturing Firms, *Journal of Information Technology Applications and Management*, Vol. 24(4), pp. 133-152.
- [14] Ministry of Trade, Industry and Energy, Korea Smart Factory Foundation(2017), Smart Factory Reference Model-Industry Focused.
- [15] Park, C. K., Seo, Y. B., Correlation between Win-Win Cooperation Supply Chains and Sustainability in the Perspective of Sustainability, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 17(1), pp. 31-51.
- [16] Sheen, D., Yang, Y.(2018), Analysis of Industrial Environments for Smart Factory and Manufacturing Innovation, The Korean Society of Mechanical Engineers, Proceedings of the KSME 2018 Annual Meeting, pp. 1727-1732.
- [17] Shin, J. C., Lim, O. K., Park, Y. H., Song, S. H.(2017), A Study on Determining Priorities of Basic Factors for Implementing Smart Supply Chain, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 17(1), pp. 1-12.



**김 장 업**

연세대학교 산업공학과 석사  
연세대학교 산업공학과 박사  
현재: 광운대학교 방위사업연구소  
전임연구원  
관심분야: SCM, 국방경영, 국방M&S



**정 석 재**

연세대학교 산업공학과 석사  
연세대학교 산업공학과 박사  
현재: 광운대학교 경영학부 교수  
관심분야: SCM, 친환경공급사슬  
가치기반 공급사슬



**한 재 현**

University of Chicago 금융수학 석사  
George Washington University 재무관리 박사  
현재: 광운대학교 경영학부 교수  
관심분야: 기업재무, 재무적 공급사슬



## 거래공정성, 거래진정성, CSR 활동이 기업 간 평판, 신뢰, 결속에 미치는 영향

박찬권\* · 박성민\*\*† · 김채복\*\*\*

\* · \*\* · \*\*\* 경북대학교 경영학부

### Effect of Transaction Fairness, Transaction Authenticity, and the CSR Activities on Reputation, Trust, and Commitment among Firms

Chan Kwon Park\* · Sung Min Park\*\*† · Chae Bogk Kim\*\*\*

\* · \*\* · \*\*\* School of Business Administration, Kyungpook National University

This study judged whether independent companies can secure favorable reputations if they conduct fair trade, display authenticity, and carry out CSR activities, and as favorable reputations affect trust relationships with trade companies, it was predicted that they ultimately connect to commitment. To verify this, surveys were conducted on manufacture-related businesses and analyzed. Verified results of research hypotheses were as follows.

First, verifications showed that trade fairness had a positive effect on reputation and trade authenticity also had a positive effect on reputation. However, while CSR had a positive effect on reputation, it was not significant and while reputation also had a positive effect on trust, it was not significant. Lastly, verifications showed that trust had a positive effect on commitment. The implications of this study are as follows.

First, predisposing factors that can secure the favorable reputations of independent companies were verified to be trade fairness and trade authenticity. Therefore, it is important for independent companies to provide fairness and authenticity in their trade processes and results. However, CSR activities are limited in acting as major predisposing factors that can secure favorable reputations. Second, even if favorable reputations are secured, development into trust relationships can be limited. Third, emphasis is placed once again on the fact that securing trust relationships is an important factor in securing a relationship of commitment with trade companies. In particular, electronics and communications businesses and automobile and component businesses need to check the contents presented as the results of this study and utilize them in their business management activities.

**Keyword :** Transaction Fairness, Transaction Authenticity, CSR Activity, Reputation, Trust, Commitment

---

† **Corresponding Author :** Park, Sung-Min, Department of Business Administration Doctor's course, Kyungpook National University, 80 Daehakro Bukgu Daegu 41566 Korea. Tel: 82-053-262-5550, E-mail: bomsungmin@naver.com

**Received :** 17 June 2019, **Revised :** 1 August 2019, **Accepted :** 1 August 2019

## 1. 서론

공급사슬을 구성하고 있는 많은 기업들은 급격하게 변화되는 경영환경에 적절하게 대응하기 위하여 협력적 관계를 맺어야 한다는 연구들 및 공급사슬에서의 협력에 대한 연구로서 공급사슬 구성원들 간의 협력 혹은 파트너십 관계의 중요성과 이러한 협력과 파트너십이 개별기업 및 공급사슬 구성원 전체의 성과를 제고할 수 있다는 결과를 제시하는 국내·외의 선행연구들은 일일이 열거하기도 어려운 상황이다.

공급사슬은 원재료 공급업체, 부품 공급업체 및 구성품 공급업체, 완제품 제조업체, 유통업체, 최종 고객으로 구성되므로(Chopra and Meindl, 2007; Simch-Levi et al., 2003), 여러 관련 기업체들이 모여서 구성되는 하나의 유기체 같은 형태를 가진다. 따라서 서로에게 필요로 하는 자원, 자금, 정보를 교환하는 거래 관계를 통하여 경영활동을 유지한다. 그러므로 개별기업들이 공급사슬 상의 거래관계에서 거래 과정이나 결과를 포함하여 여러 가지 경영활동의 과정이나 결과로 획득하게 되는 사회적 평판은 해당 공급사슬의 구성원으로서 거래관계를 지속적으로 유지하거나 유지하지 못하는데 있어서 중요한 영향을 미치는 선행요인으로 작용하게 된다(강선아 외, 2016; 김정희, 2015).

또한 공급사슬에서 사회적 평판이 중요한 이유로는 평판이 어떠한 개인이나 기업조직에 대하여 상대적으로 높은 정보의 타당성과 신뢰성을 제공하기 때문인데, 이러한 사회적 평판을 이용하여 다른 거래파트너를 선택하거나 거래기업을 선택하려고 하며, 호의적인 평판 때문에 거래대상 기업으로 선택될 수 있기 때문이다. 즉, 다른 제 3 자의 사람이나 기업의 평판을 참조하여 거래 상대방과 협력적인 거래관계를 맺을 것인지, 거부할 것인지를 결정할 수 있기 때문이다(이홍표, 2011). 이는 일반적인 사람이나 기업조직들은 믿을 수 있는 사람 및 기업 조직들과 거래 관계를 맺고자 하며, 사회적 네트워크 속에서 평판 정보를 활용하여 신뢰할 수 있는 상대방을 선택하려고 하고, 신뢰할 수 없는 상대방과는 거래관계를 단절하거나 배제하려고 하기 때문이다(이홍표, 2011; Berg and Engfeld, 2005).

공급사슬 구성원으로서 개별기업들이 확보하게 되는 평판의 중요성에도 불구하고 공급사슬 관점에서의 평판에 대한 선행연구들은 제한적인 상황이다. 평판에 대한 선행연구들은 주로 사회·심리적 관점에서 연구들이 진행되었으며(이홍표, 2011; 이홍표 외, 2008; 이홍표, 한성렬, 2006), 조직내부에서 조직구성원이 지각하게 되는 평판에 대한 연구(김문준,

2018), 기업의 경영활동에 대하여 개별소비자가 지각하는 평판에 대한 연구(곽교, 권영철, 2016)는 일부 제시되었지만 공급사슬 구성원 관점에서 기업 간 거래 활동의 결과로서 지각하게 된 평판과 관련된 선행연구는 제한적인 상황이다.

사회적 평판은 1회적·단기적인 거래관계와 이에 따른 만족도의 지각에 의해서도 나타날 수 있겠지만 비교적 장기적인 거래관계를 유지하는 경우 더 잘 지각할 수 있게 된다(강준상, 2017; 김종인, 박범순, 2014; Fombrun and Van Riel, 2003). 또한 개별기업 관점에서 사회적 평판은 다른 거래기업들과의 거래과정 및 결과에 의해 나타날 수 있는데, 거래과정과 결과로서 거래에서 공정한 거래를 시행하는 경우 그리고 거래과정에서 진정성 있는 모습을 보여주는 경우 호의적 평판이 나타날 수 있으며, 대외적으로는 기업의 사회적 책임(Corporate Social Responsibility: 이하 CSR) 활동에 의해서도 나타날 것으로 예측할 수 있다. 그러나 거래공정성 및 거래진정성과 사회적 평판 간의 관계에 대한 연구는 대단히 제한적인 상황이며, CSR 활동과 사회적 평판 간의 관계에 대한 선행연구들은 일부 제시되었으나 개별기업의 CSR 활동에 따른 소비자의 평판과 신뢰에 대한 연구이며, 공급사슬 관점에서의 연구와 관련해서는 제한사항이 존재한다.

따라서 본 연구는 개별기업이 공급사슬에서의 거래 활동 간 공정한 거래를 진행하고, 거래과정에서 진정성 있는 모습을 보이며, 대외적으로는 CSR 활동을 수행하는 경우 호의적인 평판을 확보할 수 있을 것으로 예측하였으며, 이러한 호의적인 평판은 거래기업들과 신뢰관계에 영향을 미치게 되어, 신뢰관계로 발전하며, 궁극적으로는 결속관계로 연결될 것으로 판단하였으며, 이를 실증하는 것이 본 연구의 주요한 목표이다. 이러한 연구를 통하여 공급사슬을 구성하고 있는 개별기업들에게 아래의 사항을 제시할 수 있을 것이다.

먼저, 개별기업의 관점에서 확보하게 되는 평판의 선행요인들을 구체적으로 확인할 수 있을 것이다. 앞서 제시한 것처럼 공급사슬을 하나의 집단(조직)으로 가정한다면 공급사슬 구성원으로서 개별기업은 구성원들 속에서 호의적인 혹은 긍정적인 평판을 확보하지 못한다면 공급사슬 구성원으로서의 거래 활동이 제한적일 수밖에 없다. 따라서 개별기업이 호의적인 평판을 얻기 위해서는 공급사슬 구성원으로서 공정한 거래, 진정성 있는 거래, CSR 활동과 같은 경영활동을 수행하여야 한다는 것을 구체적으로 제시할 수 있을 것이다.

둘째, 기업이 확보하게 되는 평판의 중요성에 대하여 제시할 수 있을 것이다. 기업의 평판이 중요한 이유는 호의적인 평판의 확보는 보다 많은 고객과 투자자의 창출, 보다 많은 취

업 응시자와 직원의 생산성 확보, 공급기업 및 경쟁기업 보다 더 나은 거래조건 확보가 가능해지고, 위기 상황에서 적은 손해만으로도 생존이 가능하도록 영향을 미칠 수 있기 때문이다(Fombrun and Van Riel, 2004). 그러므로 공급사슬에서의 경영활동을 통하여 확보하는 호의적인 평판의 중요성은 궁극적으로 확보한 평판의 감소로 연결될 수 있는 기회주의적인 활동을 감소시킴으로서 결국 다른 기업들과의 신뢰로 연결될 수 있으며, 최종적으로는 거래기업들과의 결속으로 나타나게 된다는 것을 제시할 수 있다.

또한 공급사슬을 하나의 조직으로 본다면 우호적, 긍정적 평판의 확보는 보다 나은 거래조건을 확보할 수 있도록 하고, 기업의 생존가능성을 제고하는 것은 궁극적으로 지속가능한 기업으로 변화될 수 있도록 할 것이다. 어떠한 기업이라도 지속가능한 기업으로 발전을 원하는 경우에는 우호적, 긍정적 평판의 확보가 중요한 요인으로 작용하기 때문이다.

셋째, 이제까지 평판의 선행요인으로서 거래공정성 및 진정성과 CSR 활동, 평판, 신뢰, 결속의 연결 과정을 종합적으로 연구하는 선행연구들이 제한적인 상황에서 이들 사이의 관계를 통합적으로 연구함으로써 개별기업들이 공급사슬에서 협력적인 관계의 유지와 협력적인 경영활동을 하여야 하는 이유를 종합적으로 제시할 수 있을 것이다.

## 2. 이론적 배경

### 가. 거래공정성

경제적인 교환관계에서 공정성에 대한 개념을 적용시킨 연구는 Adams(1963, 1965)의 연구에서 비롯되었으며, 주로 교환과정에서 거래 당사자 간 지각하게 되는 산출 및 투입 비율의 기준에서 비롯된다. 즉, 투입과 산출에서 각 당사자가 지각하는 비율이 공정성에 대한 토대로 나타나게 된다는 것이다.

이러한 공정성을 선행연구들은 분배(결과)공정성, 절차(과정)공정성, 상호작용 공정성으로 구분한다(곽원준 외, 2015; 박찬권, 박성민, 2017; 이광호 외, 2014; Blodgett et al., 1997). 먼저 분배공정성이란 거래당사자들 간 교환 경험을 통하여 형성되는 공평성의 역할을 강조하는 것으로 상호 간의 교환에 투입되는 비용은 최소화하려고 하고 보상은 극대화하려고 하는 상황에서 공헌과 투입에 비례한 상대적 보상이 손실과 비교하여 평가를 하는 경우 분배공정성을 지각하게 된다(이광호 외, 2014; Blodgett et al., 1997; Kumar et

al., 1995). 절차공정성이란 거래 당사자들 간 거래 정책, 절차, 기준 및 과정을 얼마나 공정하게 지각하는가에 대한 것을 의미한다(Alexander and Ruderman, 1987; Kumar et al., 1995). 또한 상호작용 공정성은 거래과정에서 지각하게 되는 인간적인 경험 및 대우 등을 의미하는 것이다(Bies and Moag, 1986).

따라서 앞서 제시한 선행연구들의 내용을 바탕으로 거래공정성에 대한 측정항목을 선정하였다. 세부적으로는 ‘거래기업들과의 거래 간 부여되는 책임과 보상이 공정함’, ‘거래기업들과 투입 및 산출의 공정성 평가’, ‘거래기업들과 거래 정책 및 절차가 공정함’, ‘거래기업들과 거래에서 인간적인 관계 지향’, ‘전반적으로 거래기업들과 공정한 거래관계 유지 노력’의 항목으로 거래공정성의 내용을 측정하고자 하였다.

이제까지 기업 간 거래에서의 공정성과 평판 및 신뢰, 협력 등에 대한 선행연구로는 곽원준 외(2015), 박찬권, 김재복(2014), 송영욱(2003), 유희열(2012), 이광호 외(2014) 등의 연구가 있으며, 이들 선행연구들은 거래공정성이 신뢰 및 협력에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 제시하고 있으며, 특히 곽원준 외(2015)의 연구는 신뢰형성의 선행요인으로 공정성에 대한 내용을 제시하지만 이들 관계의 실증연구가 아닌 문헌고찰 연구라는 제한성이 있다. 또한 비교적 본 연구와 유사한 연구로서 이상윤(2016)의 연구는 절차공정성 및 평판이 리더십과 조직지원인식, 지식공유 간의 관계에 대한 연구이다. 그러므로 공급사슬에서의 기업 간 거래관계로서 거래공정성과 사회적 평판의 관계에 대한 내용을 종합적으로 제시하는 연구는 제한적인 상황이다.

### 나. 거래진정성

김상희(2009)에 의하면 최근의 고객은 기계화되고 차가운 서비스가 아니라 진정으로 고객을 배려하는 서비스를 원하며, 이러한 사항은 기업을 평가하는 중요한 요소라고 하였다. 따라서 기업과 만나는 접점에서 고품격의 진정성 있는 거래관계는 긍정적인 감정 표현으로서 기대할 수 있는 이득이 높아지도록 만들고, 궁극적으로는 개별기업의 경쟁우위를 달성할 수 있는 중요한 요인의 하나로 제시되었다(Ashforth and Humphrey, 1993; Grandey, 2000; Henning-Thurau et al., 2006).

따라서 기업과 고객 즉 주로 서비스 품질관점에서 진정성에 대한 연구가 진행되었으며, 공급사슬 관점 즉, 기업과 기업 간의 거래관계에서 진정성에 대한 연구로는 박찬권, 서영



복(2014), 황중국(2014) 등의 연구가 진행되었다. 일반적으로 기업과 기업 간 거래관계에서 상호 거래관계자가 우수하고, 상호 간의 요구사항을 잘 받아들이며, 믿을 수 있는 진정성 있는 거래관계자 혹은 기업이라는 이미지를 심어줄 수 있어야 한다. 이를 위해서는 거래관계자 및 기업이 전문지식과 정보의 제공, 시작과 종료의 모습이 같은 일관성, 거래기업의 요구사항을 우선시 하는 고객 지향성 등이 진정성의 구성요인이다(박찬권, 서영복, 2014; 황중국, 2014).

본 연구의 진정성에 대한 세부적인 측정항목은 박찬권, 서영복(2014), 백인아(2013), 이경자, 김정희(2013), 황중국(2014) 등의 연구에서 제시된 내용을 바탕으로 하고, ‘거래접점에서 거래관계자의 진정성’, ‘시작과 종료 시까지 한결 같은 모습과 태도’, ‘고객기업 중심의 문제 해결책 강구’, ‘의사소통과정에서 고객기업 중심’, ‘개선된 품질을 고객기업에게 제공’의 항목을 이용하여 거래진정성을 측정하고자 하였다.

이제까지 기업 간 거래 진정성과 평판 및 신뢰, 협력 등에 대한 선행연구로는 박찬권, 김채복(2018), 박찬권, 서영복(2014), 백인아(2013), 성형석(2005), 이경자, 김정희(2013), 지희진(2013), 황중국(2014) 등의 연구가 있으나 이중 백인아(2013), 이경자, 김정희(2013), 지희진(2013)의 연구는 개별기업의 관점에서 진정성 있는 활동에 대한 연구이지만 주로 개별기업과 고객 간의 관점을 바탕으로 하는 연구이며, 주로 서비스 품질 관점에서 연구가 진행되었고, 기업과 기업 간의 거래관계에서의 진정성에 대한 연구의 부분에서는 일부 제한성이 있다. 그리고 박찬권, 김채복(2018), 박찬권, 서영복(2014), 성형석(2005), 황중국(2014)의 연구는 기업과 기업 간의 거래에서 거래진정성과 신뢰 및 협력에 대한 사항을 연구하고 있지만, 거래진정성과 사회적 평판의 관계에 대한 부분의 선행연구는 비교적 제한적인 상황이다.

#### 다. CSR 활동

CSR이란 기업이 소속된 사회에 대하여 기업이 입을 수 있는 피해를 최소화하고, 긍정적인 기업으로서 법적 및 경제적인 의무를 넘어서 사회 전체에 대하여 무한 책임을 지는 것을 의미한다(Petkus and Woodruff, 1992). 또한 지속적인 경영활동의 유지를 위하여 기업 이해관계자들과의 선순환적인 신뢰 관계를 지속하기 위한 종합적 경영 활동을 의미한다(김문준, 2018).

CSR에 대한 대표적인 연구로는 Carroll(1979, 1991)의 연구가 있으며, 세부적인 내용으로 경제적 책임, 법적 책임, 윤

리적 책임, 자선적 책임의 내용을 제시한다. Dahlsrud(2006)는 경제적 차원, 이해관계자 차원, 사회적 차원, 환경적 차원, 자발적 차원을 CSR 활동으로 제시한다. 또한 김문준(2018)은 경제적, 법적, 윤리적, 자선적 책임의 내용을 제시하고 있으며, 광교, 권영철(2016)은 CSR 활동의 세부내용으로 Carroll(1979, 1991)의 내용을 바탕으로 경제적 책임, 법적 책임, 윤리적 책임, 자선적 책임에 추가하여 환경적 책임에 대한 내용을 제시하므로 본 연구에서도 CSR 활동을 앞서의 선행연구들이 제시한 것처럼 경제적 책임, 법적 책임, 윤리적 책임, 자선적 책임, 환경적 책임으로 하여 연구를 진행한다.

세부적인 내용을 제시하면 경제적 책임은 경제적 이익을 추구하는 것, 법적 책임은 국가 및 지방자치 단체가 요구하는 법률과 규칙을 준수하는 것, 윤리적 책임은 기업 활동을 영위하는 과정에서 올바르게 정당하며 공정한 경영활동을 수행하는 것, 자선적 책임은 훌륭한 기업시민 행동 역할을 하는 것, 환경적 책임은 환경에 대한 보호와 보존, 자원의 낭비 방지에 최선을 다하는 것으로 하여 측정하고자 하였다.

이제까지 CSR과 평판, 신뢰에 대한 국내 선행연구로는 강선아 외(2016), 광교, 권영철(2016), 김문준(2018), 김정희(2015), 서구원, 진용주(2008), 윤각, 조재수(2007), 천만봉(2013) 등의 연구가 있으나 이들 선행연구는 기업과 기업 간의 평판에 대한 연구가 아닌 기업과 개별소비자(고객) 간의 관계에서 나타나는 평판에 대한 연구라는 제한사항이 있다.

#### 라. 평판

평판이란 오랜 시간동안 조직의 경영 관련 태도와 활동에 관하여 지각되는 이미지의 누적된 결과물로서 조직 외부의 이해관계자들의 지각에 따른 종합적인 평가라고 할 수 있다(강준상, 2017). 또한 조직의 일관적인 신뢰성과 진실성에 관한 종합적인 평가로서 조직의 과거 활동과 함께 미래의 활동에 대한 기대가 같이 포함되어 있는 용어이다(김종인, 박범순, 2014).

그러므로 어떤 사람 혹은 기업과 거래관계를 맺고자 하는 경우 다른 사람(같은 조직 구성원의 다른 제 3 자) 혹은 거래관계를 맺고자 하는 기업과 거래관계를 가지고 있는 다른 기업들이 거래관계를 맺고자 하는 어떤 사람이나 기업에 대하여 내리는 평가 혹은 회자되는 소문을 참고하고자 하는데 이러한 평가 혹은 소문을 평판이라고 할 수 있다(이홍표, 2011).

따라서 개인 및 조직들은 구성원들 사이에서 호의적인 평판을 받기 위해 노력하며, 호의적인 평판을 가진 사람들과 관

계 및 네트워크를 맺으려고 하고, 비호의적인 평판을 가진 사람 및 조직들을 배제하거나 거래관계를 단절하려고 한다(Berg and Engsdeld, 2005). 또한 자신에 대하여서도 구성원들이 가지는 평판에 대하여 민감하며(이홍표, 2011), 익명성이 보장되는 경우에도 제 3 자의 평판에 관심을 가지게 된다(Barclay, 2006).

이러한 평판의 세부적인 측정내용은 강선아 외(2016), 박교, 권영철(2016), 김정희(2015), 이홍표(2011)의 연구를 바탕으로 하여 평판의 측정 항목을 선정하였다. 세부적으로는 ‘전체적으로 우수한 기업 경영’, ‘사회로부터 존경 받음’, ‘종업원 및 관계자의 인간가치 존중’, ‘미래에 대한 명확한 비전’, ‘기업의 향후 성장가능성’에 대한 내용으로 측정하였다.

#### 마. 신뢰

신뢰란 자신의 생각과 행동을 다른 거래 상대방에게 노출하고자 하는 것으로 거래에 따르는 위험성을 수용할 수 있는 상태를 의미한다(Rousseau et al., 1998). 또한 Morgan and Hunt(1994)는 교환관계에 있는 상대방에 대한 믿음을 지각하는 것으로 정의하며, Zaltman and Moorman(1988)에 의하면 협력과 상호의존이 요구되는 사회적 상황에서 기본적으로 요구되는 사항으로서 신뢰를 제시한다.

공급사슬을 구성하고 있는 기업들 간의 거래에서 신뢰가 중요한 역할을 하는 이유는 거래기업들 간 상생협력과 동반성장이 가능하려면 거래당사자들 간의 신뢰관계가 전제되어야 하며, 신뢰관계가 담보되지 않는 기업 간 거래관계는 장기적인 관계유지가 어렵고 상생협력을 통한 동반성장 역시 불가능하기 때문이다(이광호 외 2014).

이러한 신뢰에 대한 세부내용으로 Mayer et al.(1995)는 신뢰주체가 신뢰객체에 대하여 능력, 배려심, 성실성의 수준이

높다고 평가하는 경우 신뢰관계가 형성된다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 ‘거래기업들은 거래약속을 준수할 수 있는 능력 보유’, ‘거래기업들에 대한 거래계약을 성실하게 준수’, ‘거래기업들에 대한 약속의 믿음’, ‘거래기업들과 거래는 정직함’, ‘거래기업들과의 거래관계에 대한 관심의 정도’의 내용으로 신뢰에 대한 사항을 측정하고자 하였다.

#### 바. 결속

Dwyer et al.(1987)에 의하면 구매자-판매자 이론을 활용하여 관계결속을 제시하는데 거래관계자들 간의 거래관계 지속에 대한 암시적, 명시적 약속으로 정의한다. 이는 관계지속과 관계이탈을 설명할 수 있는 중요한 변수이며, 장기적인 거래관계의 유지를 위한 핵심적인 요소이다(Gundlach et al., 1995).

일부 선행연구들에서 결속을 경제적 결속과 정서적 결속으로 구분하며(진홍 외, 2012), 지속적 결속, 행동적 결속, 정서적 결속으로도 구분하고(Kim and Frazier, 1997), Gruen et al.(2000)은 정서적 결속, 지속적 결속, 규범적 결속으로도 구분하는 등 결속을 다차원적인 관점으로서 제시하고 있지만 본 연구에서는 이들 선행연구들에서 제시된 내용을 종합하여 결속을 단일개념으로 하여 연구를 진행한다.

본 연구에서의 결속에 대한 세부적인 측정내용은 ‘거래기업들과의 거래는 즐거움’, ‘거래기업들에 대한 애착’, ‘거래 담당자와의 거래를 좋아함’, ‘거래기업들과 우호적인 관계의 유지’, ‘거래기업을 다른 기업으로 대체하기 어려움’의 항목으로 측정하고자 하였다. 이제까지 본 연구의 주요 연구항목들에 대한 선행연구들과 세부적인 측정항목들에 대하여 살펴보았는데, 주요 연구항목들에 대한 조직적 정의에 대한 내용은 아래의 Table 1.에 정리하여 나타내었다.

Table 1. Operational definition by study item synthesis

Item	Operational Definition
Fairness	The process and results of transactions with trading companies are fair.
Authenticity	It deals with authentic transactions in transactions with trading companies.
CSR	Observe corporate social responsibility required by society.
Reputation	It is recognized as a good company in dealings with trading companies.
Trust	The transactional relationship with the trading company can be trusted.
Commitment	We want to maintain a constant business relationship with companies in the business relationship.

### 3. 연구모형 및 연구가설

#### 가. 연구가설 수립

##### (1) 거래공정성과 평판 간의 관계

Anderson and Weitz(1992)에 의하면 경로 구성원들과의 공정한 거래는 평판의 제고와 긍정적인 관계에 있다고 하였으며, Bies and Moag(1986)는 거래기업들이 거래절차를 무시하고 기회주의적 행동을 하는 경우 상호 갈등의 원인으로 작용하게 되므로 거래과정에서 공정성을 유지하지 않는 경우에는 거래기업 상호 간에 상호 불평을 하게 된다고 하였다.

또한 김영화(2005)는 공정성 요인으로서 분배 및 상호작용 공정성이 긍정적 감정에 유의한 영향을 미친다고 하였으며, 송영욱(2003)에 의하면 평판은 개별기업이 구축하고 유지하여야 하는 중요한 자산으로서의 역할을 하며, 거래관계에서 기회주의적 행동 즉, 불공정한 거래를 하는 경우에는 자신이 획득한 평판에 피해를 줄 수 있다고 하였다. 따라서 거래기업들과의 공정한 거래는 호의적인 사회적 평판의 확보에 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단하고 아래의 가설을 수립하였다.

**가설 H1 : 거래공정성은 평판에 정(+ )의 영향을 미칠 것이다.**

##### (2) 거래진정성과 평판 간의 관계

곽원준 외(2015)에 의하면 거래관계에서 거래의 과정 및 결과에 대하여 상호 간 문제점을 지각하는 경우, 문제를 해결하는 도중에 설명과 의사소통에서 자연스럽게 정중함을 지각하는 경우 상호 간의 부정적인 감정의 수준이 감소하고, 상대방에 대한 배려심의 수준은 증가한다고 하였다.

또한 백인아(2013)는 기업이 확보한 진정성은 기업명성에 유의한 영향을 미친다는 것을 제시하였으며, 이경자, 김정희(2013)의 연구에서도 진정성은 기업의 명성에 유의한 영향을 미친다는 것을 제시하고 있다. 따라서 거래과정에서 거래 상대방이 제공하는 진정성의 수준이 높을수록 궁극적으로 사회적 평판의 수준을 제고할 수 있을 것으로 예측하였으며, 아래의 가설을 수립하였다.

**가설 H2 : 거래진정성은 평판에 정(+ )의 영향을 미칠 것이다.**

##### (3) CSR 활동과 평판 간의 관계

CSR의 역할에 대한 연구로서 Klein and Dawar(2004)와 Pirsch et al.(2007), Williams and Barrett(2000)에 의하면 CSR은 기업의 위기 상황에서 보험 역할 혹은 완충 역할을 하며 기업의 신뢰 회복과 기업평판을 회복하는데 영향을 미칠 수 있다고 하였으며, Beker-Olsen et al.(2006)은 CSR 활동에서 진정성이 있는 경우 기업에 대한 긍정적인 이미지가 제고될 수 있다는 것을 제시하였다.

김영길 외(2019), 한은경, 류은아(2003)는 CSR 활동이 기업의 평판 등 기업에 호의적인 이미지와 평판을 구축하는데 영향을 미친다고 하였으며, 이는 강선아 외(2016), 광교, 권영철(2016), 김문준(2018), 김종인, 박범순(2014), 김정희(2015), Brain and Nowak(2000), Carroll and Shabana(2010), Fombrun and Van Riel(2004)의 연구에서도 유사한 결과를 제시하고 있으므로 다음의 가설을 수립하였다.

**가설 H3 : CSR 활동은 평판에 정(+ )의 영향을 미칠 것이다.**

##### (4) 평판과 신뢰 간의 관계

조영훈(2006)에 의하면 판매자 기업의 평판은 궁극적으로 판매자에 대한 신뢰에 영향을 미친다고 하였는데, 기업에 대한 평판이 긍정적일수록 신뢰의 수준 역시 높아진다는 것이다. 개별기업의 입장에서 자신에게 우호적인 평판을 개발하도록 하는 것은 상당한 시간과 비용을 투자하도록 하며, 귀중한 자산으로 나타날 수 있다. 따라서 평판은 거래관계에서 기회주의적 활동을 제한하는 역할을 하며, 신뢰를 제고시키는데 영향을 미칠 수 있다.

또한 김문준(2018)에 의하면 조직 평판은 조직 동일시에 정(+ )의 영향을 미친다고 하였으며, Ganesan(1994)에 의하면 거래기업에 대한 평판의 수준이 좋은 혹은 우수한 경우, 거래기업에 대한 신용의 수준도 제고될 수 있다고 하였으며, 이러한 사항은 손경식(2015), 송영욱(2003)의 연구에서도 유사한 결과를 제시한다. 이흥표(2011)에 의하면 평판이 좋은 사람은 대인 관계에서 호감과 신뢰가 증가하며, 거래관계를 맺고자 하는 선호도 역시 증가하지만, 비호의적인 평판을 가진 사람은 반대로 호감과 신뢰도가 저하된다고 하였으므로 이는 기업과 기업 간의 관계에서도 마찬가지라고 예측할 수 있다. 따라서 기업의 평판은 신뢰에 영향을 미칠 수 있다고 판단하였으며, 아래의 가설을 수립하였다.

가설 H4 : 평판은 신뢰에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

#### (5) 신뢰와 결속 간의 관계

손경식(2015), 송영욱(2003), 진홍 외(2012), Ganesan(1994), Morgan and Hunt(1994)의 연구에 의하면 신뢰는 결속에 유의한 정(+)의 영향을 미친다는 것을 제시한다. 또한 이제까지 신뢰와 결속에 대한 선행연구들은 거래 상대방과의 거래관계에서 신뢰의 수준이 높은 경우 갈등이 감소하며, 더 큰 협력관계를 구축할 수 있고, 관계의 헌신과 지속적인 상거래 관계를 유지할 수 있다(조영훈, 2006).

그러므로 개별기업의 입장에서 다른 거래 기업들과의 신뢰의 수준이 높을 경우 거래기업 상호 간에 기회주의적인 행동을 하지 않으며, 이와 관련된 위험을 감소시키고, 거래관계에 대한 확신을 제고시킴으로서 결속관계로 발전 할 수 있다고 예측하여 아래의 가설을 수립하였다.

가설 H5 : 신뢰는 결속에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

#### 나. 연구모형

본 연구의 목표는 기업 간 거래에서 공정한 거래활동 및 진정성 있는 거래활동, CSR 활동이 호의적인 평판에 영향을 미칠 수 있으며, 호의적인 평판의 확보는 기업 간 신뢰 및 궁극적으로 결속으로 연결될 수 있다는 것으로서 거래공정성 및 거래진정성, CSR 활동, 평판, 신뢰, 결속의 관계를 종합적으로 분석하는 것으로 구체적인 연구모형은 아래의 Fig 1.과 같다.

## 4. 연구방법 및 가설검정

### 가. 표본설계 및 자료수집

연구가설의 실증분석을 위해 앞서 2장에서 제시하였던 측정내용을 중심으로 설문지를 구성하였으며, 2018년 9월부터 12월까지 연구자들이 대구·경북·울산·경남지역에 위치한 중소제조업체 및 대기업들을 대상으로 설문조사를 시행하였다. 설문조사는 우편, e-mail, 직접방문을 수행하여 수집되었으며, 기업체 당 1부를 조사 하는 것을 원칙으로 하고, 동일한 기업이지만 독립적 사업부문으로 경영 활동이 수행되는 경우에는 사업부문별로 조사하였다.

설문응답의 정확성 제고를 위하여 자기기업 입장에서 가장 거래금액 혹은 거래빈도가 높은 기업체를 선정한 다음 이들 기업체들과의 거래관계 및 거래상황에 대하여 잠시 생각한 후 설문에 응답하여 줄 것을 당부하였으며, 되도록 전체 항목을 확인할 것을 부탁 하였다.

총 1000부의 설문지가 배부되었으며, 135부의 설문지가 수집 되었다. 설문응답에 상태가 좋지 않고, 기업체의 규모가 너무 작고 활동기간이 짧다고 생각되는 기업의 경우 CSR 활동에 대한 내용을 잘 인식하지 못한다고 판단하여 추가로 제거하여 총 76부의 설문지를 연구에 활용 하였다. 조사 대상 기업의 일반적인 특성은 다음과 같다.

먼저 연간 매출액을 기준으로 50~100억 원 사이가 15개(19.7%), 101~500억 원 사이가 20개(26.3%), 501~1000억 원 사이가 21개(27.6%), 1001~5000억 원 사이가 13개(17.1%), 5001억 원 이상이 7개(9.2%)업체로 조사되었다. 종업원의 수 기준으로는 50~100명 사이가 13개(17.1%), 101~500명 사이가 24개(31.6%), 501~1000명 사이가 23개(30.3%), 1001~5000명 사이가 11개(14.5%), 5001명 이상이 5개(6.6%)업체로 조사되었다.

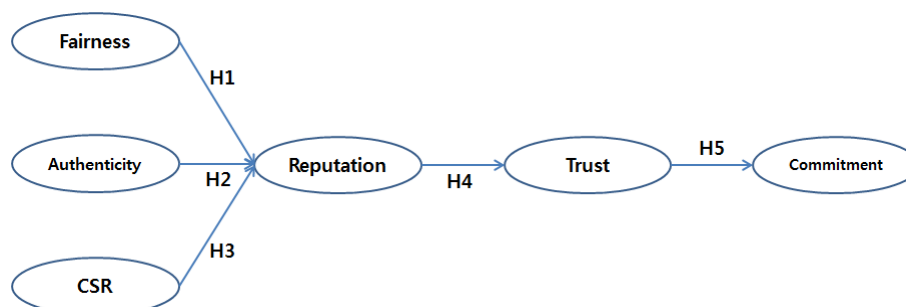


Fig 1. Model of Research



Table 2. Exploratory factor analysis

Item	Number	1	2	3	4	5	6
Fairness	1	.263	.234	.184	.242	.189	.781
	2	.445	.190	.214	.249	.226	.636
	3	.316	.211	.289	.204	.204	.764
	4						
	5	.139	.245	.179	.177	.283	.792
Authenticity	1	.238	.131	.783	.149	.154	.145
	2	.253	.166	.832	.158	.147	.081
	3	.247	.194	.824	.179	.185	.227
	4	.218	.241	.796	.286	.141	.177
	5	.266	.167	.783	.166	.091	.159
CSR	1	.154	.041	.205	.030	.893	.175
	2	.172	.134	.238	.012	.859	.226
	3	.236	.085	.165	.137	.862	.200
	4	.186	.506	.021	.379	.629	.066
	5	.208	.428	-.004	.369	.705	.128
Reputation	1	.800	.141	.182	.257	.227	.172
	2	.846	.057	.319	.131	.194	.078
	3	.854	.072	.283	.085	.100	.235
	4	.886	.043	.178	.145	.159	.172
	5	.810	.150	.248	.226	.171	.206
Trust	1	.049	.790	.126	.139	.152	.383
	2	.254	.752	.119	.069	.239	.248
	3	.119	.799	.101	.221	.205	.240
	4	-.056	.844	.263	.264	.035	-.029
	5	.085	.771	.320	.253	.037	.072
Commitment	1	.010	.270	.312	.697	.373	.029
	2	.161	.139	.153	.829	.062	.186
	3	.194	.208	.218	.845	.080	.283
	4	.306	.202	.219	.827	.112	.156
	5	.241	.438	.171	.691	.081	.152
아이겐 값		4.706	4.384	4.319	4.101	3.935	3.098
누적 %		16.227	31.345	46.237	60.378	73.945	84.627



업종별로는 금속관련 업체가 5개(6.6%), 전자 및 통신 업체가 38개(50.0%), 전기 및 기구 관련 업체가 8개(10.5%), 자동차 및 관련 부품 업체가 20개 업체(26.3%), 조선 및 관련 부품 업체가 5개(6.6%)로 나타난다. 설문에 응답한 조사대상자의 직위는 대리이하가 45명(59.2%), 부/실/팀장급이 27명(35.5%), 임원 이상이 4명(5.3%)로 조사되었다. 조사대상 기업의 경영활동 기간은 모두 5년 이상으로 조사되었다.

## 나. 신뢰성 및 타당성 분석

연구항목들의 세부 측정내용은 대부분 기존 선행연구들에서 제시된 측정내용을 활용한 것으로 이미 검증된 것이지만, 측정항목들의 신뢰성과 타당성을 파악하기 위하여 SPSS 25를 이용하여 탐색적 요인분석과 Smart PLS 2.0을 활용하여 확인적 요인분석을 시행하였다. 연구항목들에 대한 탐색적 요인분석의 결과는 앞서의 Table 2.와 같다.

Table 3. Intensive feasibility and reliability analysis of measurement items

Item	Number	Outer Loading	AVE	Cronbach's $\alpha$	C. R.	R <sup>2</sup>
Fairness	1	0.932	0.840	0.936	0.955	—
	2	0.903				
	3	0.950				
	5	0.880				
Authenticity	1	0.866	0.825	0.947	0.959	—
	2	0.906				
	3	0.946				
	4	0.936				
	5	0.885				
CSR	1	0.867	0.792	0.936	0.950	—
	2	0.887				
	3	0.905				
	4	0.873				
	5	0.917				
Reputation	1	0.917	0.862	0.960	0.969	0.482
	2	0.926				
	3	0.934				
	4	0.937				
	5	0.928				
Trust	1	0.888	0.761	0.922	0.941	0.428
	2	0.857				
	3	0.896				
	4	0.866				
	5	0.855				
Commitment	1	0.817	0.801	0.937	0.953	0.446
	2	0.865				
	3	0.955				
	4	0.944				
	5	0.888				

탐색적 요인분석의 시행에 앞서 연구항목들 간의 상관관계를 분석한 결과 가장 낮은 상관계수 값을 보이는 항목은 평판과 신뢰로서 상관계수 값은 0.345( $p=0.002$ )로 검정되어 연구항목들은 요인분석에 적합한 것으로 검정되었으며, 탐색적 요인분석은 Varimax 직각회전 방식을 이용하였다. 탐색적 요인분석에서 Fairness 4번 측정 항목(거래기업들과 거래에서 인간적인 관계지향)에서 요인 적재량이 0.6 이상으로 나타나지 않음으로 인해 제거하였으며, 나머지 측정항목은 모두 기준치를 충족하는 것으로 검정되고, 최종 누적 설명력(%)은 84.627로 나타난다. KMO 측도 값은 0.890( $p=0.000$ )으로 검정되어 최종적으로 본 연구의 연구항목은 6개로 구분되었다.

확인적 요인분석으로서 집중타당성 및 내적 일관성 신뢰도의 검증을 시행하였다. 집중타당성 및 확인적 요인분석의 결과는 앞서의 Table 3.에 정리하였다. 집중타당성을 위한 Outer Loading 값은 0.7 이상, 평균분산추출(Average Variance Extracted : AVE)값은 0.5 이상으로 검정되어야 하고, 내적 일관성 신뢰도를 위한 Cronbach's  $\alpha$  값과 잠재요인 신뢰도(Composite Reliability : C. R.)값은 모두 0.7 이상으로 분석되어야 한다(Hair et al., 2014). 또한 내생변수를 얼마나 잘 예측할 수 있는가에 대한 분석기준으로서  $R^2$  값을 이용하는데,  $R^2$  값이 0.19 이상이면 모형의 적합성이 존재하고, 0.67 이상이면 강한 설명력을 의미하는데(Henseler et al., 2009), 최저값은 신뢰로서 0.428로 나타나 검정결과는 모두 기준치를 충족하는 것으로 검정되었다.

판별타당성은 일반적으로 해당 항목의 AVE의 제곱근 값과 해당 행 및 다른 구성개념의 상관계수 값들과 상호 비교하여 분석하는데(Fornell and Larcker, 1981), 아래의 Table 4.에서 제시한 것처럼 AVE의 제곱근 값은 해당 행 및 다른 구성개념의 상관계수 값들보다 모두 높은 것으로 나타나므로 측정항

목은 판별타당성을 가지고 있다고 판단하였다.

#### 다. 가설 검정 결과

연구가설의 검정에 요구되는 신뢰성 및 타당성과 모형 적합도를 연구항목들이 모두 충족한 것으로 나타남으로서 연구모형의 경로계수 분석을 통하여 연구가설을 검정하였으며, 가설의 검정결과는 다음의 Table 5.와 같다.

먼저 가설 H1의 검정으로서 거래공정성은 평판에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 검정되었다( $\beta=0.350$ ,  $p=0.010$ ). 그리고 가설 H2의 검정으로서 거래진정성은 평판에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 검정되었다( $\beta=0.327$ ,  $p=0.006$ ). 그러나 가설 H3의 검정으로서 CSR은 예측과는 다르게 평판에 정(+)의 영향을 미치고 있지만 유의하지는 않았다( $\beta=0.145$ ,  $p=0.190$ ). 또한 H4의 검정으로서 평판은 신뢰에 정(+)의 영향을 미치고 있지만 유의하지는 않았다( $\beta=0.162$ ,  $p=0.115$ ). 마지막으로 신뢰는 결속에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 검정되었다( $\beta=0.468$ ,  $p=0.000$ ).

### 5. 결론 및 향후 연구방향

#### 가. 연구의 요약 및 결론

본 연구는 개별기업이 공급사슬에서의 거래 활동 간 공정한 거래를 진행하고, 진정성 있는 모습을 보이며, 대외적으로는 CSR 활동을 수행하는 경우 호의적인 평판을 확보할 수 있을 것으로 판단하였으며, 이러한 호의적인 평판은 거래기업들과

Table 4. Validity of discrimination of research variables

Item	Mean	Stdev.s	1	2	3	4	5	6
1. Fairness	5.934	1.004	<b>0.917</b>					
2. Authenticity	5.579	1.004	0.572	<b>0.908</b>				
3. CSR	4.911	1.103	0.581	0.488	<b>0.890</b>			
4. Reputation	5.661	1.072	0.621	0.592	0.494	<b>0.928</b>		
5. Trust	4.979	1.260	0.559	0.500	0.541	0.353	<b>0.873</b>	
6. Commitment	5.013	1.199	0.581	0.559	0.526	0.505	0.588	<b>0.895</b>

– 대각선의 굵은 이탤릭체 글씨는 AVE의 제곱근 값

Table 5. Test results of hypothesis H1~H5

	Path	Original Sample	Simple Mean	STDEV	STERR	t-val	p-val	채택 여부
H1	Fairness → Reputation	0,350	0,344	0,132	0,132	2,648	0,010	채택
H2	Authenticity → Reputation	0,327	0,344	0,116	0,116	2,815	0,006	채택
H3	CSR → Reputation	0,145	0,148	0,109	0,109	1,321	0,190	기각
H4	Reputation → Trust	0,162	0,159	0,102	0,102	1,595	0,115	기각
H5	Trust → Commitment	0,468	0,480	0,107	0,107	4,391	0,000	채택

신뢰관계에 영향을 미치게 되어, 궁극적으로는 결속관계로 연결될 것으로 판단하고, 이를 검증하기 위하여 우리나라의 제조관련 기업체들을 대상으로 설문조사를 시행하였으며, 이를 분석하였다.

연구가설을 검증한 결과는 아래와 같다. 먼저 거래공정성은 평판에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 검증되었으며, 거래진정성 역시 평판에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 검증되었다. 그러나 CSR은 평판에 정(+)의 영향을 미치고 있지만 유의하지는 않았고, 또한 평판 역시 신뢰에 정(+)의 영향을 미치고 있지만 유의하지는 않았다. 마지막으로 신뢰는 결속에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 검증되었다. 이러한 연구가설의 검증결과에 따라 본 연구의 학문적 및 실무적 시사점은 아래와 같이 정리할 수 있다.

먼저 공급사슬에서 개별기업들이 호의적인 평판을 확보할 수 있는 선행요인들을 확인하였다. 본 연구의 결과에 의하면 공급사슬을 구성하고 있는 기업들 간 거래에서 호의적인 평판을 확보할 수 있는 방안은 거래공정성과 거래진정성이라는 것을 확인하였다. 앞서 김영화(2005), 송영욱(2003)의 연구에서 제시된 것처럼 거래과정과 결과에서 공정한 거래를 하는 것과 박원준 외(2015), 백인아(2013), 이정자, 김정희(2013)의 연구에서 제시된 것처럼 거래에서 진정성 있는 모습을 보여주는 것은 호의적인 평판 혹은 명성을 확보할 수 있는 중요한 요인이라는 것을 확인하였다. 따라서 공급사슬의 구성원으로서 개별기업들은 거래과정과 결과에서 공정성과 진정성 있는 모습을 제공하는 것이 중요하다.

둘째, 개별기업의 CSR 활동은 기업 간 거래에서는 호의적인 평판을 확보하는데 정(+)의 영향을 미치기는 하지만 유의하지는 않았다. 따라서 CSR 활동은 호의적 평판의 확보를 할 수 있는 주요한 선행요인으로서는 작용하는데 있어서 제한적이다. 앞서 CSR이 기업의 호의적인 이미지나 평판을 구축할 수

있다는 선행연구로서 강선아 외(2016), 광교, 권영철(2016), 김문준(2018), 김종인, 박범순(2014), 김정희(2015), 한은경, 류은아(2003) 등의 선행연구들과는 비교적 상이한 결과이다.

이러한 결과가 나타난 이유를 확인하여 보면 앞서 제시한 선행연구들은 주로 개별기업의 CSR 활동에 대한 최종 고객의 지각과 인식에 대한 내용을 연구한 것이 대부분이고, 기업과 기업 간의 거래관계에서 CSR 활동을 조사한 것이 아니라는 제한사항이 있다. 그러나 본 연구에서는 개별기업 관점에서 거래기업들의 CSR 활동에 대한 측정을 시행한 것으로서 거래기업들의 CSR 활동에 대하여 큰 관심을 가지지 않는다는 것이며, 이는 앞서 Table 3.에서 제시한 것처럼 CSR 활동이 다른 연구항목들과 비교 시 비교적 낮은 평균 값(4.911)을 보는 것에서도 확인할 수 있다. 또한 설문응답 기업의 많은 수가 중소기업으로서 이들 중소기업의 경우 대기업과 비교 시 CSR 활동에 비교적 소극적일 수 있기 때문이다.

셋째, 평판은 기업 간 신뢰관계에 정(+)의 영향을 미치기는 하지만 유의하지는 않았다. 이러한 사항은 거래기업들과의 거래관계에서 호의적인 평판을 확보하고 있다고 하더라도 신뢰관계로의 발전에 영향을 미치는 부분에서는 제한적이라는 것을 의미한다. 이는 기업 간 거래관계를 구축하는데 있어서 호의적인 평판을 확보하였다고 하더라도 일정한 거래 빈도나 거래 기간을 거치는 거래관계와 거래경험을 통하여 거래공정성 혹은 거래진정성에 대하여 거래상대방을 직접 확인하는 것이 신뢰관계를 구축하는데 있어서 더욱 중요한 요인으로 작용하는 것으로 파악하였다. 하지만 공급사슬 관련 연구에서 기업 간 거래과정과 결과를 통하여 확보하게 되는 평판에 대하여 연구를 진행하였다는 것으로도 의의를 가질 수 있다.

넷째, 기업 간 신뢰관계의 구축은 결속관계에 유의한 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 이러한 연구결과는 앞서 제시한 손경식(2015), 송영욱(2003), 진홍 외(2012), 조영훈

(2006) 등의 연구결과와 유사한 결과이다. 따라서 개별기업들에게 신뢰관계를 확보하는 것이 거래기업들과의 결속관계를 확보할 수 있는 중요한 요인이라는 것을 다시 한 번 제시하는 것이다. 특히 본 연구의 주요조사 대상 기업은 전자 및 통신 관련 기업이 38개(50.0%), 자동차 및 부품 관련 기업이 20개(26.3%)로서 총 58개(76.3%)이며, 대부분을 차지한다. 그러므로 이들 산업에 있는 기업체들의 경우 본 연구의 결과로 제시되는 내용을 확인하고 기업경영활동에서 활용할 필요성이 있을 것이다.

#### 나. 연구의 제한사항 및 향후 연구방향

연구의 제한사항과 향후 연구방향을 정리하면 다음과 같다.

먼저, CSR 활동의 적합성에 대한 연구의 부분이 제한적이다. CSR 활동이 기업의 경영활동 수행과 불합치 하게 될 경우에는 CSR 활동이 오히려 기업의 평판에 부정적인 영향을 미칠 수 있는데(Sen and Bhattacharya, 2001), 개별기업의 입장에서 기업의 이미지 제고 및 평판의 제고를 위하여 수행하는 CSR 활동이 기업의 활동과 부합되고, 진정성이 있다면 기업의 이미지가 제고될 수 있다(Beker-Olsen et al., 2006). 하지만 본 연구에서는 이러한 CSR 활동의 기업 적합성에 대한 부분의 연구가 제한적이며, 특히 기업의 규모가 작다고 생각되는 중소기업의 경우 CSR 활동에 제한적인 경영관심을 가지고 있지만 이를 명확하게 반영하지 않았다. 이러한 사항은 Table 3에서도 제시되었지만 CSR 활동의 평균값이 가장 낮은 것에서도 확인할 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 대외적으로 CSR 활동을 수행하고 있는 기업들만을 대상으로 다시 연구를 진행할 필요성이 존재한다.

둘째, 부정적 평판에 대한 부분의 연구가 제한적이다. 개별기업의 관점에서 평판은 긍정적 혹은 부정적으로 나타날 수 있는데, 평판은 일시적·단편적인 현상이 아닌 장기적인 관점에서 나타나는 현상이므로 부정적인 측면으로 평판을 획득하게 된 기업은 공급사슬 구성원들 사이에서 생존 및 경영활동이 어려워지게 된다. 하지만 자신이 생각하는 평판의 지각과 다른 거래기업들이 생각하는 평판의 지각 수준이 상반되거나 다를 수 있고, 조사대상 기업에서도 부정적인 평판에 대한 사항을 드러내는 것에 대하여 소극적인 태도를 보이는 경우도 많았다.

또한 평판을 측정하는 과정에서 자기 기업의 관점에서 지각하는 평판을 측정하였는데, 조사 대상자 개인별로 주관적인 평판의 내용을 측정하였다는 제한사항이 있다. 앞서 제시한

것처럼 평판은 조직 구성원들에 의하여 형성된 평판을 조사하여야 하지만, 실제로 이러한 평판을 조사과정에서는 이를 세밀하게 측정하지는 못하였다는 것을 미리 제시한다.

셋째, 신뢰의 발전 단계에 대한 연구의 부분이 제한적이다. 조영훈(2006)에 의하면 신뢰는 시작단계, 초기단계, 확장단계, 성숙단계의 과정을 거쳐서 발전한다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 개별기업이 거래기업들과의 관계에서 지각하는 신뢰의 단계적 발전과정을 세밀하게 측정하지 못하였다는 제한사항이 있다.

개별기업의 관점에서 다른 하나의 기업만을 거래상대로 하는 경우에는 앞서 제시한 신뢰의 발전 단계를 적용할 수 있지만 하나의 거래기업만을 가지고 있는 기업은 대단히 제한적일 것이고, 보통 다수의 거래기업들을 가지는 경우가 대부분일 것이며, 지각하고 있는 신뢰의 수준 역시 다양할 수 있다. 따라서 개별기업이 지각하는 신뢰의 발전 단계를 계량적으로 측정하는 것은 제한적일 수 있고, 실제 조사도 제한적일 수 있다. 이러한 신뢰의 발전 단계에 따라서 평판과 신뢰, 신뢰와 결속의 관계에 대한 연구는 향후 다시 연구되어야 할 것이다.

마지막으로 우리나라의 기업구조 특성으로서 완성품을 제조하는 비교적 대규모의 대기업과 부품 및 구성품을 공급하는 비교적 소규모의 중소기업으로 역할을 구분할 수 있다. 그러므로 기업의 규모 및 공급사슬 상의 위치에 따라서 거래공정성 및 거래진정성, CSR 활동, 평판 및 신뢰, 결속의 관계구조를 비교하며 기업규모에 따르는 집단별로 앞서 제시된 연구항목별로 지각의 차이를 추가로 연구하는 것 역시 필요로 할 것이다.

## REFERENCES

- [1] Adams, J. S.(1963), Toward an Understanding of Inequity, *Journal of Abnormal and Social Psychology*, Vol. 67(5), pp.422-436.
- [2] Adams, J. S.(1965), *Inequity in Social Exchange*, In Advanced in Experimental Social Psychology(ed), L. Berkowitz, pp.267-299. New York: Academic Press.
- [3] Alexander, S., Ruderman, M.(1987), The Role of Procedural and Distributive Justice in Organizational Behavior, *Social Justice Research*, Vol. 1(2), 177-198.
- [4] Anderson, E., Weitz, B.(1992), The Use of Pledges to Build and Sustain Commitment in Distribution Channels, *Journal of Marketing Research*, Vol. 29(1), pp.18-34.
- [5] Ashforth, B. E., Humphrey, R. H.(1993), Emotional Labor in Service Roles: The Influence of Identity, *Academy of Management Review*, 18(1), pp.88-115.
- [6] Baek, I. A.(2013), *Corporate Authenticity: Scale Development and Validation*, Department of Business Administration Graduate School, Dong-A University.
- [7] Barclay, P.(2006), Reputational Benefits for Altruistic Punishment, *Evolution and Human Behavior*, Vol. 27, pp.325-344.
- [8] Becker-Olsen, K. L., Andrew Cudmore, B. A., Ronald, P. H.(2006), The Impact of Perceived Corporate Social Responsibility on Consumer Behavior, *Journal of Business Research*, Vol. 59(1), pp.46-53.
- [9] Berg, A., Engseld, P.(2005), *The Problem of Cooperation and Reputation Based Choice*. Annual Meeting of the American Choice Society, New Orleans, 19-23.
- [10] Bies, R. J., Moag, J. F.(1986), Interactional Justice: Communication Criteria of Fairness, *Research on Negotiation in Organizations*, Vol. 191), pp.43-55.
- [11] Blodgett, J. G., Hill, D. J., Tax, S. S.(1997), The Effect of Distribution, Procedural, and Interactional Justice on Post Complaint Behavior, *Journal of Retailing*, Vol. 73(2), pp.185-210.
- [12] Brain, D. T., Nowak, L. I.(2000), Toward Effective Use of Cause-Related Marketing Alliances, *Journal of Product & Brand Management*, Vol. 9(7), pp.474-484.
- [13] Carroll, A. B.(1979), A Three Dimensional Conceptual Model of Corporate performance, *Academy of Management Review*, Vol. 4(4), pp.494-505.
- [14] Carroll, A. B.(1991), The Pyramid of Corporate Social Responsibility: Toward the Moral Management of Organizational Stakeholders, *Business Horizon*, Vol. 34, pp.39-48.
- [15] Carroll, A. B., Shabana, K. M.(2010), The Business Case for Corporate Social Responsibility: A Review of Concepts, Research and Practice, *International Journal of Management Review*, Vol. 12(1), pp.85-105.
- [16] Cheon, M. B.(2013), A Study of the Localization of Foreign Firms and CSR Activity: Focusing on the Mediating Effects of Reliability, Commitment, and Corporate Reputation, *Korean Corporation Management Review*, Vol. 20(2), 103-123.
- [17] Chopra, S., Meindl, P.(2007), *Supply Chain Management Strategy, Planning & Operations 3rd Edition*, Pearson Education.
- [18] Cho, Y. H.(2006), A Study on Reliability in Domestic Companies-Focusing on Relationship between Purchaser and Seller-, *Public Policy Research*, 20, pp.67-92.
- [19] Dahlsrud, A.(2006), How Corporate Social Responsibility is Defined: An Analysis of 37 Definitions, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, Vol. 15(1), pp.1-13.
- [20] Dwyer, F. R., Schurr, P. H., Oh, S. J.(1987), Developing Buyer-Seller Relationships, *Journal of Marketing*, Vol. 51(2), 11-27.
- [21] Fombrun, C. J., Van Riel, C. B. M.(2003), *Fame and Fortune: How Successful Companies Build Winning Reputations*, NJ: Prentice Hall.
- [22] Fornell, C., Larcker, D. F.(1981), Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variable and Measurement Error, *Journal of Marketing Research*, Vol.18(1), pp.39-50.
- [23] Ganesan, S.(1994), Determinants of Long-Term Orientation in Buyer-Seller Relationships, *Journal of Marketing*, Vol. 58(2), pp.1-19.
- [24] Grandey, A. A.(2000), Emotion Regulation in the Work Place: A New Way to Conceptualize Emotional Labor, *Journal of Occupational Health Psychology*, Vol. 5(1),



- pp.95-110.
- [25] Gruen, T. W., Summers, J. O., Acito, F.(2000), Relationship Marketing Activities, Commitment, and Membership Behaviors in Professional Associations, *Journal of Marketing*, Vol. 64(3), pp.34-39.
- [26] Gundlach, G. T., Achrol, R. S., Mentzer, J. T.(1995), The Structure of Commitment in Exchange, *Journal of Marketing*, Vol. 59(1), pp.78-92.
- [27] Guo, J., Kwon, Y. C.(2016), A Study on the Effects of Corporate Social Responsibility on Trust, Reputation and Customer Loyalty: Focusing on the Moderating Effects of Customer's Ethical Consciousness, *Korean Corporation Management Review*, Vol. 23(2), pp.23-42.
- [28] Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M.(2014), *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling(PLS-SEM)*, Sage Publication.
- [29] Han, E. K., Ruy, E. A.(2003), A Study on the Corporate Social Responsibility Influencing of the Purchasing Intention, *Advertising Research*, Vol. 60, pp.155-177.
- [30] Henning-Thurau, T., Markus, G. M. P., Dwayne, D. G.(2006), Are All Smile Equal? How Emotional Contagion and Emotional Labor Affect Service Relationships, *Journal of Marketing*, Vol. 70(3), pp.58-73.
- [31] Henseler, J., Ringle, C. M., Sinkovics, R. R.(2009), The Use of Partial Least Squares Path Modeling in International Marketing. In R. R. Sinkovics and P. N. Ghauri(eds). *New Challenges to International Marketing*. Emerald Group Publishing Limited: pp.277-319.
- [32] Hwang, J. K.(2014), *Effects of Company Authenticity and Service Quality in B2B Industry on the Perceived Relationship Quality and Re-purchase Intention of Purchaser : Focusing on Order Made Manufacturing*, Department of Business Administration, Graduate School Kumoh National Institute of Technology.
- [33] Ji, H. J.(2013), *The Impact of a Service Failure Seriousness and Controllability on Trust and Satisfaction -Focusing on Authenticity and the Moderating Effects of ATC-*, Department of Business Administration Graduate School of Soongsil University.
- [34] Jin H., Kim, M. J., Kim, C. S.(2012), The Effect of the Dimension of Justice on Relational Quality and Relational performance in the Chinese Market, *Management Education Review*, Vol. 27(5), pp.389-414.
- [35] Kang, J. S.(2017), The Influence of the Professional Baseball Teams'CSR Activities and Social Benefits on Corporate Reputation, *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol. 67, pp.37-45.
- [36] Kang, S. A., Shin, H. W., Lee, S. B.(2016), The Effect of Social Responsibility of Food Service Companies on the Corporate Reliability, Corporate Reputation and Customer Engagement, *Korea Service Management Society*, Vol. 17(2), pp.209-227.
- [37] Kim, J. H.(2015), The Effect of Corporate Social Responsibility Benefits on Corporate Reputation and Repurchase Intention-Focused on the Discount Store-, *KOREA LOGISTICS REVIEW*, Vol. 25(4), pp.121-133.
- [38] Kim, J. I. Park, P. S.(2014), Different Effects of CSR Types on Corporate Reputation: Moderating Effect of Individualism and Collectivism, *The Korean Journal of Advertising*, Vol. 25(7), pp.53-80.
- [39] Kim, K. S., Frazier, G. L.(1997), Measurement of Distributor Commitment in Industrial Channels of Distribution, *Journal of Business Research*, Vol. 40(2), pp.139-154.
- [40] Kim, M. J.(2018), The Effect of Corporate Social Responsibility Activities Recognized by Organizational Members on Organizational Trust, Corporate Reputation and Organizational Identification, *Korean Review of Corporation Management*, Vol. 9(2), pp.169-192.
- [41] Kim, S. H.(2009), Is Salespersons' Service Faked or Authentic?: The Effects of Authenticity Perceived by Customers about Salesperson's Emotional Labor on Service Quality Evaluation, *Korea Marketing Review*, Vol. 24(3), pp.1-33.
- [42] Kim, Y. G., Park, J. S., Soh, S. B.(2019), A Study on Relationship among Supply Chain Level CSR Practice, Coexistence Cooperation Strategy and Business Performance, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 19(1), pp.71-80.
- [43] Kim, Y. H.(2005), The Effect of Service Failure's Severity on the Service Recovery Justice, Emotional Response and the Loyalty in the Restaurant, *Journal of Tourism Science*,

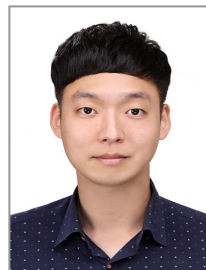
- Vol. 29(2), pp.383-402.
- [44] Klein, J., Dawar, N.(2004), Corporate Social Responsibility and Consumers' Attributions and Brand Evaluations in a Product-Harm Crisis, *International Journal of Research in Marketing*, Vol. 21(3), pp.203-217.
- [45] Kumar, N. L. S., Scheer, L. K., Steenkamp, J. B. E. M.(1995), The Effects of Supplier Fairness on Vulnerable Resellers, *Journal of Marketing Research*, Vol. 32(2), pp.54-65.
- [46] Kwak, W. J., Jeong, J. C., Park, J. Y.(2015), Research on the Antecedents of Trust Relationship within Franchise System, *Korean Corporation Management Review*, Vol. 22(6), pp.285-305.
- [47] Lee, H. P.(2011), The Power of Reputation: Can Social Reputation Effect on Likability, Trust and Preference of Interpersonal Relationship?, *Korean Journal of Psychological and Social Issues*, Vol. 17(3), pp.261-285.
- [48] Lee, H. P., Han, S. Y.(2006), The Search for Components of Perceived Social Reputation from a Point of Evolutionary Psychology, *The Korean Journal of Social and Personality Psychology*, Vol. 20(3), pp.1-16.
- [49] Lee, H. P., Kim, S. S., Kim, K. H.(2008), The Social and Evolutionary Utility of Perceived Social Reputation : The Difference between Mating Success and Sexual Strategy, *The Korean Journal of Health Psychology*, Vol. 13(3), pp.645-669.
- [50] Lee, K. H., Lee, S. W., Kim, S. H.(2014), The Effect of Transaction Justice on Business Performance through Relationship, *Korea Journal of Business Administration*, Vol. 27(9), pp.1425-1447.
- [51] Lee, K. J., Kim, J. H.(2013), The Effect of Corporate Social Responsibility Authenticity on Corporation Fame and Repurchase in the Retailing Context, *Korea, Research Academy of Distribution and Management Review*, Vol. 16(3), pp.5-18.
- [52] Lee, S. Y.(2016), The Relationships among Procedural Justice, Reputation, Chinese Corporate Leadership, Perceived Organizational Support and Knowledge Sharing Performances, *Journal of International Trade & Commerce*, Vol. 12(4), pp.617-646.
- [53] Mayer, R. C., Davis, J. H., Schoorman, F. D.(1995), An Integrative Model of Organizational Trust, *Academy of Management Review*, Vol. 20(3), pp.709-734.
- [54] Morgan, R. M., Hunt, S. D.(1994), The Commitment-Trust Theory of Relationship Marketing, *Journal of Marketing*, Vol. 58(3), pp.20-38.
- [55] Park, C. K., Kim, C. B.(2014), The Effect of Transactional Justice among Companies on Trust, Cooperation, and Supply Chain Performance, *Journal of Business Research*, Vol. 29(4), pp.343-380.
- [56] Park, C. K., Kim, C. B.(2018), A Study on the Effects of Transaction Authenticity on the Quality of Relationships and Transaction Performance in the Supply Chain, *The Academy of Customer Satisfaction Management*, Vol. 20(2), pp.91-118.
- [57] Park, C. K., Park, S. M.(2017), A Study on Supply Chain Orientation and the Relationship between Trade Fairness, Social Capital and Win-Win Cooperation Supply Chain, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 17(2), pp.31-45.
- [58] Park, C. K., Seo, Y. B.(2014), Impact of Authenticity of Trade Between Purchaser Company and Supplier Company on Trust & Immersion and Repurchase Intention in the Supply Chain, *Korean Journal of Logistics*, Vol. 22(4), pp.61-87.
- [59] Petkus, E., Woodruff, R. B.(1992), *A Model of Socially Responsible Decision-Making Process in Marketing : Linking Decision Makers and Stakeholders*, American Marketers Winter Educators Conference, Marketing Theory and Applications.
- [60] Pirsch, J., Gupta, S., Grau, S. L.(2007), A Framework for Understanding Corporate Social Responsibility Programs as a Continuum: An Exploratory Study, *Journal of Business Ethics*, Vol. 70(2), pp.125-151.
- [61] Rousseau, D. M., Sitkin, S. B., Burt, R. S., Camerer, C.(1998), Not So Different After All: A Cross-Discipliner View of Trust, *Academy of Management Review*, Vol. 23(3), pp.393-404.
- [62] Sen, S., Bhattacharya, C. B.(2001), Does Doing Good Always Lead to Doing Better? Consumer Reactions to Corporate Social Responsibility, *Journal of Marketing Research*, Vol. 38(2), pp.225-243.

- [63] Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., Simchi-Levi, E.(2003), *Designing & managing the Supply Chain*, McGraw-Hill.
- [64] Son, K. S.(2015), A Study on the Influence of Distribution Channel Ethics between Hotel Companies and Partners on Bilateral Trust and Commitment, *Proceedings of the Korean Society of Business Administration Conference*, pp.391-401.
- [65] Song, Y. W.(2003), Research on the Relationship between Mobile Content Providers and Service Providers, *Proceedings of the Korea Distribution Society Conference*, pp.167-200.
- [66] Suh, K. W., Jin, Y. J.(2008), The Influence of the CSR Type on Corporate Reputation, Social Connectedness, and Purchase Intention: An Empirical Study of University Students, *The Korean Journal of Advertising*, Vol. 19(4), pp.149-163.
- [67] Sung, H. S.(2005), *A Study on Industrial Brand Value and Relationship Performance in the Industrial Market*, Department of Business Administration Graduate School Hanyang University.
- [68] Williams, R. J., Barrett, J. D.(2000), Corporate Philanthropy, Criminal Activity, and Firm Reputation: Is There a Link?, *Journal of Business Ethics*, Vol. 26(4), pp.341-350.
- [69] Yoon, K., Cho, J. S.(2007), The Factors That Affect Consumer's Perceptions of Corporate Social Responsibility Activities, *Advertising Research*, Vol. 75, pp.163-186.
- [70] You, H. Y.(2012), *A Study on the Effects of Collaborative Factors upon Companies' Performances in Supply Chain Management*, Department of Business Administration Graduate School Kunsan National University.
- [71] Zaltman, G., Moorman, C.(1988). The Importance of Personal Trust in the Use of research, *Journal of Advertising Research*, Vol. 28(5), pp. 16-24.



박 찬 권

충북대학교 사회학과 학사  
 충남대학교 경영학과 석사  
 경북대학교 경영학부 비즈니스 운영관리 박사  
 현재: 경북대학교 경영학부 강의초빙교수  
 관심분야: 물류관리, 품질관리,  
 생산운영관리, 공급사슬관리



박 성 민

계명대학교 작곡과 학사  
 경북대학교 경영학부 석사  
 현재: 경북대학교 경영학부 박사과정  
 관심분야: 서비스품질관리, 예술경영,  
 고객만족경영, 공급사슬관리



김 채 복

고려대학교 산업공학과 학사  
 고려대학교 산업공학과 석사  
 School of Industrial Engineering,  
 University of Oklahoma 박사  
 부산대학교 경영학부 박사  
 현재: 경북대학교 경영학부 교수  
 관심분야: 서비스운영관리, 물류유통,  
 공급사슬관리, 계량경영

## 한국 타이어산업에서 다양한 수송타입을 이용한 그린공급망의 최적화

진성<sup>\*†</sup> · 윤영수<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>동명대학교 항만물류시스템학과 조교수 · <sup>\*\*</sup>조선대학교 경영학과 교수

## Optimization of a Green Supply Chain Network with Various Transportation Types for Tire Industry in Korea

Xing Chen<sup>\*†</sup> · YoungSun Yun<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Assistant Professor, Department of Port Logistics System, TongMyong University

<sup>\*\*</sup>Professor, Department of Management Administration, Chosun University

This study proposes a methodology for the design and efficient operation strategy of the Green Supply Chain (GSC) network considering various transport types. Since the GSC network integrates forward and reverse logistics, it can increase profit through sales of reusable products and increase the efficiency of inventory management by securing recyclable raw materials, thereby further strengthening the competitiveness of enterprises. In this study, the GSC network is designed based on the case of the Korean tire industry, various types of transportation have been used by adding direct delivery (DDL) and direct shipment (DSP) to the normal delivery (NDL). Maximization of total revenue and minimization of total cost were considered as the objective function of the mathematical model, and various constraints were considered to optimize the objective function. In order to find the optimal result of the objective function, the genetic algorithm (GA) verification method was used to solve the problem.

**Keyword :** Green Supply Chain Network, Transportation Types, Operational Strategies, Tire Industry, Genetic Algorithm

---

† Corresponding Author : 309 TongMyong Building, 428 Sinseon-ro, Nam-gu(TongMyong University), Busan, 48520  
Tel : 82-51-629-2858, 010-2607-4670, E-mail : chenxing@tu.ac.kr

Received : 18 January 2019, Revised : 1 April 2019, Revised : 7 August 2019, Accepted : 20 August 2019

## 1. Introduction

The efficient management of supply chain (SC) network has been attracted with growing attention, not only to consider government regulations, but also to consider long-term economic profitability.

For the government regulation, for example, the European Parliament and the Council established a legislation on the reduction of wasteful consumption resulting from the supply of raw materials to the production of product in the field of waste tires(Dzikuc et al. 2015).

Simultaneously, the responsibility of product return stimulate companies to efficiently manage their product returns by integrating forward logistics (FL) and reverse logistics (RL) in their SC networks(Guide et al. 2003; Wells et al. 2005, Yun 2018). For example, HP and Xerox corporations have achieved substantial cost saving by effectively managing their SC networks (Savaskan et al. 2004, 2006). Therefore, many companies have recognized the long-term economic profitability which can be gained with the reduction of material consumption by using remanufactured parts or components and recycled materials (Wells et al. 2005).

In tire industry, about 9.7 million tons of tires per year are produced in Korea (KOTMA, 2017). The increased opportunities on environmental awareness and economic benefits have also led Korean tire companies to manage their used tires efficiently. Unlike waste electrical and electronic equipment, end-of-life (EoL) vehicles, and other multi-component EoL products (Elsayed et al. 2012; Phuc et al. 2017), used tires cannot be broken down into separate pieces, which means that the treatment process of used tires should differ from that of other EoL products (Vladimir et al. 2017). Therefore, the efficient and sustainable operation of the SC network for tire industry is vitally important and it can be achieved by integrating the FL and RL.

This kind of SC network which considering both environmental factors and long-term economic profitability is called as green supply chain (GSC).

In the GSC network, because of various consumer's preferences, shorten product life cycle, and development of IT-based technology, various transportation types (TR) are proposed. In general, transportation between a stage and the next adjoining

stage is called as normal delivery (NDL). For example, The GSC network of the FL has four stages in terms of tire manufacturer (TM), tire dealer (TD), distribution center (DC), and end-user group (EU). The NDL can be used either between TM and TD or between TD and DC.

Besides the NDL, the tires can be directly transported from the DC to the EU, and we called it as direct delivery (DDL). The tires can be also transported from the TM to the EU directly, this kind of transportation type can be called as direct shipment (DSP) (Jamrus et al. 2015). Various TR increase the sustainability and efficiency of GSC network considering NDL, DDL and DSP together.

Therefore, In this paper, we design a new GSC network considering NDL, DDL and DSP. Simultaneously, the study seeks the answers to the following questions :

- How can the various TR influence on the performances of the GSC network?
- How can the change of the rates of NDL, DDL, and DSP influence on the performances of the GSC network?

The rest of the study is organized as follows: Section 2 presents a review of various literatures considering the GSC network. In Section 3, the GSC network is proposed. Section 4 represents the GSC network using a mathematical formulation. In Section 5, a genetic algorithm (GA) approach is suggested for solving the mathematical formulation. In Section 6, the performances of the GSC networks are shown using the case study of Korean tire industry, and a sensitivity analysis using ratio regulations is carried out. Finally, some conclusions are followed in Section 7. And the abbreviation names in this study are shown in the Table 1.

## 2. Literature Review

The various TR as one of the important factors is considered when designing a GSC network in many literatures. Özceylan et al. (2017) considered various TR in terms of the NDL and DSP when designing a GSC network. By considering the NDL and DSP together, the flexibility of the GSC network can be improved and the needs of customer can be satisfied. However, in this study, the



Table 1. The List of Abbreviation Name

Full Name	Abbreviation Name
forward logistics	FL
reverse logistics	RL
supply chain	SC
green supply chain	GSC
tire manufacturer	TM
tire dealer	TD
distribution center	DC
end-user group	EU
collection center	CC
remanufacturing center	RM
recycling center	RY
domestic product secondary market company	DP
export product secondary market company	EP
domestic material secondary market company	DM
export material secondary market company	EM
incineration center	IN
normal delivery	NDL
direct delivery	DDL
direct shipment	DSP
remanufactured	Re
recycled	Ry
waste disposal	Wd

DDL is not taken into consideration together. Chiang et al. (2005) proposed a two-echelon dual-channel inventory model for stocks market by internet transaction considering DDL and DSP together. However, in this study, they only considered the FL and do not taken into account the RL.

Among those literatures, some literatures are concerned about NDL, some literatures considered the NDL and DDL, and some literatures considered the DDL and DSP. However, none of literatures considered the three TR together. But in my study, the NDL, DDL and DSP are considered together, the detail contents are showed in Table 2.

Table 2. A review of relevant studies

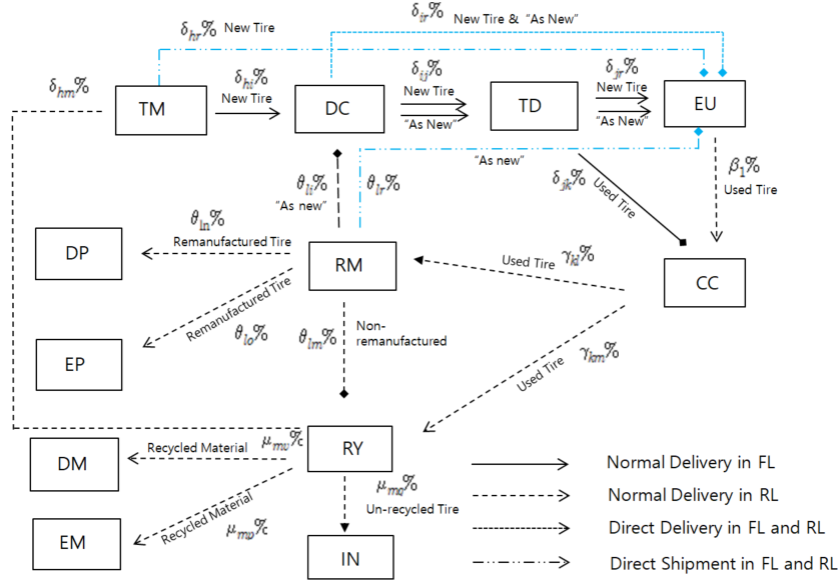
	TR		
	NDL	DDL	DSL
[1]	■		
[2]		■	■
[3]	■		
[4]	■		
[5]	■		
[6]	■		
[7]	■		
[8]	■		
[9]	■		
[10]	■		
[11]	■		■
[12]			
[13]	■		
[14]	■		
[15]	■		■
[16]	■	■	■

sources: [1] Krikke et al. (2003). [2] Chiang et al. (2005). [3] Üser et al. (2007). [4] Wang, H.F et al. (2010). [5] Sasikumar, P et al.(2011). [6] Özceylan, E et al(2013). [7] Amin, S. A et al(2013). [8] Zeballos, L.J et al(2014). [9] Hasani, A et al(2015). [10] Beata et al. 2016). [11] Keyvanshokoh, E et al(2016). [12] Amin, S.H et al(2017). [13] Charlle (2017)]. [14] Chen, Y,W et al(2017). [15] Özceylan, E et al(2017). [16] my study.

### 3. Proposed GSC Network

In this section, the GSC network of Korean tire industry is shown. The FL of proposed GSC network consist of a serial stage of TM, TD, DC, EU.

For the RL, the used tires are collected at the CC) from the EU, and they are classified into remanufacture-able tires and recycle-able tires at the CC. The remanufacture-able tires are sent to the RM, and the recycle-able tires are sent to the RY. At the RM, the remanufactured tires are sent to the DP and the EP. At the RY, the recycle-able tires are recycled as materials, and the recycled materials are sent to the DM and the EM. The un-recycled tires



〈Fig. 1〉 Structure of the proposed GSC Network

at the RY are sent to the IN. The structure of the proposed GSC network is shown as Fig. 1.

Within the TM, the transportation amount with the ratio of  $\delta_{hr}\%$  is sent to the DC using the NDL, and that of  $\delta_{hr}\%$  is sent to the EU using the DSP. Within the DC, the transportation amount with the ratio of  $\delta_{ij}\%$  is sent to the TD using the NDL, and that with  $\delta_{ir}\%$  is sent to the EU using the DDL. Within the TD, the transportation amount with the ratio of  $\delta_{jr}\%$  is sent to the EU, and that with  $\delta_{jk}\%$  is sent to the CC. In the RL, the used tires are returned from the EU and the TD, and they are sent to the RM with the ratio of  $\gamma_{id}\%$  and the RY with the  $\gamma_{km}\%$  at the CC. Within the RM, the used tires are divided into five parts: the amount of remanufactured tires is sent to the DP with the ratio of  $\theta_{in}\%$ , to the EP with the ratio of  $\theta_{lo}\%$ , to the DC with the ratio of  $\theta_{li}\%$ , to the RY with the ratio of  $\theta_{lm}\%$ , and to the EU with the ratio of  $\theta_{lr}\%$  using the DSP. Within the RY, the used tires are recycled into material, and the amount of recycled materials is sent to the DM with the ratio of  $\mu_{mv}\%$ , to the EM with the ratio of  $\mu_{mq}\%$ , to the IN with the ratio of  $\mu_{mq}\%$ , and to the TM with the ratio of  $\delta_{hm}\%$ .

#### 4. Mathematical Formulation

Before suggesting the mathematical formulation for the

proposed GSP network, some assumptions should be considered as follows:

- Only single product is considered.
- The numbers of facilities considered at each stage are already known.
- The numbers of the EU, DP, EP, DM, and EM are fixed and already known.
- Only one facility is opened at each stage of the TM, DC, TD, CC, RM, RY and IN.
- The fixed costs of the facilities considered at each stage are different and already known.
- The unit handling costs and the unit transportation costs of the facilities considered at each stage are different and already known.
- The unit transportation costs for the NDL, DDL and DSP at same stage are different and already known.
- The return rate of used tires from EU to CC is 85% according to the real data (KOTMA, 2017).
- The discount rate of used tires and recycled materials is 60% of the price of new tire.
- The proposed GSC network is considered under steady state situation.

The index, parameters, and decision variables are as follows.

#### - Index Set

$a$  : index of new and “as new” tire

$b$  : index of used tire

$h$  : index of tire manufacturer

$I$  : index of distribution center

$j$  : index of tire dealer

$k$  : index of collection center

$l$  : index of remanufacturing center

$m$  : index of recycling center

$n$  : index of secondary market for domestic product

$o$  : index of secondary market for export product

$v$  : index of secondary market for domestic material

$p$  : index of secondary market for export material

$q$  : index of incineration center

$r$  : index of end user group

$s$  : index of recycled material

#### - Parameters

$FH_h$  : fixed setup cost at tire manufacturer  $h$

$FI_i$  : fixed setup cost at distribution center  $i$

$FJ_j$  : fixed setup cost at tire dealer  $j$

$FK_k$  : fixed setup cost at collection center  $k$

$FL_l$  : fixed setup cost at re-manufacturer center  $l$

$FM_m$  : fixed setup cost at recycling center  $m$

$FQ_q$  : fixed setup cost at incineration center  $q$

$PT_{ah}$  : unit production cost of tire  $a$  at tire manufacturer  $h$

$HT_{ah}$  : unit handling cost of tire  $a$  at tire manufacturer  $h$

$HD_{ai}$  : unit handling cost of tire  $a$  at distribution center  $I$

$HL_{aj}$  : unit handling cost of tire  $a$  at tire dealer  $j$

$HC_{bk}$  : unit handling cost of used tire  $b$  at collection center  $k$

$RM_{bl}$  : unit remanufacturing cost of used tire  $b$  at remanufacturing center  $l$

$RY_{sm}$  : unit recycling cost of recycling material  $s$  at recycling center  $m$

$CO_{bk}$  : unit collection cost of used tire  $b$  at collection center  $k$

$IN_q$  : unit incineration cost at incineration center  $q$

$TMI_{hi}$  : unit transportation cost from tire manufacturer  $h$  to distribution center  $i$

$TMR_{hr}$  : unit transportation cost from tire manufacturer  $h$  to end user group  $r$

$TDJ_{ij}$  : unit transportation cost from distribution center  $i$  to tire dealer  $j$

$TDR_{ir}$  : unit transportation cost from distribution center  $i$  to end user  $r$

$TER_{jr}$  : unit transportation cost from tire dealer  $j$  to end user  $r$

$TEK_{jk}$  : unit transportation cost from tire dealer  $j$  to collection center  $k$

$TUK_{rk}$  : unit transportation cost from end user  $r$  to collection center  $k$

$TCL_{kl}$  : unit transportation cost from collection center  $k$  to remanufacture center  $l$

$TCM_{km}$  : unit transportation cost from collection center  $k$  to recycling center  $m$

$TRN_{ln}$  : unit transportation cost from remanufacturing center  $l$  to secondary market for domestic product  $n$

$TRO_{lo}$  : unit transportation cost from remanufacturing center  $l$  to secondary market for export product  $o$

$TRI_{li}$  : unit transportation cost from remanufacturing center  $l$  to distribution center  $i$

$TRR_{lr}$  : unit transportation cost from remanufacturing center  $l$  to end user group  $r$

$TRM_{lm}$  : unit transportation cost from remanufacturing center  $l$  to recycling center  $m$

$TYV_{mv}$  : unit transportation cost from recycling center  $m$  to secondary market for domestic material  $v$

$TYP_{mp}$  : unit transportation cost from recycling center  $m$  to secondary market for export material  $p$

$TYH_{mh}$  : unit transportation cost from recycling center  $m$  to tire manufacturer  $h$

$TYQ_{mq}$  : unit transportation cost from recycling center  $m$  to incineration  $q$

$VN_a$  : unit selling price of new tire  $a$

$VM_s$  : unit selling price of recycled material  $s$

$\alpha_h$  : technology level of remanufacturing activity at remanufacturing center  $h$

$\alpha_l$  : technology level of recycling activities at recycling center  $l$

$\delta_h$  : ratio of new tire using new material at tire manufacturer  $h$

$\delta_{hm}$  : ratio of new tire using recycled material  $m$  at tire

manufacturer  $h$   
 $\delta_{hi}$  : ratio of new tire from tire manufacturer to distribution center  
 $\delta_{hr}$  : ratio of new tire from tire manufacturer  $h$  to end user group  $r$   
 $\delta_{ij}$  : ratio of new tire and “as new” tire from distribution center  $i$  to tire dealer  $j$   
 $\delta_{ir}$  : ratio of new tire and “as new” tire from distribution center  $i$  to end user group  $r$   
 $\delta_{jr}$  : ratio of new tire and “as new” tire from tire dealer  $j$  to end user group  $r$   
 $\delta_{jk}$  : ratio of used tire from tire dealer  $j$  to collection center  $k$   
 $\beta_{rk}$  : return rate from end user  $r$  to collection center  $k$   
 $\omega_{no}$  : discount rate of used tire reselling at secondary market for domestic product  $n$  or export product  $o$   
 $\omega_{jk}$  : discount rate of used tire reselling from tire dealer  $j$  to collection center  $k$   
 $\gamma_{kl}$  : ratio of used tire from collection center  $k$  to remanufacturing center  $l$   
 $\gamma_{km}$  : ratio of used tire from collection center  $k$  to recycling center  $m$   
 $\theta_{ln}$  : ratio of remanufactured tire from remanufacturing center  $l$  to secondary market for domestic product  $n$   
 $\theta_{lo}$  : ratio of remanufactured tire from remanufacturing center  $l$  to secondary market for export product  $o$   
 $\theta_{li}$  : ratio of remanufactured tire “as new” from remanufacturing center  $l$  to distribution center  $i$   
 $\theta_{lm}$  : ratio of non-remanufactured tire from remanufacturing center  $l$  to recycling center  $m$   
 $\theta_{lr}$  : ratio of remanufactured tire from remanufacturing center  $l$  to end user group  $r$   
 $\mu_{mv}$  : ratio of recycled material from recycling center  $m$  to secondary market for domestic material  $v$   
 $\mu_{mp}$  : ratio of recycled material from recycling center  $m$  to secondary market for export material  $p$   
 $\mu_{mq}$  : ratio of non-recycled material from recycling center  $m$  to incineration center  $q$   
 $QN$  : quantity of new tire at tire manufacturer  
 $QNH_{ahi}$  : quantity of new tire  $a$  transported from tire manufacturer  $h$  to distribution center  $i$   
 $QNJ_{aij}$  : quantity of new tire  $a$  transported from distribution

center  $i$  to tire dealer  $j$   
 $QNR_{ajr}$  : quantity of new tire  $a$  transported from tire dealer  $j$  to end user group  $r$   
 $QNK_{brk}$  : quantity of used tire  $b$  collected from end user group  $r$  to collection center  $k$   
 $QNN_{ahr}$  : quantity of used tire  $a$  transported from tire manufacturer  $h$  to end user group  $r$   
 $QNI_{air}$  : quantity of used tire  $a$  transported from distribution center  $i$  to end user group  $r$   
 $QNB_{bjk}$  : quantity of used tire  $b$  collected from tire dealer  $j$  to collection center  $k$   
 $QML_{bkl}$  : quantity of used tire  $b$  transported from collection center  $k$  to remanufacturing center  $l$   
 $QMN_{bln}$  : quantity of used tire  $b$  transported from remanufacturing center  $l$  to secondary market for domestic product  $n$   
 $QMO_{blo}$  : quantity of used tire  $b$  transported from remanufacturing center  $l$  to secondary market for export product  $o$   
 $QMI_{bli}$  : quantity of used tire  $b$  transported from remanufacturing center  $l$  to distribution center  $i$   
 $QMM_{blm}$  : quantity of used tire  $b$  transported from remanufacturing center  $l$  to recycling center  $m$   
 $QMR_{blr}$  : quantity of used tire  $b$  transported from remanufacturing center  $l$  to end user group  $r$   
 $QYM_{bkm}$  : quantity of used tire  $b$  transported from collection center  $k$  to recycling center  $m$   
 $QYV_{smv}$  : quantity of recycled material  $s$  transported from recycling center  $m$  to secondary market for domestic material  $v$   
 $QYP_{smp}$  : quantity of recycled material  $s$  transported from recycling center  $m$  to secondary market for export material  $p$   
 $QYQ_{smq}$  : quantity of recycled material  $s$  transported from recycling center  $m$  to incineration center  $q$   
 $QYH_{smh}$  : quantity of recycled material  $s$  transported from recycling center  $m$  to tire manufacturer  $h$

#### - Decision Variables

$Cah_h$  : treatment capacity at tire manufacturer  $h$

- $Cai_i$  : treatment capacity at distribution center  $i$   
 $Ca_j_j$  : treatment capacity at tire dealer  $j$   
 $Car_r$  : treatment capacity at end user  $r$   
 $Cak_k$  : treatment capacity at collection center  $k$   
 $Cal_l$  : treatment capacity at remanufacturing center  $l$   
 $Cam_m$  : treatment capacity at recycling center  $m$   
 $Can_n$  : treatment capacity at secondary market for domestic product  $n$   
 $Ca_o_o$  : treatment capacity at secondary market for export product  $o$   
 $Cap_p$  : treatment capacity at secondary market for export material  $p$   
 $Caq_q$  : treatment capacity at incineration center  $q$   
 $Cav_v$  : treatment capacity at secondary market for domestic material  $v$   
 $yh_h$  : takes the value of 1 if tire manufacturer  $h$  is opened and 0 otherwise  
 $yi_i$  : takes the value of 1 if distribution center  $i$  is opened and 0 otherwise  
 $yj_j$  : takes the value of 1 if tire dealer  $j$  is opened and 0 otherwise  
 $yk_k$  : takes the value of 1 if collection center  $k$  is opened and 0 otherwise  
 $yl_l$  : takes the value of 1 if remanufacturing center  $l$  is opened and 0 otherwise  
 $ym_m$  : takes the value of 1 if recycling center  $m$  is opened and 0 otherwise  
 $yq_q$  : takes the value of 1 if incineration center  $q$  is opened and 0 otherwise

Under considering the above assumptions, the mathematical formulation is developed. Objective function is to maximize total profit ( $TP$ ), and it is the sum of  $TR1$  and  $TR2$ . The  $TR1$  is obtained by conventional sale channels using new and used tires at the EU, DP, EP, DM, and EM. The  $TR2$  is obtained by another sale channels using used tires at the CC, recycled materials at the TM and the DDL and DSP at the EU.

The total cost is divided into total fixed cost ( $TFC$ ), total handling cost ( $THC$ ), and total transportation cost ( $TTC$ ). Of them, the  $THC$  includes handling cost at each stage, production cost at the TM, collection cost at the CC, incineration cost at the IN. The

mathematical formulations are as follows.

Maximize  $TP =$

$$TR1 + TR2 - (TFC + THC + TTC) \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 TR1 = & \sum_a \sum_j \sum_r QNR_{ajr} * VN_a + \\
 & \sum_b \sum_l \sum_n QMN_{bln} * VN_a * \omega_{no} + \\
 & \sum_b \sum_l \sum_o QMO_{blo} * VN_a * \omega_{no} + \\
 & \sum_s \sum_m \sum_v QYV_{smv} * VM_s + \\
 & \sum_s \sum_m \sum_p QYP_{smp} * VM_s \quad (2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 TR2 = & \sum_a \sum_h \sum_r QNH_{ahr} * VN_a + \\
 & \sum_a \sum_i \sum_r QNI_{air} * VN_a + \\
 & \sum_b \sum_l \sum_r QMR_{blr} * VN_a + \\
 & \sum_b \sum_j \sum_k QNB_{bjk} * VN_a * w_{jk} + \\
 & \sum_s \sum_m \sum_h QYH_{smh} * VM_s \quad (3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 TFC = & \sum_h FH_h * yh_h + \sum_i FI_i * yi_i + \\
 & \sum_j FJ_j * yj_j + \sum_k FK_k * yk_k + \\
 & \sum_l FL_l * yl_l + \sum_m FM_m * ym_m + \\
 & \sum_q FQ_q * yq_q \quad (4)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 THC = & \sum_a \sum_h HT_{ah} * QN * yh_h * Cah_h + \\
 & \sum_a \sum_h HT_{ah} * (QN + QYH_{smh}) * yh_h * Cah_h + \\
 & \sum_a \sum_i HD_{ai} * QN * yi_i * Cai_i + \\
 & \sum_a \sum_j HL_{aj} * QNR_{ajr} * yj_j * Caj_j + \\
 & \sum_b \sum_k HC_{bk} * (QNR_{ajr} + QNL_{arl} + QMR_{blr}) * + \\
 & \beta_a * yk_k * Cak_k \\
 & \sum_b \sum_k \sum_l HL_{bl} * QML_{bkl} * yl_l * Cal_l + \\
 & \sum_s \sum_k \sum_m RY_{sm} * QYM_{skm} * ym_m * Cam_m + \\
 & \sum_a \sum_h PT_{ah} * QN * yh_h * Cah_h + \\
 & \sum_b \sum_k CO_{bk} * (QNR_{ajr} + QNL_{arl} + \\
 & QNH_{ahr} + QMR_{blr}) * \\
 & \beta_rk * yk_k * Cak_k \\
 & \sum_s \sum_m \sum_q \in_q * QYQ_{smq} * \mu_{mq} * yq_q * Caq_q \quad (5)
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
TTC = & \sum_a \sum_h \sum_i TMJ_{hj} * QNH_{ahi} + \\
& \sum_a \sum_i \sum_j TDJ_{ij} * QNJ_{aij} + \\
& \sum_b \sum_k \sum_l TCL_{kl} * QML_{bkl} + \\
& \sum_b \sum_k \sum_m TCM_{km} * QYM_{bkm} + \\
& \sum_b \sum_l \sum_n TRN_{ln} * QMN_{bln} + \\
& \sum_b \sum_l \sum_o TRO_{lo} * QMO_{blo} + \\
& \sum_s \sum_m \sum_v TYV_{mv} * QYV_{smv} + \\
& \sum_s \sum_m \sum_p TYP_{mp} * QYP_{smp} + \\
& \sum_s \sum_m \sum_q TYQ_{mq} * QYQ_{smq} + \\
& \sum_a \sum_i \sum_r TDR_{ir} * QNI_{air} + \\
& \sum_b \sum_l \sum_i TRI_{li} * QMI_{bli} + \\
& \sum_b \sum_l \sum_r TRR_{lr} * QMR_{blr} + \\
& \sum_b \sum_l \sum_m TRM_{lm} * QMM_{blm} + \\
& \sum_s \sum_m \sum_h TYH_{mh} * QYH_{smh}
\end{aligned}$$

**Subject to**

$$\sum_h y h_h = 1 \quad (7)$$

$$\sum_i y i_i = 1 \quad (8)$$

$$\sum_j y j_j = 1 \quad (9)$$

$$\sum_k y k_k = 1 \quad (10)$$

$$\sum_l y l_l = 1 \quad (11)$$

$$\sum_m y m_m = 1 \quad (12)$$

$$\sum_q y q_q = 1 \quad (13)$$

$$\sum_h C a h_h * y h_h - \sum_i C a i_i * y i_i \leq 0 \quad (14)$$

$$\sum_i C a i_i * y i_i - \sum_j C a j_j * y j_j \leq 0 \quad (15)$$

$$\sum_j C a j_j * y j_j - \sum_r C a r_r \leq 0 \quad (16)$$

$$\sum_r C a r_r - \sum_k C a k_k * y k_k \leq 0 \quad (17)$$

$$\sum_r C a r_r - (\sum_k C a k_k * y k_k + \sum_j C a j_j * y j_j) \geq 0 \quad (18)$$

$$\sum_k C a k_k * y k_k - (\sum_l C a l_l * y l_l + \sum_m C a m_m * y m_m) \leq 0 \quad (19)$$

$$\sum_l C a l_l * y l_l - (\sum_n C a n_n + \sum_o C a o_o) \leq 0 \quad (20)$$

$$\sum_l C a l_l * y l_l - (\sum_n C a n_n + \sum_o C a o_o + \sum_i C a i_i * y i_i + C a r_r + \sum_m C a m_m * y m_m) = 0 \quad (21)$$

$$\sum_m C a m_m * y m_m - (\sum_v C a v_v + \sum_p C a p_p + \sum_q C a q_q + \sum_h C a h_h * y h_h) = 0 \quad (22)$$

$$Q^2N = \sum_a \sum_h \sum_i Q^2NH_{ahi} + \sum_s \sum_m \sum_h Q^2YH_{smh}, \quad \forall h \quad (23)$$

$$Q^2N * \delta_{hi} = \sum_a \sum_h \sum_i Q^2NH_{ahi} \quad (24)$$

$$Q^2N * \delta_{hr} = \sum_a \sum_j \sum_r Q^2NR_{ajr} \quad (25)$$

$$(\sum_a \sum_h \sum_i Q^2NH_{ahi} + \sum_b \sum_l \sum_i Q^2MI_{bli}) * \delta_{ij} = \sum_a \sum_i \sum_j Q^2NJ_{aij} \quad (26)$$

$$(\sum_a \sum_h \sum_i Q^2NH_{ahi} + \sum_b \sum_l \sum_i Q^2MI_{bli}) * \delta_{ij} * \delta_{jr} = \sum_a \sum_h \sum_r Q^2NR_{ahr} \quad (27)$$

$$(\sum_a \sum_h \sum_i Q^2NH_{ahi} + \sum_b \sum_l \sum_i Q^2MI_{bli}) * \delta_{ir} = \sum_a \sum_i \sum_r Q^2NR_{air} \quad (28)$$

$$(\sum_a \sum_j \sum_r Q^2NR_{ajr} + \sum_a \sum_h \sum_r Q^2NN_{ahr} + \sum_a \sum_i \sum_r Q^2NI_{air}) * \beta_{rk} = \sum_b \sum_r \sum_k Q^2NB_{brk} \quad (29)$$

$$(\sum_a \sum_j \sum_r Q^2NR_{ajr} + \sum_a \sum_h \sum_r Q^2NN_{ahr} + \sum_a \sum_i \sum_r Q^2NI_{air}) * \beta_{rk} + \sum_b \sum_r \sum_k Q^2NB_{brk} = C a k_k * y k_k \quad (30)$$

$$(\sum_a \sum_j \sum_r Q^2NR_{ajr} + \sum_a \sum_h \sum_r Q^2NN_{ahr} + \sum_a \sum_i \sum_r Q^2NI_{air}) * \beta_{rk} + \sum_b \sum_r \sum_k Q^2NB_{brk} = \sum_b \sum_k \sum_l Q^2ML_{bkl} \quad (31)$$

$$((\sum_a \sum_j \sum_r QNR_{ajr} + \sum_a \sum_h \sum_r QNN_{ahr} + \sum_a \sum_i \sum_r QNI_{air}) * \beta_{rk} + \sum_b \sum_r \sum_k QNB_{brk}) * \gamma_{km} = \sum_b \sum_k \sum_m QYM_{bkm} \quad (32)$$

$$(\sum_b \sum_k \sum_l QML_{bkl} = \sum_b \sum_l \sum_n QMN_{bln} + \sum_b \sum_l \sum_o QMO_{blo}) + \sum_b \sum_l \sum_i QMI_{bli} + \sum_b \sum_l \sum_m QMM_{blm} + QMR_{blr} \quad (33)$$

$$(\sum_b \sum_k \sum_m QYM_{bkm} = \sum_b \sum_m \sum_v QYV_{smv} + \sum_b \sum_m \sum_p QYP_{smp}) + \sum_s \sum_m \sum_q QYQ_{smq} + \sum_s \sum_m \sum_h QYH_{smh} \quad (34)$$

$$((\sum_a \sum_j \sum_r QNR_{ajr} + \sum_a \sum_h \sum_r QNN_{ahr} + \sum_a \sum_i \sum_r QNI_{air}) * \beta_{rk} + \sum_b \sum_r \sum_k QNB_{brk}) * \gamma_{km} * \delta_{hm} = \sum_s \sum_m \sum_h QYH_{smh} \quad (35)$$

$$QMN_{bln} = QML_{bkl} * \theta_{ln} \quad (36)$$

$$QMI_{bli} = QML_{bkl} * \theta_{li} \quad (37)$$

$$QMI_{bli} = QML_{bkl} * \theta_{li} \quad (38)$$

$$QMM_{blm} = QML_{bkl} * \theta_{lm} \quad (39)$$

$$QMR_{blr} = QML_{bkl} * \theta_{lr} \quad (40)$$

$$QYV_{smv} = QYM_{bkm} * \mu_{mv} \quad (41)$$

$$QYP_{smp} = QYM_{bkm} * \mu_{mp} \quad (42)$$

$$QYQ_{smq} = QYM_{bkm} * \mu_{mq} \quad (43)$$

$$yh_h = \{0,1\}, \forall H \quad (44)$$

$$yi_i = \{0,1\}, \forall I \quad (45)$$

$$yj_j = \{0,1\}, \forall J \quad (46)$$

$$yk_k = \{0,1\}, \forall K \quad (47)$$

$$yl_l = \{0,1\}, \forall L \quad (48)$$

$$ym_m = \{0,1\}, \forall M \quad (49)$$

$$yq_q = \{0,1\}, \forall Q \quad (50)$$

$$\begin{aligned} &Cah_h, Cai_i, Caj_j, Car_r, Cak_k, Cal_l, Cam_m, \\ &Can_n, Cao_o, \cap_p, Caq_q, Cav_v \geq 0, \\ &\forall h \in H, \forall i \in I, \forall j \in J, \forall r \in R, \forall k \in K, \\ &\forall l \in L, \forall m \in M, \forall n \in N, \forall o \in O, \forall p \in P, \\ &\forall q \in Q, \forall v \in V \end{aligned} \quad (51)$$

Equations (1) shows the objective function of *TP* for the proposed GSC network. Equations (2) and (3) show the sum of total revenue. Equations (4) to (6) show the sum of total cost. Equations (7) to (13) represent that only one facility should be opened at each stage. Equations (14) to (20) represent that the treatment capacity of each stage is the same or greater than the previous one. Equations (21) to (43) show that the amount received from previous stage is the same as the treatment capacity at current stage. Equations (44) to (50) show that each decision variable should take a value of 0 or 1. Equation (51) refers to non-negativity.

## 5. Proposed GA Approach

Genetic algorithm (GA) was firstly proposed by Holland (1975) and improved by Goldberg (1985). GA has been known as a robust, stochastic, and powerful heuristic search approach. In particularly, GA is an effective approach to solve complex optimization problems. Since most of complicated network problems like the GSC networks have NP-hard nature (Gen and Cheng 2008), meta-heuristics such as GA have been applied to find optimal solution (Min et al. 2006; Lee et al. 2009; Yun et al. 2013). Therefore, in this study, we also use the GA approach to solve the GSC network.

In the FL of the GSC network, there are four stages which are the TM, DC, TD, and EU. Among these stages, which facility should be opened or not is determined at the TM, DC, and TD, whereas, all facilities are opened at the EU. In the RL of the GSC network, there are eight stages which are the CC, RM, RY, IN, DP, EP, DM, and EM. Among these stages, which facility should be opened or not is determined at the CC, RM, RY, and IN, whereas all facilities are opened at the DP, EP, DM and EM. Opening and closing of facility at each stage will be determined randomly, that

is, when one of all the facilities considered at a stage is determined to be opened, the remainder should be closed. Thus, for setting a correct representation scheme, a real-number representation is applied (Chen 2018). For example, if total 8 facilities at the TM are considered to be opened, and the randomly generated number among them is 3, it means that the 3rd facility is opened at the TM. The remainder (1st, 2nd, 4th to 8th facilities) should be closed. As the same way, the opened facility at every stage can be determined. Using this representation scheme, the initial population can be generated as shown in Fig 2. When population size is 3, there are three individuals in the initial population. For example, in the  $P_1$ , the TM 3, DC 1, TD 2, CC 4, RM 2, RY 1, and IN 2 are opened. The remainders at each stage are closed (Chen 2018).

	TM	DC	TD	CC	RM	RY	IN
$P_1=$	3	1	2	4	2	1	2
$P_2=$	2	2	4	1	3	2	1
$P_3=$	1	1	3	2	4	3	2

Fig 2. Initial population

To improve the quality of solution in the genetic search process, crossover and mutation operators are used. For the GSC network, the revised two point crossover operator (Yun 2013; Yun 2014; Chen, 2018) and one point mutation operator (Chen, 2018) are used. Each individual of the new population is produced from crossover and mutation operators according to the evaluation of its fitness value. The fitness values are computed in the equation (1) under satisfying all constraints from the equations (7) to (43). In the process of evaluation, the selection strategy is need to be considered. It is to choose the promising individuals from the current population, and the chosen individuals are then considered as the population of the next generation. For the selection, the elitist selection strategy in an enlarged sampling space (Gen et al. 1997) is used. The procedure of GA used in the study is as follows:

**Procedure:** Proposed genetic algorithm

**Input:** GA parameters

**Output:** best solution

**Begin**

initialize parent population by real-number representation

scheme(Chen 2018);

evaluate parent population;

**while (not termination condition)do**

apply crossover operator to parent population to yield offspring population (Yun 2013; Chen, 2018);

apply mutation operator to parent population to yield offspring population (Chen, 2018);

evaluate offspring population;

select next parent population from parent population and offspring population using selection scheme (Gen et al. 1997);

check current best solution;

**end**

output best solution;

**end**

## 6. Numerical Experiments

In numerical experiments, a case study for Korean tire industry is used. Five scales for the GSC network is divided into two types. First type is to consider the NDL only in it, but in the second type, the NDL, DDL, and DSP are simultaneously routes. For simplicity, the first and second types are called as GSC\_1 and GSC\_2, respectively. The ratios of the NDL and DDL including DSP are 0.8 and 0.2, respectively. The amounts of the remanufacturable and recycle-able tires at the CC, the remanufactured and un-remanufactured tires at the RM, the recycled and un-recycled materials at the RY are used according to the real data (KOTMA, 2017). Unit fixed cost, unit handling cost, and unit transportation cost used in the GSC\_1 and GSC\_2 networks are randomly generated by EXCEL. The parameters for the proposed GA approach are as follows : population size is 20, crossover rate 0.5, mutation rate 0.3 and total number of generations 1,000. The proposed GA approach is implemented under the following computation environment : Matlab R2015 under IBM compatible PC 3.40 GHZ processor (Inter Core i7-3770 CPU), 8GB and Window 7.

Table 3. Five scales for the GSC\_1 and GSC\_2 network

Scale	TM	DC	TD	CC	RM	RY	IN
1	2	2	4	2	2	2	2
2	4	4	6	4	4	4	3
3	8	8	8	8	8	8	4
4	12	12	20	12	12	12	5
5	16	16	24	16	16	16	6

## 6.1 Case Study

Table 3 shows the five scales for the GSC\_1 and GSC\_2 networks. The performances of the Rev.(total revenue), the Co.(total cost), and the Rev./Co. (total revenue/total cost) are used to compare the GSC\_1 and GSC\_2 networks.

According to the real data (KOTMA, 2017), the amounts of new tires are 359,931 tons at the TM, the return rate is 85%, which is the percentage of used tires collected from the EU to CC. The ratios that reflect the distribution ratio of three treatment methods (remanufactured, recycled, waste disposal). The three transportation types (NDL, DDL, DSP) are fixed. These contents are shown in Table 4 and 5.

Table 4 shows the ratios for remanufacture-able and recycle-able tires at the CC. Table 5 shows the ratios for remanufactured tires and recycled materials at the RM and RY.

Table 4. Ratios at the CC

	$\gamma_{kl}$	$\gamma_{km}$
GSC_2	0.23	0.77

The computation results are valued obtained after 30 trials using proposed GA approach in Table 6. The performances of the Rev., the Co. and the Rev./Co. are compared. The results are the average value obtained.

Table 6. Computation results of the GSC\_1 and GSC\_2 networks

	Network	Rev.	Co.	Rev./Co.
Scale1	GSC_1	12,753,134	39,925,528	0.3194
	GSC_2	12,626,116	35,709,009	0.3536
Scale2	GSC_1	12,753,134	39,361,372	0.3239
	GSC_2	12,626,116	35,166,795	0.3590
Scale3	GSC_1	12,753,134	39,925,528	0.3190
	GSC_2	12,626,116	35,709,009	0.3536
Scale4	GSC_1	12,753,134	39,545,294	0.3224
	GSC_2	12,626,116	35,230,962	0.3583
Scale5	GSC_1	12,753,134	39,549,845	0.3224
	GSC_2	12,626,116	35,242,920	0.3582

The results of five scales show that the total revenues(Rev.) of the GSC\_2 network are significantly lower than those of the GSC\_1 network. The results of the performances of the Co. show that the total costs of the GSC\_2 network are lower than those of the GSC\_1 network. The results of the performances of the Rev./Co. of the GSC\_2 network are slightly higher than those of the GSC\_1 network. These results mean that when the DDL and DSP are attached to the GSC\_2 network, the total costs of the GSC\_2 network are decrease than those of the GSC\_1 network, and the results of the Rev./Co. of the GSC\_2 network are higher than those of the GSC\_1 network.

Table 5. Ratios at the RM and the RY

	$\theta_{ln}$	$\theta_{lo}$	$\theta_{li}$	$\theta_{lm}$	$\theta_{lr}$	$\mu_{mv}$	$\mu_{mp}$	$\mu_{mq}$	$\delta_{jk}$
GSC_2	0.4	0.5	0.05	0.03	0.02	0.9	0.01	0.00	0.09

Based on the result analysis mentioned above, we can conclude that the GSC\_2 network is more efficient than GSC\_1 network. Finally, the computational results of the location and allocation decision of the GSC\_2 network are shown in Table 7. The opened number of each stage can be known as following : the opened stage of TM is 9, the DC 9, the TD 7, the CC 7, the RM 9, the RY 3, and the IN 6. Simultaneously, the computation results of the GSC\_1 and GSC\_2 network along with transportation amounts are shown in Fig. 3 and 4.

Table 7. Location and allocation decisions

	TM	DC	TD	CC	RM	RY	IN
No.	9	9	7	7	9	3	6

Fig.3 shows the flows of transportation amounts of GSC\_1 only considering the NDL, according to real data of KOTMA (2017), the amount of new tires transported from TM to the DC, TD, and EU is 359,931 tons, respectively. And 85% of used tires are collected at the CC. Therefore, from the EU to the CC is 305,942 (=359,931\*0.85) tons. The ratio from the CC to the RM is 69,449 (305,942\*22.7%) tons, and the ratio from the CC to the RY is 23,6493 (305,942\*77.3%) tons. The ratio from the RM to the DP is 30,002 (69,449\*43.2%) tons, and to the EP is 39,447 (69,449\*56.8%) tons. The ratio from the RY to the DM is 232,000 (69,449\*56.8%) tons. The ratio from the RY to the EM is 4,020 (69,449\*56.8%) tons. The ratio from the RY to the IN is 473 (236,493\*0.2%) tons.

(236,493\*98.1%) tons, to the EM is 4,020 (236,493\*1.7%) tons, and to the IN is 473 (236,493\*0.2%) tons.

Fig.4 shows the flows of transportation amount of GSC\_2 network. the transportation amounts at the TM are fixed at 359,931 tons. 80% (=287,945 tons) of the amounts are transported from the TM to DC in terms of the NDL and 20% (=71,986 tons) of the amounts from the TM to EU in terms of the DSP. The transportation amounts at the DC is 291,548 tons, which is consisted of 287,945 tons from the TM and 3,603 tons from the RM. 80% (=233,238 tons) of the transportation amounts at the DC are transported from the DC to TD in terms of the NDL and 20% (=58,310 tons) of the amounts from the DC to EU in terms of the DDL. At the EU, the received amounts of 318,327 tons are consisted of the following four parts. The first part is the amount (186,590 tons = 80% of the total 238,238 tons) transported from the TD, The second part is the amount (71,986 tons = 20% of the total 359,931 tons) transported from the TM in terms of DSP. The third part is the amount (58,310 tons = 20% of the total 291,548 tons) transported from the DC in terms of DDL. The fourth part is the amount (1,441 tons = 2% of the total 72,074 tons) transported from the RM,

We assume that the distribution ratios of the RM and RY in the GSC\_2 network use the approximation values of the real data (KOTMA, 2017) used in the GSC\_1 network.

The transportation amounts at the RY are 247,378 tons. 90%

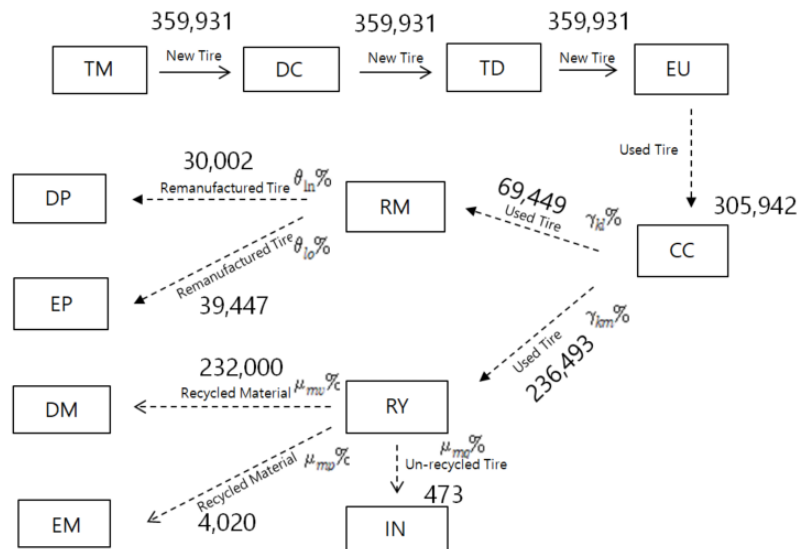


Fig. 3. Flows of transportation amount in the GSC\_1 network



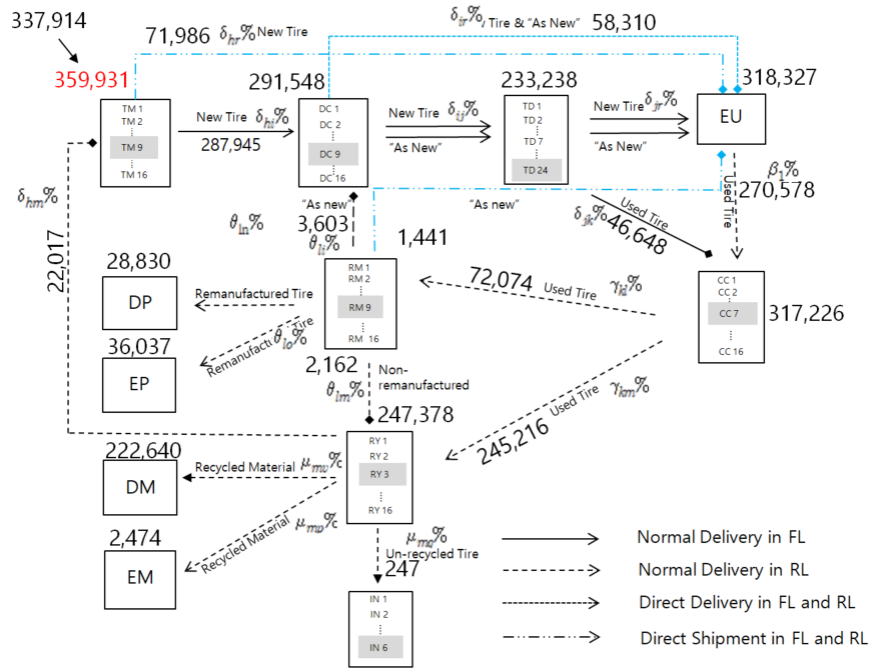


Fig. 4. Flows of transportation amount in the GSC\_2 network

(=222,640 tons) of the amounts are transported from the RY to DM, 1% (=2,474 tons) from the RY to EM, 0.1% (=247 tons) from the RY to IN, and 8.9% (=22,017 tons) from the RY to TM. This amount of 22,017 tons also means that the GSC\_2 network only produce 337,914 tons (=359,931-22,017) at the TM, though the total amounts to be produced at the TM are 359,931 tons. Therefore, since the GSC\_2 network can save the amount of 22,017 tons at the TM, the GSC\_2 network is more efficient than the GSC\_1 network.

A brief summary of the section 6.1 is as follows. The numerical example was carried out through a case study using real data from the Korean tire industry. Five scales and fixed ratios were considered for the GSC\_1 and GSC\_2 networks. The computation results showed that the GSC\_2 network is more efficient in terms of the Rev./Co. than the GSC\_1 network.

## 7. Conclusions

In this study, the performances of the GSC\_2 network have been compared with those of the GSC\_1 network using GA approach, under considering various transportation types (NDL, DDL, and

DSP). In the case study using Korean tire industry, five scales have been presented to compare the performances of the GSC\_1 and GSC\_2 networks. Under the same situations, the performances of the Rev. of the GSC\_1 network are almost identical to those of the GSC\_2 network. The performances of the Co. of the GSC\_1 network are slightly lower than those of the GSC\_2 network because of the use of the single transportation type of NDL in the GSC\_1 network. However, the performances of the Rev./Co. of the GSC\_2 network are higher than those of the GSC\_1 network. Therefore, we can reach a conclusion that the GSC\_2 network is more efficient than the GSC\_1 network.

In flow of transportation amounts in the GSC\_1 and GSC\_2 networks, raw materials of 359,931 tons are used at the TM in the GSC\_1 network, but, only 337,914 (=359,931 - 22,017) tons of them are used at the TM in the GSC\_2 network, since 22,017 tons are supplied from the RY with internal production process. Therefore, the efficiency of the GSC\_2 network is increased by 6.1% when compared with that of the GSC\_1 network.

In the future study, i) larger scales and more various scenarios will be considered, ii) various hybrid approaches such as Tabu search, Cuckoo search, and particle swarm optimization will be used to compare the performance of the GA, iii) the environmental

effect will be taken into consideration, and iv) more practical data taken from real world will be used for reinforcing the performance of the GSC\_2 network.

## REFERENCES

- [1] Amin, S. H. and Zhang, G. (2013), "A three-stage model for closed-loop supply chain configuration under uncertainty", *International Journal of Production Research*, Vol. 51(5), pp.1405-1425.
- [2] Amin, S. H., Zhang, G. and Akhtar, P. (2017), "Effects of uncertainty on a tire closed loop supply chain network", *Expert Systems With Applications*, Vol.73, pp.82-91.
- [3] Beata, S., Magdalena, B. and Sebastian, K. (2016), "Tire industry products as an alternative fuel", *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 25(3), pp.1263-1270.
- [4] Charlle, S. (2017), "A policy development model for reducing bullwhips in hybrid production-distribution systems", *International Journal of Production Economics*, Vol. 190, pp.67-79.
- [5] Chen, Y, W., Wang, L.C., Wang, A. and Chen, T. L. (2017), "A particle swarm approach for optimizing a multi-stage closed loop supply chain for the solar cell industry", *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 43, pp.111-123.
- [6] Chen, X. (2018), Efficient operational strategy of a closed-loop supply chain network model: focusing on tire industry in Korea, Ph.D. Dissertation, Chosun University, Korea.
- [7] Chiang, W. K. and Monahan, G. E. (2005), "Managing inventories a Two-echelon Dual-channel supply chain", *European Journal of Operational Research*, Vol. 162, pp.325-341.
- [8] Dzikuc, M. and Piwowar, A. (2015), "Life cycle assessment as an Eco-Management tool within the power industry", *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 24(6), pp.23-38.
- [9] Elsaye, A., Kongar, E., Gupta, S. M. and Sobh, T. (2012), "A robotic-driven disassembly sequence generator for end-of-life electronic products", *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, Vol. 68(1), pp.43-52.
- [10] Gen, M. and Cheng, R. (1997), *Genetic Algorithms and Engineering Design*, John-Wiley & Sons, NewYork.
- [11] Gen, M., Cheng, R. and Lin, L. (2008), *Network Models and Optimization*, Multi-objective Genetic Algorithm Approach, Springer-Verlag, London, UK.

- [12] Guide, V.D.R., Harrison, T. P. and Van Wassenhove, L.N. (2003), "The challenge of closed-loop supply chains", *Interfaces*, Vol. 33(6), pp.3-6.
- [13] Goldberg, D. E. (1989), *Genetic Algorithms in Search, optimization and Machine Learning*, Addison-Wesley Publishing Company.
- [14] Hasani, A., Zegordi, S. H. and Nikbakhsh, E. (2015), "Robust closed-loop global supply chain network design under uncertainty: The case of the medical device industry", *International Journal of Production Research*, Vol.53(5), pp.1596-1624.
- [15] Holland, J. H. (1975), *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- [16] Jamrus, T., Chien, C. F., Gen, M. and Sethanan, K. (2015), "Multistage production distribution under uncertain demands with integrated discrete particle swarm optimization and extended priority-based hybrid genetic algorithm", *Fuzzy Optimization & Decision Making*, Vol. 14(3), pp.265-287.
- [17] Keyvanshokoh, E., S. M. and Kabir, E. (2016), "Hybrid robust and stochastic optimization for closed-loop supply chain network design using accelerated Benders decomposition", *European Journal of Operational Research*, Vol. 249(1), pp.76-92.
- [18] Krikke, H., Bloemhof-Ruwaard, J. and Van Wassenhove, L. N. (2003), "Concurrent product and closed-loop supply chain design with an application to refrigerators", *International Journal of Production Research*, Vol. 41(16), pp.3689-3719.
- [19] KOTMA.(2017), Korea Tire Manufacturers Association [www.kotma.or.kr](http://www.kotma.or.kr). Accessed 2017.09.05.
- [20] Lee, J. E., Gen, M. and Rhee, K. G. (2009), "Network model and optimization of reverse logistics by hybrid genetic algorithm", *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 56, pp.951-964.
- [21] Min, H., Ko, H. J. and Ko, C. S. (2006), "A genetic algorithm approach to developing the multi-echelon reverse logistics network for product returns", *Omega*, Vol. 34, pp.56-69.
- [22] Özceylan, E. and Paksoy, P. (2013), "A mixed integer programming model for a closed-loop supply chain network", *International Journal of Production Research*, Vol. 51(5), pp.718-734.
- [23] Özceylan, E., Demirel, N., Çetinkaya, C. and Demirel, E. (2017), "A closed-loop supply chain network design for automotive industry in Turkey", *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 113, pp.727-745.
- [24] Phuc, P.N.K., Yu, V.F. and Tsao, Y.C. (2017), "Optimizing fuzzy reverse supply chain for end-of-life vehicles", *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 113, pp.757-765.
- [25] Savaskan, R.C., Bhattacharya, S. and Van Wassenhove, L.V. (2004), "Closed-loop supply chain models with product remanufacturing", *Management Science*, Vol. 50(2), pp.239-252.
- [26] Savaskan, R.C. and Van Wassenhove, L.V. (2006), "Research channel design: the case of competing retailers", *Management Science*, Vol. 52(1), pp.1-14.
- [27] Sasikumar, P. and Haq, A. N. (2011), "Integration of closed loop distribution supply chain network and 3PRLP selection for the case of battery recycling", *International Journal of Production Research*, Vol. 49(11), pp.3363-3385.
- [28] Üser, H., Easwaran, G., Akçali, E. and Çetinkaya, S. (2007), "Benders decomposition with alternative multiple cuts for a multi-product closed-loop supply chain network design model", *Naval Research Logistics*, Vol. 54(8), pp.890-907.
- [29] Vladimir, S., Svetlan, D. and Nebojsa, B. (2017), "Interval-parameter semi-infinite programming model for used tire management and planning under uncertainty", *Computer and Industrial Engineering*, Vol. 113, pp.487-501.
- [30] Wang, H. F. and Hsu, H. W. (2010), "A closed-loop logistic model with a spanning tree based genetic algorithm", *Computers and Operations Research*, Vol. 37(2), pp.376-389.
- [31] Wells, P. and Seitz, M. (2005), "Business models and closed-loop supply chains: a typology", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 10(4), pp.249-251.
- [32] Yun, Y. S., Gen, M. and Hwang, R. K. (2013), "Adaptive genetic algorithm to multi-stage reverse logistics network design for product resale", *Information: An International Interdisciplinary Journal*, Vol. 15, pp.6117-6138.

- [33] Yun, Y. S. (2014), "Comparison of reverse logistics network in centralized and decentralized areas: genetic algorithm approach", *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 14(1), pp.41-54.
- [34] Yun, Y. S. (2018), "Integrated forward/reverse logistics network model using hybrid genetic algorithm", *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 18(2), pp.15-39.
- [35] Zeballos, L. J., Méndez, C. A., Barbosa-Povoa, A. P. and Novais, A. Q. (2014), "Multi-period design and planning of closed-loop supply chains with uncertain supply and demand", *Computers and Chemical Engineering*, Vol. 66, pp.151-164.



진 성

전남대학교 무역학과 석사  
 조선대학교 경영학과 박사  
 현재: 동명대학교 항만물류시스템학과  
 조교수  
 관심분야: SCM, 유전알고리즘,  
 생산최적화, 융합경영



윤 영 수

대구대학교 산업공학과 학사,  
 건국대학교 산업공학과 석사, 박사  
 Waseda University 정보생산시스템 박사  
 현재: 조선대학교 경영학부 교수  
 관심분야: 물류/SCM, 유전알고리즘,  
 생산최적화

## 중국 소비자들의 인텔리전트 익스프레스 락커 지속사용의도에 관한 연구: TAM을 적용한 실증연구

엄금철\* · 김영길\*\*† · 허재강\*\*\*

\*성균관대학교 경영학과 · \*\*·\*\*\*신한대학교 글로벌통상경영학과

## Using a Technology Acceptance Model to Empirically Examine Chinese Consumers' Intention to Use Intelligent Express Lockers

Jinzhe Yan\* · Yeonggil Kim\*\*† · Jeakang Heo\*\*\*

\*SKK Business School, Sungkyunkwan University

\*\*·\*\*\*Dept. of Global Trade and Management, Shinhan University

This research aims to investigate what factors mainly affect consumers' acceptance of intelligent express lockers and intent to use. To answer the research question, the technology acceptance model (TAM) is employed. We collected data from a professional business survey platform in China. By adopting TAM, we examine the factors that affect the continuous use intention of intelligent express lockers. For example, location-based accessibility and privacy were found to have a positive effect on perceived ease of use and usefulness. However, intelligent express locker service provider's responsiveness does not significantly affect perceived ease of use and usefulness. Moreover, perceived usefulness and perceived ease of use positively affect continuous use intention.

**Keyword :** Intention to Use, Intelligent Express Locker, TAM, Chinese Consumer

---

† **Corresponding Author :** Corresponding Author: 95, Hoam-ro, Uijeongbu-si, Gyeonggi-do, Seoul, Korea. Email: ky3933@shinhan.ac.kr

**Received :** 10 October 2019, **Accepted :** 15 October 2019



## 1. Introduction

With the development of e-commerce and logistics in China, the transaction volume of the express services industry has rapidly increased. In 2018, turnover of express delivery services in China exceeded the USA, Europe, and Japan. According to China's State Post Bureau, average daily volume reached 140 million units (people.cn, 2019).

Morganti et al. (2014) stated that "E-commerce for physical goods generates a significant demand for dedicated delivery services, and results in increasingly difficult last mile logistics." The main problems of last mile distribution are focused on the problems of high cost, low level of service, no guarantee of the safety of goods, inconvenience of distribution, imperfect public infrastructure, low degree of informatization, and so on. To solve the longtime last mile delivery problem, domestic researchers have focused more on how to change the operation mode, but not on how to improve technical equipment (Pan and Lin, 2017).

As the business volume of express delivery expands quickly, it is also becoming increasingly necessary to solve last mile distribution (Jiao, 2018). The logistics process is formulated by E-commerce (Byeon, 2005). Express logistics are becoming more professional in the field of operation and additional service. For example, Cainiao Logistics (Cainiao Yinzhan), a logistics company founded by Alibaba, launched an express package receiving platform service in various communities and university campuses. In China, such platforms mainly provide intelligent express lockers, which are widely available in the USA, Canada, Poland, among other countries.

Although major express logistics firms have launched intelligent express lockers, there is a lack of research on this topic in China (Pan and Lin 2017). Jiao (2018) analyzed the current status of express logistics, logistics demand, and new phenomenon in express firms or third parties' level of professionalism. Xiao, Wang, and Sun (2017) conducted research on the topic of final delivery solutions in the context of online retailing. Wang and Feng (2019) demonstrated that Rookie Station became the main model for intelligent express lockers in university campuses. Mainstream research concentrated on summarizing the status, business models, and future development direction of lockers providers.

In this research, we want to investigate what factors mainly affect consumer acceptance of intelligent express lockers and intention to use.

The technology acceptance model (TAM) is employed to answer this research question. We collected data from a professional business survey platform in China. SEM analysis is employed for hypothesis testing.

The remainder of this paper is organized as follows. Section 2 presents a review of the related literature. In section 3, the research hypotheses are derived based on the literature review, and the conceptualized model is presented. The empirical analysis results are provided in section 4. Section 5 presents concluding remarks and discusses the limitations of this study and suggests future research directions.

## 2. Literature Review

### 2.1 Technology Acceptance Model (TAM)

The technology acceptance model (TAM), which is widely adopted in research, was proposed by Davis (1985). The TAM model was developed to verify the effect of system characteristics on consumer acceptance of computer-based information systems (Davis 1985; Davis, Bagozzi, and Warshaw, 1989). Davis (1985, 1989) demonstrated that usefulness and ease of use are fundamental to determining consumers acceptance of technology, products, or services.

Adams, Nelson, and Todd (1989) replicated Davis's research on TAM in the context of two different products. Davis, Bagozzi, and Warshaw (1989) compared TAM and theory of reasoned action, which was proposed by Fishbein and Ajzen (1977). To determine consumers' acceptance efficiently, researchers should consider the reason for acceptance or rejection. Hu et al. (1999) used the TAM model to determine acceptance of telemedicine in the context of healthcare. Using TAM, Wu, Li, Xiang, and Chuang (2010) investigated delivery drivers' intention to use a shared logistics platform. Jeong and Moon (2005) analyzed the factors influence the operation of eSCM using Extended TAM.

We use the TAM to verify factors affecting continued intention

to use intelligent express lockers.

## 2.2 Perceived Usefulness

Davis (1985) defined “perceived usefulness” as “the degree to which an individual believes that using a particular system would enhance his or her job performance.” (Davis, 1985). In line with previous research (Davis, 1985, 1989), perceived usefulness is defined as the degree to which a user believes using intelligent express lockers increases their quality of life and performance. Therefore, we assume that perceived usefulness will enhance user’s intention to use.

## 2.3 Perceived Ease of Use

Davis (1985) defined “Perceived ease of use” as “the degree to which an individual believes that using a particular system would be free of physical and mental effort.” (Davis, 1985). In line with previous research (Davis, 1985, 1989), perceived ease of use is as the level of a user’s belief that using that using intelligent express lockers free of physical or mental effort. Therefore, we assume that perceived ease of use will enhance user’s intention to use.

## 2.4 Privacy

Privacy refers to the right to be alone and the ability to manage and control personal information (Wu et al., 2010). This includes managing and controlling one’s own things and life. Privacy and security are important variables regarding the intelligent express locker business. Therefore, the degree of privacy perceived by customers will have a significant impact on the acceptance of intelligent express lockers.

## 2.5 Responsiveness

Quality of service has been studied as an important variable regarding purchasing intention, and has been measured in various ways. This study focuses on the acceptance of intelligent express lockers. This service is provided via websites and apps. Therefore, how quickly and accurately firms respond to consumer inquiries

or requests to the perceived quality of the service. We would like to measure the service responsiveness to inquiries (Parasuraman, Zeithaml, and Berry, 1988).

## 2.6 Accessibility

Accessibility refers to “consumer’s overall applicability to reach desired services and activities” (Litman, 2019). Accessibility does not simply refer to physical distances but is recognized as a comprehensive concept that includes a variety of key elements, such as time, psychological cost, and so on. As intelligent express locker services are already available in China, this study assumes that the cost accessibility and psychological accessibility will not have any significant impact. Therefore, it was determined that geographical distance (location-based accessibility) would affect consumer acceptance.

## 3. Hypothesis Development and Proposed Research Model

The purpose of this research is to confirm the factors affecting Chinese consumers’ acceptance of intelligent express lockers. Based on the literature review, location-based accessibility, privacy, and responsiveness were found to affect perceived usefulness and perceived use of ease. These two factors influence users’ acceptance of intelligent lockers, which has an impact in the decision to use such lockers again. The conceptual research model is presented in Figure 1.

Based on the previous discussion, we formulate the following hypotheses:

**H1:** Perceived usefulness and perceived ease of use of intelligent express lockers positively affect continuous use intention.

**H2:** Location-based accessibility, privacy, and responsiveness positively affect perceived usefulness and perceived ease of use of intelligent express lockers.

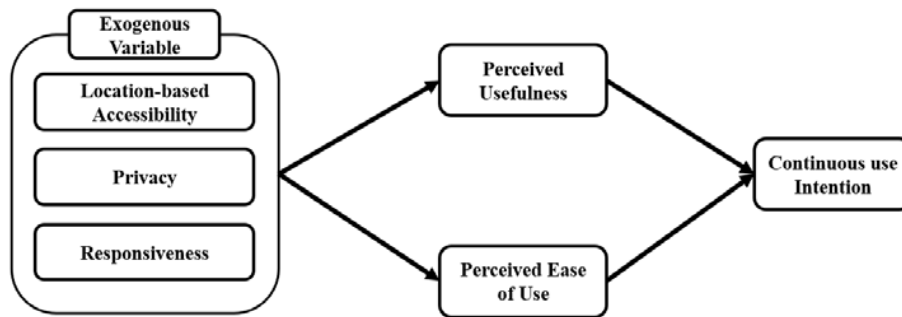


Figure 1. Conceptual Research Model

## 4. Analysis and Results

### 4.1 Methodology

A total of 177 samples ( $M_{gender}=.495$ ) were collected via a consumer survey administered by a professional survey platform in China. In the first task, perceived usefulness of lockers was measured using revised scales from Davis (1989). Respondents were asked to “Intelligent express lockers address my job/life related needs; Using intelligent express lockers reduces the time I spend collecting delivery packages; Overall, I find the intelligent express locker system useful in my life.”

Then, respondents completed questionnaires on the perceived use of ease. Following Davis (1989), questionnaires contained 7 inverse-scale items (“I feel frustrated when I use intelligent express lockers; It is easy for me to remember how to perform tasks using intelligent express lockers; Overall, I find intelligent express lockers difficult to use”).

We then measured “location-based accessibility, privacy, and responsiveness.” Following Kim and Yun (2012), location-based accessibility was measured using scales including “I can reach the location of intelligent locker within a few minutes; The intelligent express lockers are easy to access.” Following Vijayasathy (2004), we use “My privacy would be compromised by an intelligent express locker; Intelligent express lockers cannot be trusted to safeguard my privacy; I am worried about disclosing personal information when using intelligent express lockers” to measure privacy. Following Parasuraman et al. (1988), we measured responsiveness (“It is not realistic for customers to expect prompt service from employees of intelligent express locker firms;

Employees of intelligent express lockers firm do not always have to be willing to help customers”). Following Venkatesh et al. (2003), we measured continuous use intention, which is the dependent variable. Respondents were asked “I will use intelligent express lockers receiving for delivery packages; I will use the intelligent express locker continuously; I am willing to share and recommend lockers to friends and family.” At the end of survey, respondents reported demographics including gender, age, occupation, and marriage status.

### 4.2 Analysis Results

Table 1 show that Cronbach’s  $\alpha$  are greater than .6 for all variables, indicating that the questionnaires have good reliability.

Using AMOS, we tested the degree of fit of the measurement model (Confirmatory factor analysis revealed that  $X^2=142.369$  ( $p=0.000$ );  $DF=89$ ;  $GFI=0.913$ ;  $AGFI=0.867$ ;  $RMSEA=0.058$ ;  $NFI=0.902$ ;  $RFI=0.868$ ;  $TLI=0.946$ ;  $CN(0.01)=152$ ;  $X^2/DF=1.6$ ). Overall, the model fits with our data. Table 2 reveals that standard load factors are greater than .7, AVE are greater than 0.5, and CR value are greater than .7. Therefore, we can confirm that scales have good validity.

After confirming reliability and validity, we tested our proposed hypotheses. Empirical estimation results indicate that privacy and location-based usefulness are positively correlated with perceived usefulness. Moreover, location-based usefulness and privacy have positive effects on perceived ease of use. Finally, perceived usefulness and perceived ease of use positively affect consumers’ continuous use intention (See Table 2)

Table 1. Reliability Results

Variable	Items	Cronbach's $\alpha$
Perceived usefulness	PU1 : Intelligent express lockers address my job/life related needs. PU2 : Using intelligent express lockers reduce time I spend collecting delivery packages. PU3 : Overall, I find the intelligent express locker system useful in my life.	.784
Perceived ease of use	PUE1: I feel frustrated when I use intelligent express lockers. PUE2: It is easy for me to remember how to perform tasks using intelligent express lockers. PUE3: Overall, I find intelligent express locker difficult to use.	.803
Location-based accessibility	LBA1: I can reach the location of intelligent lockers a within few minutes. LBA2: The intelligent express lockers are easy to access.	.797
Privacy	P1: My privacy would be compromised by an intelligent express locker. P2: Intelligent express lockers cannot be trusted to safeguard my privacy. P3: I am worried about disclosing personal information when using intelligent express lockers.	.849
Responsiveness	R1: It is not realistic for customers to expect prompt service from employees of intelligent express locker firms. R2: Employees of intelligent express locker firms do not always have to be willing to help customers.	.674
Continuous use intention	CUI1 : I will use intelligent express lockers for receiving delivery packages. CUI2 : I will use the intelligent express locker continuously. CUI3 : I am willing to share and recommend lockers to friends and family.	.808

Table 2. Confirmatory Factor Analysis Results

Variable	Estimate	CR	AVE
PU1	.749	.785	.549
PU2	.721		
PU3	.754		
PUE1	.701	.581	.806
PUE2	.786		
PUE3	.797		
LBA1:	.798	.671	.803
LBA12	.84		
P1	.795	.849	.652
P2	.805		
P3	.832		
R1	.728	.675	.510
R2	.700		
CUI1	.798	.816	.596
CUI2	.772		
CUI3	.746		

## 5. Conclusion

We employed the technology acceptance model (TAM) to investigate what factors mainly affect consumer acceptance of intelligent express lockers and intention to use. Data were collected from a professional business survey platform in China and SEM analysis was employed for hypothesis testing. The results of empirical estimation reveal that privacy and location-based usefulness are positively correlated with perceived usefulness. Furthermore, location-based usefulness and privacy are found to have a positive effect on perceived ease of use. Finally, perceived usefulness and perceived ease of use positively affect consumers' continuous use intention, which is in line with Davis (1985) and Venkatesh et al. (2003). In the future research, we consider adopting extended TAM and other economics model to test our proposed hypostases.

This research has serval contributions. First, in terms of the literature, we adopted TAM in the context of intelligent express lockers in China by classifying the factors that influence users' continuous use intention. Second, the results provide some managerial implications for the logistics industry in South Korea. According to our results, express locker firms can increase continuous use intention by enhancing privacy and accessibility of intelligent express lockers. Therefore, it can be said that consumers do not view the quality of mobile and web services as a significant factor in terms of intelligent express lockers. Our research suggests that placing lockers near potential consumers and maintaining the privacy of delivery products are key to consumers' acceptance of intelligent express lockers.

Table 3. Estimation Results

Path	Estimate	S. E	CR	P
Responsiveness → <b>Perceived usefulness</b>	0.116	0.115	0.943	0.346
Privacy → perceived usefulness	0.246	0.08	2.527	***
Location-based accessibility → Perceived usefulness	0.554	0.093	4.969	***
Responsiveness → <b>Perceived use of ease</b>	-0.081	0.119	-0.639	0.523
Privacy → Perceived use of ease	0.345	0.082	3.486	***
Location-based accessibility → Perceived use of ease	0.649	0.096	5.743	***
Perceived usefulness → Continuous use intention	0.708	0.108	6.392	***
Perceived use of ease → Continuous use intention	0.296	0.087	3.264	***



## REFERENCES

- [1] Adams, D. A., Nelson, R. R., & Hall, M. (1989), Usage of Information Technology: A Replication. *MIS Quarterly*, September.
- [2] Byeo, Euseok (2005), Web Applications of Logistics Process for E-Commerce, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, 5(1), 61-66.
- [3] Davis, F. D. (1985), *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- [4] Davis, F. D. (1989), Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.
- [5] Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989), User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models, *Management science*, 35(8), 982-1003.
- [6] Fishbein, M., & Ajzen, I. (1977), *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*, MA: Addison-Wesley.
- [7] Hu, P. J., Chau, P. Y., Sheng, O. R. L., & Tam, K. Y. (1999), Examining the technology acceptance model using physician acceptance of telemedicine technology, *Journal of management information systems*, 16(2), 91-112.
- [8] Jiao ZL. (2018), *Development of Express Logistics in China*. In: Xiao J., Lee S., Liu B., Liu J. (eds) *Contemporary Logistics in China. Current Chinese Economic Report Series*. Springer, Singapore.
- [9] Kim, Dong-Il & Yoon, Yoo-Shik (2012), A Study on the Domestic Destination Accessibility that Affecting Travel Postponement Behavior and Alternative Choice Behavior for Overseas Travel, *Korean Journal of Business Administration*, 25(1), 2012.2, 51-68.
- [10] Litman, Todd (2019), *Evaluating Accessibility for Transport Planning Measuring People's Ability to Reach Desired Goods and Activities*, Victoria Transport Policy Institute.
- [11] Morganti, E., Seidel, S., Blanquart, C., Dablane, L., & Lenz, B. (2014), The impact of e-commerce on final deliveries: alternative parcel delivery services in France and Germany, *Transportation Research Procedia*, 4, 178-190.
- [12] Pan, H. W., & Lin, H. (2017), Research on Optimization of Intelligent Express Locker: In the Case of the Intelligent Express Locker in S University, *Management Science and Engineering*, 11(1), 23-30.
- [13] Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988), Servqual: A multiple-item scale for measuring consumer perception, *Journal of retailing*, 64(1), 12.
- [14] People's Daily Online (2019), China's annual volume of express delivery ranks first in the world for five consecutive years, <http://en.people.cn/n3/2019/0415/c90000-9566709.html>.
- [15] Jeong, Seihyun & Mooon, Dughee (2005), A Factor Analysis for the Successful Operation of eSCM Using Extended Technology Acceptance Model (ETAM), *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, 5(2), 9-21.
- [16] Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., & Davis, F. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View, *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- [17] Vijayasathy, Leo R. (2004), Predicting consumer intentions to use on-line shopping: the case for an augmented technology acceptance model, *Information & Management*, 41(6), 747-762.
- [18] Wu, J. J., Chen, Y. H., and Chung, Y. S. (2010), Trust factors influencing virtual community members: A study of transaction communities, *Journal of Business Research*, 63(9), 1025-1032.
- [19] Wang, Zhihong & Feng, Yuyan (2019), Study of Status and Strategy for Rookie Station in University Campus ——Taking Liaoning University of International Business and Economics as an Example, *Journal of Chifeng University(Soc.Sci)*, 40(2), 130-133.
- [20] Xiao, Z., Wang, J. J., Lenzer, J., & Sun, Y. (2017), Understanding the diversity of final delivery solutions for online retailing: A case of Shenzhen, China, *Transportation research procedia*, 25, 985-998.

**엄 금 철**

성균관대학교 경영학 박사수료  
 관심분야: 중국마케팅전략, 계량마케팅,  
 C2C Platform 등

**김 영 길**

서울대학교 경영학 박사  
 현 신한대학교 글로벌통상경영학과 조교수  
 관심분야: SCM, 서비스경영, 중국 경영 등

**허 재 강**

성균관대학교 경영학 석사과정  
 관심분야: SNS 마케팅, 소비자행동,  
 Platform Business, Social  
 Capital

## 외식업체의 SNS 품질이 고객행동 성과에 미치는 영향: 기술수용의 매개 효과

조가\* · 김영길\*\*† · 박정수\*\*\*

\*\*가천대학교 대학원 경영학과 · \*\*신한대학교 글로벌통상경영학과 · \*\*\*중앙대학교 다빈치 교양대학

### Mediatory Effect of Technological Acceptance on Relationship between SNS Quality of Food Service industry and Customer Behavior Performances

Jia Zhao\* · Yeonggil Kim\*\*† · Jeong Soo Park\*\*\*

\*Graduate School, Gachon University · \*\*Dept. of Global Trade and Management, Shinhan University

\*\*\*Da Vinci College of General Education, Chung-Ang University

The research question of this study is to find whether SNS quality factors consisting of information quality, system quality and service quality affect positively on customer behavior performances consisting of intention of purchase and continuous use after checking their reliability and validity as conceptual constructs. Based on survey for sample customers, we found those hypotheses could be confirmed and, furthermore, we tried to verify whether the construct of technology acceptance functions as mediatory variable in the relationship between SNS quality and customer behavior performance. As the result of a series of mediatory regression analysis, we could confirm that information quality variable mediates that relationship completely and other two quality variables do partially. These results offer food service companies implication that they have to consider those fit relationships when they formulate company level and store level strategies.

**Keyword :** SNS, Food Service Industry, Customer Behavior, Moderate Effect

## 1. 서론

소셜 네트워크 서비스(social network service: SNS)는 사람들이 필요한 여러 가지 정보를 얻을 뿐만 아니라 인간관계 및 인맥도 만들 수 있는 도구로 사회 내에서의 중요성이 날로 증가하고 있다(Sun & Park, 2013). SNS의 종류도 급속히 증가하고 있으며 이용고객들의 사용 빈도도 급증하고 있는 추세이다. 최근에는 기업들이 고객들이 활용하는 다양한 SNS를 활용하여 다양하고 폭 넓은 마케팅전략을 구사하고 있으며, 특히 고객관리가 중요한 외식업체들도 이러한 추세에 적극적으로 참여하고 있다(Jeong & Kim, 2015).

스마트폰의 보급 확대와 소비자들의 적극적 사용으로 인하여 SNS는 엄청난 양의 정보 속에서 한 고객에게 가치를 제공하고 편리하게 정보를 수집, 공유할 수 있는 마케팅 매체로 자리잡고 있으며, 이것은 다양한 정보의 수집과 선택이 매우 중요한 외식산업에서 더욱 그러하다(Ryu & Han, 2011). 외식업체들은 보다 많은 고객의 확보를 위하여 자체적 SNS 관련 활동은 물론 유명한 외식 블로그의 탐색과 관리, 그리고 그러한 활동을 통하여 소비자의 흥미와 관심을 유발시키는 것이 매우 중요하다(Jeong, 2018). 외식산업의 예들을 보다 구체적으로 보면, 외식 산업에서의 SNS 활용은 과거의 단순한 구전 및 직접적 경험에 의한 우량 업체의 검색에서 벗어나, 다수 고객의 직접 경험 후 실제로 느끼는 만족도 여부를 다양한 방식으로 표현하고, 경험에 기초하여 고객 자신의 심리적인 지각을 표현하여 외식소비자가 새로운 정보를 창출하는 행동으로까지 발전하는 양상으로 보이고 있다(Park et al., 2017).

특히 SNS는 정보의 전달 방식을 전환시키고 큰 변화를 가져 왔다. 과거에는 주로 오프라인에서의 구전(word of mouth)에 의존하여 정보가 교환되었기 때문에 정보의 전달은 시간적인 그리고 공간적인 제약을 받았으나, 현재에는 다양한 스마트 기기와 인터넷을 기반으로 하는 SNS 애플리케이션을 이용하여 시간적 그리고 공간적 제약을 거의 받지 않고 정보의 교환이 이루어지고 있으며, 과거와 같이 기업에서 고객 방향으로의 일방적 정보전달이 아닌 기업과 고객이 서로 정보를 주고 받을 수 있는 쌍방향 의사소통(bi-directional communication)이 가능해졌다(Hodeghatta & Sahney, 2016).

이러한 변화를 배경으로 본 연구에서는 선행 연구에 기초하여 소비자 관점에서 외식업체 SNS에 초점을 맞추어 그 품질을 개념적으로 조작화하여 SNS 품질 요인을 검토한 후 이 개념이 기술 수용과 고객 행동 의도 및 성과에 대하여 인과적 관

계를 지니는지를 검증하고자 한다. 그리고 연구의 다음 단계에서 SNS 품질 요인들이 기술 수용을 매개변수로 하여 고객 행동 의도 및 성과에 영향을 미치고 있는가에 대해 검증하고자 한다. 이러한 연구 문제를 통해 파악한 영향력과 관계는 향후 외식업체는 물론 SNS 제작 및 공급자들이 다양한 마케팅 전략을 전개하려는 경우 효과적인 전략적 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 이에 의하여 외식업체 SNS의 발전 방향을 제시하고 ‘4차 산업혁명’으로 불리는 급속한 변화 시대에 적합한 외식산업의 마케팅 전략 혁신과 그에 의한 경쟁우위 확보를 위한 시사점도 제시하고자 한다.

이러한 연구 목적을 달성하기 위하여 본 연구는 2장에서는 기존의 관련된 연구들을 소개하고 3장에서는 실증적 연구를 위한 연구모형과 가설을 설정하여 제시하고자 한다. 네 번째 장에서는 모형과 가설을 검증이 수행되며 마지막 5장에서는 연구의 결과를 요약하고 그 의미가 제시될 것이다.

## 2. 기존 관련 문헌 연구

### 2.1 외식업체 SNS 품질

정보통신기술의 발전으로 외식사업의 마케팅에도 많은 변화가 나타났고 그 하나로서 SNS는 특히 외식산업에서 중요성이 커지고 있다(Hyun & Nam, 2012). 외식시장의 경쟁이 계속적으로 치열해지면서 온라인 특히 SNS를 활용한 외식마케팅에 대한 관심이 높아지고 있다(Kwak, 2013). 발 빠른 기업들은 이미 SNS를 활용한 마케팅 또는 소비자와의 관계형성을 실행하고 있다(Lee et al., 2014). 대표적으로 미스터 피자, 스타벅스, 카페베네, 아웃백 스테이크 하우스 등 대형 외식기업은 SNS를 중심으로 제품을 홍보할 뿐 아니라 고객과의 유대감을 형성하고 소통하는 도구로서도 그것을 적극적으로 활용하고 있다(Lee & Namgung, 2014). 많은 소비자들이 외식업체 SNS를 통해 그 업체를 인식하게 되고 결과적으로 SNS는 해당 브랜드의 선택에 중요한 영향을 미치는 요인으로 인식된다(Kim & Kyung, 2018).

외식기업의 SNS 품질은 고객의 욕구를 만족시킬 수 있는 능력과 관련된 서비스 패키지의 특색과 특징의 총체로 정의된다(Ahn & Han, 2011). Lee and Namgung(2014)은 정보 품질, 시스템품질인 실용적 측면과 서비스품질인 경험적 측면으로 구성하여 외식기업의 고객이 지각하는 SNS 품질을 실용적 측면과 경험적 측면 모두를 고려하였다. Jeong and

Kim(2015)은 SNS정보특성과 사이트특성이 이용자의 외식업체 방문의도에 영향을 미친다는 결과를 제시하였다.

한편 SNS의 정보 품질은 정보의 정확성이나 의미성, 적시성을 의미하며, 외식소비자의 SNS 정보 품질 특성에 대해서는 신뢰성, 다양성, 정확성, 최신 정보 반영이 포함된다(Lee & Namgung, 2014). 그리고 Chae(2015)은 SNS 정보 품질은 고객만족과 재방문의도 모두에 유의한 영향을 미친다는 결과를 제시하였다.

정보품질은 의사결정에 사용되는 사실이 저장된 그 자체 또는 가공된 형태를 통해 정보를 제공받으며(Koh et. al., 2011), 정보의 정확성, 의미성, 적시성을 통해 정보품질을 논의했다(DeLone & McLean, 2003). SNS 웹사이트의 기본적인 목적이 정보의 전달이라는 측면으로 볼 때 SNS 웹사이트가 제공하는 정보는 믿을 수 있으며, 최신 정보이어야 하고, 이해하기 쉬울수록 사용자의 태도에 긍정적인 영향을 미친다(Collier & Bienstock, 2006).

일반적으로 SNS에서의 시스템 품질은 SNS에 신속하게 접속할 수 있는 정도, 지연이 없는 정도, 매일 24시간 접속 및 이용이 가능한지의 여부, 정확하고 일관된 사이트 운영이 이루어지는가의 여부, SNS에 가해지는 외부 위협으로부터 사적 정보를 보호할 수 있는 정도가 포함된다(Lee & Kim, 2019). 그리고 Han et al.(2016)은 외식업체 SNS의 시스템품질 요인으로 24시간 이용 가능 정도, 소프트웨어와 하드웨어의 안정성, 페이지 로딩 속도, 화면 상에 표시되는 정보의 양, 접근 가능성을 제안하였다. 이러한 시스템 품질은, 일정 수준까지 충족되지 못하는 경우 서비스와 서비스 제공자에 대한 불만을 발생시키고 서비스 품질에 대한 평가에 매우 중요한 영향을 미치는 요인으로서 중요도가 높다 (Kim et. al., 2013). Cho(2017)에 의하면 사용하는 SNS가 유용한 정보를 제공하였다 하더라도 시스템으로 인한 불편함을 느끼게 된다면 해당 SNS에 대한 만족성이 떨어지게 된다. Seo et al.(2014)은 SNS 웹사이트 시스템품질의 사용자 만족에 대한 연구에서 효율성, 이용 가능성, 신뢰성, 보안성의 시스템 품질이 사용자 만족에 영향을 미친다는 결과를 제출하였다.

SNS에서의 서비스 품질은 소비자가 어떠한 서비스를 이용하면서 그 제공자를 평가하는 기준으로 작용하며, 소비자들의 그 SNS에 대한 인식과 이용 행태와 연결되기 때문에 기업의 수익성에 직결되는 요인이라고 볼 수 있다(Reimer & Keuhn, 2005). SNS 사용자가 다양한 서비스를 이용하는 과정에서 실제로 경험한 서비스 수준이 기대했던 서비스 수준에 미치지 못한다면 사용자들은 그 SNS에 대해 부정적인 인식을 형성하

게 되고 나아가 그 SNS에서 이탈하는 결과를 초래할 수 있다(Lee & Hwang, 2018). 한편 Kim and Kim(2014)에 의하면 패밀리 레스토랑의 SNS 서비스 품질이 은 고객 행동의도에 미치는 영향에 대해 SNS 만족도와 고객 행동 의도 간의 관계 대하여 매개 효과를 지닌다는 결과를 제시하였다. 서비스품질은 이용자가 서비스를 이용하면서 느끼는 효율성과 안정성의 수준으로 풀이된다(Lee et. al., 2014). SNS 사용자가 서비스를 이용하는 중 경험한 서비스 수준이 기대하는 서비스 수준에 미치지 못한다면 사용자들은 SNS 웹사이트에 대해 부정적인 인식이 형성되어 이탈 현상이 발생할 수 있다(Sung et. al., 2012). 따라서 SNS 서비스품질은 서비스 제공자와 사용자 간의 관계 형성에 큰 영향을 미친다고 할 수 있다(Jeong & Jeong, 2013).

이상 선행연구들에 따라서 본 연구에서는 외식업체 SNS의 품질로서 정보 품질, 시스템 품질, 서비스 품질의 3가지 하위 범주를 설정하였다.

## 2.2 기술수용

기술수용모형(Technology Acceptance Model: TAM)은 개인이나 기업이 기술을 수용하는 태도와 행동 의도의 결정에 대한 관점을 검토하며, 기술을 수용하는 과정에서 수용자가 지각한 기술의 유용성과 이용 용이성을 활용하여 다른 변수들을 설명하는 관점이다(Lee et. al., 2018). 즉, 기술수용모형에서 조직이 특정 기술의 수용 의사를 결정하는 핵심적 변수 내지 기준은 그 조직이 지각한 사용의 용이성과 기술의 유용성으로 볼 수 있다(Davis et. al., 1989).

기술의 지각된 유용성은 정보 기술을 포함하는 기술 또는 시스템에 대하여 그 효과성을 인지한 이용자가 지각한 평가를 의미한다(Adebawale, 2017). SNS에 있어서 정보 수용자가 지각한 정보의 가치로 인하여 그 정보를 이용하는 것이 이용자의 구매의사 결정에 도움이 된다는 생각을 형성하게 되는데 이것을 정보의 유용성으로 정의할 수 있다(Roberts et. al., 2003).

한편 기술의 지각된 이용 용이성이란 정보기술을 포함하는 새로운 기술과 시스템의 환경에 대한 이용자의 평가를 뜻하며, 시스템의 입출력이나 분석의 편의성, 다양한 기능을 용이하게 사용 할 수 있는 정도를 의미한다(Venkatesh & Davis, 2000). SNS에 있어서 이용자들이 사용하는 기술에 대하여 복잡하다고 느끼거나 어렵다고 느끼게 되면 그 기술의 사용량이 감소할 가능성이 증가한다(Kang & Han, 2019).



Oh(2012)에 의하면 SNS의 특성은 지각된 유용성과 지각된 사용 용이성에 영향을 미치며, 두 가지는 SNS의 사용 의도에 영향을 미치게 되기 때문에 SNS의 용이한 사용과 다양한 콘텐츠의 제공 능력은 사용자의 만족도를 높인다는 점을 제시하였다.

Park(2013)은 호텔외식사업부의 SNS에 초점을 맞추어 지각된 용이성과 지각된 유용성을 매개 변수로 사용한 결과에 의해 SNS특성이 지각된 유용성과 용이성에 영향을 주어 고객 만족과 지속적 이용의도에 영향을 미친다는 결과를 보고하였다.

이러한 연구들에 기초하여 본 연구에서는 기술수용을 외식업체 SNS를 이용한 후 그것의 품질에 따라 형성되는 사용자의 긍정적인 평가로 정의하고자 한다.

## 2.3 고객 행동 의도 및 성과

고객 행동 의도는 고객 혹은 소비자들이 제품의 사용 등의 어떠한 경험을 하기 전 태도를 형성한 후, 그것을 미래의 행동으로 표현하려는 각 개인의 의지와 신념을 의미한다. 이는 제품 및 서비스를 이용한 후 결과적 행동으로 나타나는 구매 의도, 재구매 의도, 이용 의도, 재이용 의도, 방문 의도, 재방문 의도 등으로 분류된다(Cho, 2009). 예를 들면, 웹사이트에 대한 만족감이 높아지면 우호적 태도를 형성하게 되고 이는 결국 구매의도를 증가시키며 지속적인 이용으로 연결된다(Wu, et. al., 2014).

지각된 유용성은 웹사이트에서 쇼핑 할 때 소비자들이 주관적으로 인식하는 구매성과의 향상, 쇼핑의 효율 정도로 분석하였으며, 지각된 유용성과 사용 효율성 모두 잘 갖추어져 있는 사이트는 그 회사의 경쟁력을 나타내는 지표가 됨을 주장하였다(Ma, Q., Chan, A. H., & Chen, K. 2016).

Aaker(1997)에 의하면 고객의 구매 의도는 제품을 구입하고자 하는 이용자의 의도로서 기획된 미래지향적인 행동이 신념과 태도로 옮겨져 행동화 및 현실화 될 가능성을 의미한다. 고객의 구매 의도를 이해하는 것은 소비자의 행동 패턴을 예측할 수 있기 때문에 기업의 입장에서 매우 중요하다(Han & Han, 2013). Kim and Hwang(2012)은 호텔의 SNS 품질과 만족에 관한 연구에서, 호텔의 SNS 품질에 대한 만족이 호텔의 방문 의도에 긍정적인 영향을 주며, 호텔의 SNS에 대한 만족 수준이 높을수록 실제 호텔 방문 가능성이 높아짐을 보고하였다.

지각된 이용 용이성은 SNS 웹사이트를 수용하는 것이 이

용자에게 인지됨에 힘이 안 들고 쉬울 것이라는 인지정도, 이용자가 큰 노력 없이 새로운 기술을 유용하게 받아들일 것이라는 기대정도라고 정의하였다(Choi, 2012). Jeong and Jeong(2013)의 연구에서는 모바일 SNS 이용의도에 영향을 미치는 요인으로서 모바일 SNS 서비스 특성요인이 모바일 SNS 사용자의 지각된 유용성, 지각된 용이성과 지각된 즐거움을 거쳐 이용의도에 영향을 미치는 구조적 관계를 검증하였다.

고객의 구매의도를 이해하는 것은 소비자의 행동 패턴을 예측할 수 있기 때문에 기업의 입장에서 매우 중요하다고 볼 수 있다(Jeong, 2018). Kim et al.(2013)의 호텔 웹사이트 만족도에 관한 연구에서 호텔의 SNS 품질요인에 대한 만족도가 재구매의도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되어 호텔의 만족도에 영향을 미치는 SNS 품질 요인의 중요성을 인식하였다. 지속적 이용의도란 제품 혹은 서비스의 지속적인 이용에 대한 여부를 판단함과 동시에 미래 행위를 의미 한다(Sung et. al., 2012). Kwak(2013)의 SNS 특성이 레스토랑의 몰입 및 신뢰 그리고 행동의도에 미치는 영향연구에서는 SNS정보특성이 이용자들의 만족은 구매활동 후에 나타나는 태도 및 재 이용의도에 긍정적인 영향을 제시하였다. 소비 경험으로부터 얻어진 만족 및 불만족의 감정은 미래의 재구매에 영향을 미치게 되며, 정보에 대한 만족도가 높을수록 우호적인 감정 및 지속적 이용 빈도수가 상승하게 된다(Bhattacharjee & Premkumar 2004). Lee and Namgung(2014)은 외식업 SNS 품질요인이 소비자 만족도, 활용의도 및 구입의도에 미치며, SNS의 품질요인이 활용 만족도를 이끌어내고 활용만족도가 증가할수록 온라인에서의 행동 의도의 지속적 활용 의도가 증가하며, 지속적인 활용 의도는 오프라인 행동 의도인 외식업에의 구매의도를 증가시킨다는 결과를 제시하였다.

이에 따라서 본 연구에서는 고객 행동 의도 및 성과로서 외식업체 SNS를 이용한 후 외식업체 SNS의 품질에 따라 형성되는 긍정적인 평가 즉 행동 의도로 정의하고자 한다.

이러한 기존 연구에 기초하여 본 연구는 외식업체 SNS 품질을 정보품질, 시스템품질, 서비스품질의 3가지로 구분하고, 기술 수용에 있어서는 지각된 유용성과 지각된 이용 용이성의 2가지 변수로 그리고 고객 및 소비자의 행동 의도 및 성과에 대해서는 지속적 이용의도와 구매의도의 변수를 설정하였고, 외식업체 SNS품질과 기술수용, 행동의도의 상관관계를 분석하고, 기술수용의 매개역할을 분석하고자 한다.

### 3. 실증 연구모형과 가설

#### 3.1 연구모형 및 가설 설정

Koh et al.(2011)는 사용자 만족이 SNS 품질요인(서비스품질, 정보품질, 시스템품질, 사회성품질, 감정품질)이 지속적 이용의도에 영향을 미칠 때, 긍정적인 매개효과가 있는가를 검증하였다.

Sung and Ko(2013)의 외식기업의 온라인 SNS특성이 이용의도에 미치는 영향연구에서는 시스템품질과 정보품질이 자발적 수용환경에서 지각된 용이성 및 지각된 유용성에 긍정적 영향을 미치는 것을 제시하였다.

Lee et al.(2014)은 외식업체 SNS품질을 미적, 정보, 시스템, 오락품질의 4가지 차원으로 정의하며, 소비자의 SNS 이용만족도와 영향이 있음을 밝혔고, 외식업체의 SNS에 대한 지속적 이용의도가 실제 외식업체에서의 구매의도에 긍정적 영향을 미치는 것을 검증하였다.

Lee and Namgung(2014)의 외식업체의 스마트폰기반 SNS품질이 이용자 만족, 이용의도 및 구매의도에 미치는 영향연구에서는 SNS의 정보, 오락, 시스템품질 요인 모두 이용자 만족도에 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, SNS의 이용만족도가 지속적 이용의도에 유의적인 영향을 주는 것, SNS품질에 대한 만족도가 높을수록 지속적으로 이용하려는 의도가 높아지는 것이 확인되었다.

Bae et al.(2015)은 SNS정보품질, 지각된 용이성, 지각된 유용성, SNS신뢰, 지속이용의도, 관람의도 등 총 6가지를 확장된 기술수용모델의 주요 변수로 설정했으며, SNS 정보품질은 지각된 용이성과 지각된 유용성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났고 유용성은 지속이용의도에 긍정적인 영향을 미치는 것을 제시하였다.

Song et al.(2018)의 호텔상품판매 소셜커머스 이용자들의 수용태도가 신뢰 및 사용의도에 미치는 영향에서는 기술수용모델의 확장변수로 활용되었던 요인들 중, 정보품질, 혁신성, 사회적 영향은 모두 유의한 것으로 나타났으며, 호텔기업의 평판과 규모도 신뢰형성에 중요한 역할을 미치는 것을 검증하였다.

본 연구는 외식업체 SNS 품질을 결정하는 요인을 규명하고, 외식업체 SNS의 품질이 기술수용, 고객 행동 의도 및 성과에 영향을 미치는지 실증적으로 검증하고자 하다. 이를 위해 선행연구를 바탕으로 [그림 1]에 나타난 연구모형을 설정하며, 각 변수의 상호관련성 및 모형의 검증을 위하여 세부적으

로 다음과 같은 연구가설을 설정하였다.

H1: 외식업체 SNS품질이 기술수용에 유의한 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H2: 외식업체 SNS품질이 행동 의도에 유의한 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H3: 기술수용이 행동 의도에 유의한 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H4: 외식업체 SNS품질과 행동의도 간의 관계 대하여 기술수용은 정(+)의 매개효과를 나타낼 것이다.

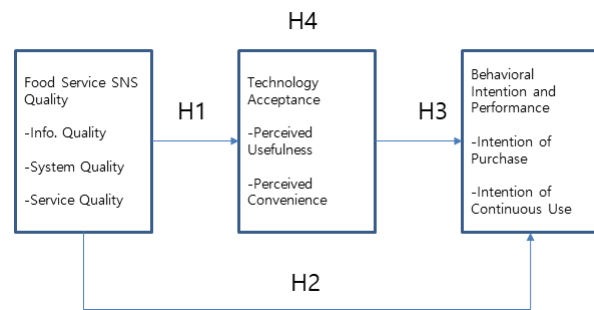


Figure 1. Conceptual model of research

#### 3.2 변수들의 조작적 정의 및 측정변수

이러한 연구모형과 가설의 검증을 위한 설문 상의 문항들은 <표 1>에 기술된 것과 같이 작성되었다. 각 변수 및 개념에 대하여 6개 항목의 문항들이 질문되어 개념의 정확성을 기하고자 노력하였다.

#### 3.3 조사방법 및 자료 분석 방법

본 연구는 설문조사를 통해 표본자료 수집하였다. 설문조사는 2019년 5월 7일부터 5월 24일까지 온라인 리서치 업체 마크로밀 엠브레인을 통해 실시하였다. 설문 대상은 최근 6개월 이내 외식업체 SNS 이용하는 20대~50대 일반소비자이며, 회수된 설문지 중에서 응답이 부실한 14부를 제외하고 총 400부를 최종분석에 사용하였다. 수집된 자료의 분석을 인구통계학적 특성의 확인과 실증분석을 위하여 SPSS와 AMOS의 소프트웨어가 활용되었다.

Table 1. Constructs and survey items used in empirical researches

Construct	Corresponding survey items	Related literatures
Information Quaility	Q11, SNS Contents from the restaurant offer useful information about menus	DeLone & McLean(2003), Lee and Namgung(2014), Gyu Jin Chae(2015),
	Q12, SNS Contents from the restaurant offer updated information	
	Q13, SNS Contents from the restaurant offer various information	
	Q14, SNS Contents from the restaurant offer specialized information	
	Q15, SNS Contents from the restaurant are reliable	
	Q16, SNS Contents from the restaurant are well classified by proper categories	
System Quality	Q17, SNS site of the restaurant offers few errors in use	Kim et al.(2013), Yung Ju Cho(2014), Han et al.(2016)
	Q18, The speed of SNS site of the restaurant is fast	
	Q19, SNS site of the restaurant protects private information well	
	Q20, SNS site of the restaurant is well designed	
	Q21, SNS site of the restaurant offers easy linkages to other websites related	
	Q22, SNS site of the restaurant offers fast download speed for attached files	
Service Quality	Q23, SNS site of the restaurant replies customers'questions fast	Reimer & Keuhn(2005), Jung Bae Park(2017),
	Q24, SNS site of the restaurant offers frequent events for users	
	Q25, SNS site of the restaurant helps for its users form sympathy about common interests	
	Q26, SNS site of the restaurant offers personalized services for individual requests	
	Q27, SNS site of the restaurant solves problems for users fast	
	Q28, The services SNS site of the restaurant offers are reliable	
Perceived Usefulness	Q29, SNS site of the restaurant helps its users have relationships among them	Davis et al.(1989), Eun Hae Oh(2012),
	Q30, Users can get useful information by using SNS of the restaurant	
	Q31, Users can save time by searching useful information using SNS of the restaurant	
	Q32, SNS of the restaurant makes communication with service provider more smooth	
	Q33, SNS of the restaurant makes economical consumption possible	
	Q34, SNS of the restaurant makes sharing of information with other users easier	
Perceived Convenience	Q35, SNS of the restaurant offers proper information 24 hours a day	
	Q36, SNS of the restaurant can be used in various devices like PC and mobile devices	
	Q37, SNS of the restaurant is easy to update	
	Q38 The way in use of SNS of the restaurant is very easy and offers easy access	
	Q39, SNS of the restaurant makes its users easy to find proper information	
	Q40, SNS of the restaurant are using proper forms of photos and videos	
Intention of Purchase	Q41, I want to visit and eat the menu meals of the restaurant offering SNS information	Tae Young Cho(2009), Kim and Hwang(2012), Lee and Namgung(2014),
	Q42, Information from SNS of the restaurant gives me help to proper consumption	
	Q43, Information from SNS of the restaurant made me to visit the restaurant more	
	Q44, I will purchase meals after considering information from SNS of the restaurant	
	Q.45, Information from SNS of the restaurant stimulates me more than others	
	Q46, I will consider information from SNS of the restaurant first in future purchase of meals	
Intention of Continuous Use	Q47, I will use the SNS of the restaurant continuously than others	
	Q48, I will search menu of meals continuously through SNS of the restaurant	
	Q49, I will search information of offline stores continuously through SNS of the restaurant	
	Q50, I will write evaluations about menus continuously through SNS of the restaurant	
	Q51, I will share experiences of food service with others through SNS of the restaurant continuously	
	Q52, I will increase the times of visiting using the SNS of the restaurant	

## 4. 실증 분석

### 4.1 조사대상자의 일반적 특성

설문 응답자들의 SNS 사용현황 및 외식업체 이용현황을 살펴보면 <표 2>에서 보는 바와 같다. SNS 사용기간은 '5년 이상'이 308명(77.0%), '3년 이상-5년 미만' 60명(15.0%), '1년 이상-3년 미만' 25명(6.3%), '1년 미만' 7명(1.8%)로 나타났다. 응답자들이 가장 많이 활용하는 SNS는 '카카오톡(kakao talk)'이 209명(52.3%), '인스타그램(instagram)'

104명(26.0%), '페이스북(facebook)' 57명(14.3%)로 나타났다. 하루 평균 SNS 사용 시간은 '1시간 이상-3시간 미만'이 193명(48.3%, '1시간 미만'이 122명(30.5%), '3시간 이상-5시간 미만'이 59명(14.8%) 등으로 나타났다. 자주 이용하는 SNS외식업체는 '양식'이 107명(26.8%), '한식'이 103명(25.8%), '패스트푸드' 52명(13.0%) 등으로 나타났다. 소비자들 SNS를 통해 주로 어떤 정보는 '할인 및 이벤트'가 193명(48.3%), '메뉴'가 117명(29.3%), '매장 위치 검색' 52명(13.0%) 등으로 나타났다.

Table 2. Classification of SNS use for sample customers

Classification		Frequency	Ratio (%)
Period of SNS use	less than 1 year	7	1.8
	more than 1 year - less than 3 years	25	6.3
	more than 3 year - less than 5 years	60	15.0
	more than 5 years	308	77.0
Most favored SNS	Twitter	13	3.3
	Kakaotalk	209	52.3
	facebook	57	14.3
	Kakaostory	13	3.3
	Instagram	104	26.0
	others	4	1.0
Information got from SNS most	Meal menu	117	29.3
	Researvation and visit information	23	5.8
	Location of restaurant	52	13.0
	Discount and event	193	48.3
	Price	15	3.8
Daily average time length of SNS use	less than 1 hour	122	30.5
	more than 1 hour - less than 3 hours	193	48.3
	more than 3 hours - less than 5 hours	59	14.8
	more than 5 hours	26	6.5
Most favored food service	Korean	103	25.8
	Chinese	12	3.0
	Western	107	26.8
	Japanese	27	6.8
	Buffet	48	12.0
	Fastfood	52	13.0
	Meat specialized	48	12.0
	Others	3	.8





#### 4.3 확인적 요인분석

연구모형에 사용된 변수에 대한 개념타당성을 검증하기 위해 확인적 요인분석을 실행하였다. <표 4>의 결과와 같이 모형의 적합도는 카이제곱 통계량이 572.028, 자유도는 463, P값이 0.000으로 기준치인 0.05보다 낮아 유의한 결과를 얻을 수 있었다. 그리고 카이제곱 통계량을 자유도로 나눈 값( $\chi^2/d.f.$ )도 1.235로 일반적 기준치인 2보다 낮아 유의한 결과를 보였다. RMR값은 0.02로 기준치인 0.05보다 역시 낮게 나타났다. 또한 적합도(GFI)는 0.923, 조정된 적합도(AGFI)는

0.902, RMSEA는 0.024로 모두 기준치를 충족하여 연구 개념들의 적합함이 검증되었다. 기타 적합도 지수들을 보면 NFI값이 0.923, TLI값이 0.981, CFI값이 0.984로 모두 기준치인 0.9 이상을 기록하였다. 측정항목들의 PGFI값이 0.719, PNFI값이 0.762, PCFI값이 0.852로 기준치를 충족시켰음을 알 수 있다. 따라서 확인적 요인분석을 통해 각 개념의 판별타당성과 집중 타당성을 검증하였다. 타당성 분석결과를 살펴보면, 평균분산추출지수(AVE)도 기준치인 0.5 이상을, 개념 신뢰도는 기준치인 0.7 이상을 나타내고 있으므로 타당성도 확보된 것으로 확인되었다.

Table 4. Result of confirmatory factor analysis

Confirmatory factory analysis							
Varialbe	Item	Estimate	S.E.	C.R.	P	AVE	Construct Reliability
Information Quality	q11	0.715	—	—	—	0.634	0.838
	q15	0.711	.103	12.048	***		
	q16	0.721	.092	12.195	***		
System Quality	q18	0.668	—	—	—	0.645	0.879
	q20	0.743	.102	11.078	***		
	q21	0.735	.097	11.586	***		
	q22	0.7	.087	11.252	***		
Service Quality	q23	0.738	—	—	—	0.702	0.921
	q25	0.724	.072	13.531	***		
	q26	0.754	.076	13.431	***		
	q27	0.822	.064	17.169	***		
	q28	0.781	.070	14.550	***		
Perceived Convenience	q30	0.663	—	—	—	0.597	0.816
	q31	0.666	.084	12.185	—		
	q32	0.73	.109	10.321	***		
Perceived Usefulness	q36	0.664	—	—	—	0.662	0.886
	q38	0.751	.096	11.835	***		
	q39	0.689	.094	11.179	***		
	q40	0.733	.084	13.226	***		
Intention of Purchase	q41	0.718	—	—	—	0.667	0.909
	q43	0.734	.080	13.734	***		
	q44	0.717	.073	13.463	***		
	q45	0.747	.078	13.803	***		
	q46	0.763	.080	14.105	***		
Intention of Continuous Use	q47	0.765	—	—	—	0.681	0.914
	q48	0.732	.061	15.430	***		
	q49	0.721	.064	14.132	***		
	q51	0.76	.078	13.480	***		
	q52	0.822	.065	15.832	***		

CMIN/p: 572.028/0.001 RMR: 0.020 CMIN/DF: 1.235 GFI: 0.923 AGFI: 0.902 RMSEA: 0.024

NFI: 0.923 TLI: 0.981 CFI: 0.984 PGFI: 0.719 PNFI: 0.762 PCFI: 0.852

Average Variance Extract index:  $\sum (\text{Standardized Estimate})^2 / \sum (\text{Standardized Estimate})^2 + \sum \text{Measure error}^2$

\*: p<0.1, \*\*: p<0.05, \*\*\*: p<0.01

#### 4.4 상관관계 분석

개념의 판별타당성과 예측 타당성 검증을 위해 구성개념 간의 상관계수를 비교분석하였다. 검증결과를 살펴보면, 상관계수 중에서 가장 큰 값은 0.712이며 이를 제외한 값은 0.506이 된다. 한편 AVE값 중 가장 작은 값(0.597)과 비교하면 0.506(0.597)이다. 따라서 AVE값이 결정계수보다 모두 크므로 판별타당성이 확보되었음을 알 수 있다. 그리고 모든 상관계수가 모두 정(+)의 관계를 나타내고 있기 때문에 예측타당도는 확보된 것으로 볼 수 있다. 이러한 분석결과를 요약하면 <표 5>와 같다.

#### 4.5 연구가설의 검증

연구 가설들의 검증을 위해 경로분석을 실행하였다. 앞 장에서 설정된 가설 1, 2, 3의 검증결과는 <표 6>과 같으며, 각 변수간의 관계에 대한 세부가설은 H1-1부터 H2-4까지 설정되었다. H1-1의 경우 검정통계량(t) 값은 1.96, p값은 0.05로서, 정보 품질은 지각된 유용성에 대한 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 검증되었다. 가설 H1-2는 검정통계량 값은 2.087로서, 시스템 품질은 지각된 유용성에 대하여 유의한 정

(+)의 영향을 미치는 것으로 검증되었다. H1-3은 검정통계량이 4.714, H1-4는 2.102, H1-5는 2.613, H1-6은 4.911으로 모두 유의수준 1%에서 가설이 채택되었다.

한편 가설 2의 세부가설들의 경우, H2-1의 검정통계량 값은 5.655로 채택되었지만, H2-2는 검정통계량이 0.91에 그쳐 p값은 0.363로 기준치인 0.05이상의 수치로 나타나 가설이 기각되었다. 즉 시스템 품질은 구매의도에 대한 유의한 정(+)의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그리고 가설 H2-3도 검정통계량 값은 0.971, p값은 0.331로서 유의하지 않은 결과를 보였고, 이는 서비스 품질은 구매의도에 대한 유의한 정(+)의 영향을 미치지 않는다는 것을 뜻한다. H2-4의 경우 검정통계량 값은 4.985로 가설이 채택되어 정보 품질은 지속적 이용의도에 대하여 유의한 정(+)의 영향을 미치는 결과를 얻었지만, 가설 H2-5의 경우 검정통계량이 -1.346로 가설이 채택되지 못하였으며, 이는 시스템 품질은 지속적 이용의도에 대한 유의한 정(+)의 영향을 미치지 않는다는 것을 뜻한다. H2-6의 경우 검정통계량(t)이 3.62로서 가설이 채택되었고 이것은 서비스 품질은 지속적 이용의도에 대한 유의한 정(+)의 영향을 미친다는 것을 의미한다.

다음으로 가설 3의 세부가설들의 검증 결과를 보면, H3-1의 검정통계량 값은 2.041로서 가설이 채택되었고 이는 지각

Table 5. Result of correlation analysis

Variable	Information Quality	System Quality	Service Quality	Perceived Usefulness	Perceived Convenience	Intention of Purchase	Intention of Continuous Use	AVE index
Information Quality	1	—	—	—	—	—	—	0.634
System Quality	0.593 (0.351)	1	—	—	—	—	—	0.645
Service Quality	0.599 (0.358)	0.656 (0.430)	1	—	—	—	—	0.702
Perceived Usefulness	0.531 (0.281)	0.553 (0.305)	0.661 (0.436)	1	—	—	—	0.597
Perceived Convenience	0.523 (0.273)	0.572 (0.327)	0.64 (0.409)	0.644 (0.414)	1	—	—	0.662
Intention of Purchase	0.704 (0.495)	0.608 (0.369)	0.647 (0.418)	0.636 (0.404)	0.712 (0.506)	1	—	0.667
Intention of Continuous Use	0.622 (0.386)	0.476 (0.226)	0.651 (0.423)	0.605 (0.366)	0.584 (0.341)	0.663 (0.439)	1	0.681

inside ( ): square of correlation coefficient

Table 6. Result of hypothesis tests

Hypo.	Path	Estimate	S.E.	C.R.	P	Result
H1	H1-1: Information Quality→Perceived Usefulness	0.182	0.093	1.96	0.05	Accept
	H1-2: System Quality→Perceived Usefulness	0.215	0.103	2.087	0.037	Accept
	H1-3: Service Quality→Perceived Usefulness	0.394	0.084	4.714	—	Accept
	H1-4: Information Quality→Perceived Convenience	0.163	0.078	2.102	0.036	Accept
	H1-5: System Quality→Perceived Convenience	0.227	0.087	2.613	0.009	Accept
	H1-6: Service Quality→Perceived Convenience	0.346	0.071	4.911	—	Accept
H2	H2-1: Information Quality→Intention of Purchase	0.435	0.077	5.655	—	Accept
	H2-2: System Quality→Intention of Purchase	0.071	0.078	0.91	0.363	Reject
	H2-3: Service Quality→Intention of Purchase	0.067	0.069	0.971	0.331	Reject
	H2-4: Information Quality→Intention of Continuous Use	0.459	0.092	4.985	—	Accept
	H2-5: System Quality→Intention of Continuous Use	-0.132	0.098	-1.346	0.178	Reject
	H2-6: Service Quality→Intention of Continuous Use	0.314	0.087	3.62	—	Accept
H3	H3-1: Perceived Usefulness→Intention of Purchase	0.122	0.06	2.041	0.041	Accept
	H3-2: Perceived Convenience→Intention of Purchase	0.360	0.072	5.028	—	Accept
	H3-3: Perceived Usefulness→Intention of Continuous Use	0.192	0.074	2.578	0.01	Accept
	H3-4: Perceived Convenience→Intention of Continuous Use	0.196	0.083	2.351	0.019	Accept

CMIN/p: 572.028/0.001 RMR: .020 CMIN/DF: 1.235 GFI: 0.923 AGFI: 0.902 RMSEA:0.024  
NFI: 0.923 TLI: 0.981 CFI: 0.984 PGFI: 0.719 PNFI: 0.762 PCFI: 0.852

된 유용성이 구매의도에 대해 유의한 정(+)의 영향을 미치는지 의미한다. H3-2의 검정통계량 값은 5.028로 가설은 채택되었으며, 지각된 이용 용이성은 구매의도에 대한 유의한 영향을 미친다는 것이 확인되었다. H3-3의 검정통계량은 2.578로 역시 가설이 채택되어 지각된 유용성은 지속적 이용의도에 대해 유의한 영향을 미치고 있음이 검정되었다. 마지막으로 H3-4의 검정통계량은 2.351로 역시 가설이 채택되어 지각된 이용 용이성은 지속적 이용 의도에 대하여 유의한 정(+)의 영향을 미친다고 볼 수 있다.

#### 4.6 매개효과 검증

기술 수용 변수가 매개 효과(moderating effect)를 갖는지 검증하기 위하여 AMOS를 이용한 분석을 실행하였다. 검증에 활용된 수치의 기준을 살펴보면, 유의 확률(p-value)이 0.05보다 작을 때 유의하다고 판단하며, 카이제곱( $\chi^2$ )통계량의 차이가 3.84 이상이면 부분매개 관계로 그리고 3.84 이하일 때

는 완전 매개 관계라고 판단한다(Bae, 2015). 그리고 추가적으로 부트스트래핑(bootstrapping: BS) 검정을 실행하여 경로별 간접효과의 유의성 여부를 확인하였다.

앞 장에서 설정된 연구가설 4는 역시 세부적으로 H4-1에서부터 H4-12까지 각기 검정되었으며, 각각은 변수에 따라 a, b, c로 다시 구분되었다. 이러한 결과는 <표 7>에 기술되어 있다.

H4-1 가설은 경우 정보품질과 구매의도에서 유의확률은 0.05보다 적었고, 카이제곱통계량의 증가분( $\Delta\chi^2$ )은 37.591로서 3.84보다 큰 값을 나타내어 통계적으로 유의한 것으로 파악되었으며, 부분적 매개효과가 있는 것으로 볼 수 있다. BS 값은 0.127로서 0.05로 보다 크기 때문에 간접효과는 없는 것으로 나타났다.

H4-2 가설에서는 시스템품질과 구매의도에서, 1단계는 독립변수(시스템품질)가 매개변수(지각된 유용성)에 영향을 미친다. 그리고 2단계 매개변수(지각된 유용성)가 종속변수(구매의도)에 영향을 미치며, 마지막 3단계에서 두 독립변수(시

시스템품질과 지각된 유용성)는 종속변수에 영향을 미치지 않는 것으로는 검증되었다. 카이제곱증가량은 0.813으로 3.84보다 적으므로 지각된 유용성은 완전 매개효과를 갖는 것으로 판단한다. BS값은 0.05로서 간접효과를 지니는 것으로 나타났다.

H4-3 가설에서는 서비스품질과 구매의도를 검증하며, 1단계는 독립변수(서비스품질)가 매개변수(지각된 유용성)에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 2단계 매개변수(지각된 유용성)가 종속변수(구매의도)에 영향을 미치는 것으로 검증되었으며 3단계에서 독립변수(서비스품질)와 종속변수를 모두 투입시켜 검증한 결과서 종속변수에 영향을 미치지 않는 것으로는 검증되었다. 카이제곱증가량은 0.946으로 3.84보다 적으며, 지각된 유용성이 완전매개효과를 갖는 것으로 검증된다. BS값은 0.001로서 0.05보다 작으므로 간접효과는 있는 것으로 파악된다.

H4-4 가설은 정보품질과 지속적 이용의도간의 관계에 대한 것으로서, 유의확률은 0.05 보다 적으며 카이제곱 증가량은 27.752로 3.84 보다 커서 통계적으로 유의한 것으로 검증되었으며, 부분적 매개효과를 갖는 가 있는 것으로 볼 수 있다. BS값은 0.062로 0.05보다 커서 간접적 효과는 없는 것으로 나타났다.

H4-5 가설은 시스템 품질과 지속적 이용의도 간의 관계를 다루며, 1단계는 독립변수(시스템품질)가 매개변수(지각된 유용성)에 영향을 미치는 것으로 검증되었다. 2단계에서는 매개변수(지각된 유용성)가 종속변수(지속적 이용의도)에 영향을 미치는 것으로 검증되었고 마지막 3단계에서 독립변수(시스템품질)와 종속변수를 모두 포함시켜 검증한 결과 종속변수에 영향을 미치지 않는 것으로는 파악되었다. 카이제곱 증가량은 1.838로서 기준치인 3.84보다 적었으며, 지각된 유용성이 완전 매개 효과를 갖는 것으로 판단한다. BS값은 0.055로서 0.05보다 커서 간접적 효과는 없는 것으로 보인다.

H4-6 가설은 서비스품질과 지속적 이용을 대상으로 하며, 유의확률(p-value)은 0.05보다 적고 카이제곱 증가량은 13.342로 3.84보다 크게 나타났다. 즉 부분적 매개 효과를 갖는 것으로 검증되었고 BS값은 0.007로서 0.05보다 적어서 간접적 효과를 갖는 것으로 나타났다.

가설 H4-7은 정보품질과 구매의도 사이의 관계를 다루며 유의확률은 0.05이하의 값을 나타내었고, 카이제곱 증가량은 37.591로 기준치인 3.84보다 커서 통계적으로 유의한 것으로 파악되었으며, 부분적 매개효과를 지니는 것으로 볼 수 있다. BS값은 0.127로 기준치인 0.05보다 적어서 간접적 효과는 없는 것으로 나타났다.

가설 H4-8은 시스템품질과 구매의도 사이의 매개관계를 검토하며, 1단계에서는 독립변수(시스템품질)가 매개변수(지각된 이용 용이성)에 영향을 미치는 것으로 검증되었다. 2단계 매개변수(지각된 이용 용이성)가 종속변수(구매의도)에 영향을 미치는 것으로 검증되었으며 3단계에서 독립변수(시스템품질), 매개변수(지각된 이용 용이성)와 종속변수를 모두 포함시킨 결과 유의하지 않은 결과를 나타내었다. 카이제곱 증가량은 0.813으로 기준치인 3.84보다 적어 유의하지 않은 결과를 보였으며, 지각된 이용 용이성은 완전 매개 효과를 갖는 것으로 검증되었다. BS값은 0.05로서 간접적 효과는 있는 것으로 나타났다.

가설 H4-9는 서비스품질과 구매의도 간의 관계를 대상으로 하며 1단계는 독립변수(서비스품질)가 매개변수(지각된 이용 용이성)에 영향을 미치는 결과를 보였고, 2단계에서는 매개변수(지각된 이용 용이성)가 종속변수(구매의도)에 영향을 미치는 결과가 검증되었으며 3단계에서는 독립변수(서비스품질)와 매개변수, 종속변수를 모두 포함시킨 결과, 종속변수에 영향을 미치지 않는 것으로 파악되었다. 카이제곱 증가량은 0.946으로 기준치인 3.84보다 적었으며, 지각된 이용 용이성은 완전 매개 효과를 갖는 것으로 판단된다. BS값은 0.001로서 기준치인 0.05보다 적으므로 간접 효과는 갖는 것으로 보인다.

가설 H4-10은 정보품질과 지속적 이용 의도 간의 관계를 검증하며 유의확률은 0.05 보다 적어 유의한 결과로 볼 수 있으며 카이제곱 증가량은 27.752로서 기준치인 3.84보다 커서 통계적으로 유의한 것으로 검증되었고, 부분적 매개 효과를 지니는 것으로 볼 수 있다. BS값은 0.062이므로 간접적 효과는 갖지 않는 것으로 보인다.

가설 H4-11은 시스템품질과 지속적 이용의도를 대상으로 하여, 1단계는 독립변수(시스템품질)가 매개변수(지각된 이용 용이성)에 유의적인 영향을 미치는 것으로 검증되었고, 2단계에서는 매개변수(지각된 이용 용이성)가 종속변수(지속적 이용의도)에 유의적 영향을 미치는 것으로 검증되었다. 3단계에서 독립변수(시스템품질)와 매개변수, 종속변수를 모두 포함시킨 결과 종속변수에 영향을 미치지 않는 것으로는 파악되었다. 카이제곱 증가량은 1.838로 기준치 3.84보다 적어 통계적으로 유의하지 않은 결과를 보였으며, 지각된 이용 용이성은 완전 매개 효과를 갖는 것으로 검증되었다. BS값은 0.055로서 0.05보다 크므로 간접효과는 갖지 않는 것으로 나타났다.

가설 H4-12는 서비스품질과 지속적 이용 의도 간 관계를 검증하며 유의확률은 0.05이하로서 유의한 관계를 지니며, 카

이제곱 증가량은 13,342로서 기준치 3,84보다 크므로 유의한 것으로 파악되었다. 즉 부분적 매개 효과를 지니는 것으로 볼 수 있다. BS값은 0.007로서 기준치인 0.05보다 적기 때문에 간접적 효과는 있는 것으로 나타났다.

이러한 매개효과 분석의 결과를 요약하면 총 36개 가설 즉 경로 중에서, 가설 H4-2c의 시스템 품질과 구매의도 간

관계, 가설 H4-3c의 서비스 품질과 구매의도 간 관계, 가설 H4-5c의 시스템 품질과 지속적 이용의도 간 관계, 가설 H4-8c의 시스템 품질과 구매 의도 간 관계, 가설 H4-9c의 서비스 품질과 구매 의도 간 관계, 가설 H4-11c의 시스템 품질과 지속적 이용 의도의 6개 가설 즉 경로만이 기각되었다. 이러한 결과는 세 가지 SNS 품질 중 시스템 품질 및 서비스

Table 7. Result of mediation effect tests

Hypo.	Path	Estimate	S. E.	C. R.	P	Stand. Indirect Effect	Boot strapping	Complete MediatoryModel Stat.	Partial MediatoryModel Stat.	Result
H4	H4-1a:Information Quality→Perceived Usefulness	0.182	0.093	1.96	0.050	0.081	0.094	$\chi^2=590.686$ df=353	$\chi^2=553.095$ df=352	Partial Mediation
	H4-1b:Perceived Usefulness→Intention of Purchase	0.122	0.06	2.041	0.041					
	H4-1c:Information Quality→Intention of Purchase	0.435	0.077	5.655	-					
	H4-2a:System Quality→Perceived Usefulness	0.215	0.103	2.087	0.037	0.108	0.05	$\chi^2=553.908$ df=353	$\chi^2=553.095$ df=352	Complete Mediation
	H4-2b:Perceived Usefulness→Intention of Purchase	0.122	0.06	2.041	0.041					
	H4-2c:System Quality→Intention of Purchase	0.071	0.078	0.910	0.363					
	H4-3a:Service Quality→Perceived Usefulness	0.394	0.084	4.714	-	0.173	0.001	$\chi^2=554.041$ df=353	$\chi^2=553.095$ df=352	Complete Mediation
	H4-3b: Perceived Usefulness→Intention of Purchase	0.122	0.06	2.041	0.041					
	H4-3c: Service Quality→Intention of Purchase	0.067	0.069	0.971	0.331					
	H4-4a: Information Quality→Perceived Usefulness	0.182	0.093	1.96	0.050	0.067	0.062	$\chi^2=580.847$ df=353	$\chi^2=553.095$ df=352	Partial Mediation
	H4-4b: Perceived Usefulness→Intention of Continuous Use	0.192	0.074	2.578	0.010					
	H4-4c: Information Quality→Intention of Continuous Use	0.459	0.092	4.985	-					
	H4-5a: System Quality→Perceived Usefulness	0.215	0.103	2.087	0.037	0.086	0.055	$\chi^2=554.933$ df=353	$\chi^2=553.095$ df=352	Partial Mediation
	H4-5b: Perceived Usefulness→Intention of Continuous Use	0.192	0.074	2.578	0.010					
	H4-5c: System Quality→Intention of Continuous Use	-0.132	0.098	-1.346	0.178					
	H4-6a: Service Quality→Perceived Usefulness	0.394	0.084	4.714	-	0.144	0.007	$\chi^2=566.437$ df=353	$\chi^2=553.095$ df=352	Partial Mediation
	H4-6b7: Perceived Usefulness→Intention of Continuous Use	0.192	0.074	2.578	0.01					
	H4-6c: Service Quality→Intention of Continuous Use	0.314	0.087	3.62	-					
	H4-7a: Information Quality→Perceived Convenience	0.180	0.085	2.107	0.035	0.081	0.094	$\chi^2=590.686$ df=353	$\chi^2=553.095$ df=352	Partial Mediation
	H4-7b: Perceived Convenience→Intention of Purchase	0.327	0.064	5.078	-					
	H4-7c: Information Quality→Intention of Purchase	0.435	0.077	5.655	-					
	H4-8a: System Quality→Perceived Convenience	0.250	0.095	2.622	0.009	0.108	0.05	$\chi^2=553.908$ df=353	$\chi^2=553.095$ df=352	Complete Mediation
	H4-8b: Perceived Convenience→Intention of Purchase	0.327	0.064	5.078	-					
	H4-8c: System Quality→Intention of Purchase	0.071	0.078	0.910	0.363					
	H4-9a: Service Quality→Perceived Convenience	0.381	0.076	4.988	-	0.173	0.001	$\chi^2=554.041$ df=353	$\chi^2=553.095$ df=352	Complete Mediation
	H4-9b: Perceived Convenience→Intention of Purchase	0.327	0.064	5.078	-					
	H4-9c: Service Quality→Intention of Purchase	0.067	0.069	0.971	0.332					
	H4-10a: Information Quality→Perceived Convenience	0.180	0.085	2.107	0.035	0.067	0.062	$\chi^2=580.847$ df=353	$\chi^2=553.095$ df=352	Partial Mediation
	H4-10b: Perceived Convenience→Intention of Continuous Use	0.178	0.076	2.356	0.018					
	H4-10c: Information Quality→Intention of Continuous Use	0.459	0.092	4.985	-					
	H4-11a: System Quality→Perceived Convenience	0.250	0.095	2.622	0.009	0.086	0.055	$\chi^2=554.933$ df=353	$\chi^2=553.095$ df=352	Complete Mediation
	H4-11b: Perceived Convenience→Intention of Continuous Use	0.178	0.076	2.356	0.018					
	H4-11c: System Quality→Intention of Continuous Use	-0.132	0.098	-1.346	0.178					
	H4-12a: Service Quality→Perceived Convenience	0.381	0.076	4.988	-	0.144	0.007	$\chi^2=566.437$ df=353	$\chi^2=553.095$ df=352	Partial Mediation
	H4-12b: Perceived Convenience→Intention of Continuous Use	0.178	0.076	2.356	0.018					
	H4-12c: Service Quality→Intention of Continuous Use	0.313	0.087	3.622	-					



품질의 일부가 고객 행동 및 성과에 대하여 기술 수용과 시너지 효과 내기 적합성을 갖지 않음을 의미하며 외식업체의 전략 설정에 있어서 적합성을 고려함이 필요함을 시사하고 있다. 특히 정보 품질의 경우 기각된 경로 혹은 가설이 없으므로 매우 효과적인 SNS 품질 요인임을 확인할 수 있었다.

## 5. 결론

스마트폰과 SNS 애플리케이션의 발달로 가상공간에서도 기업과 고객 및 소비자들 간의 관계가 형성되면서 외식산업에서도 언제 어디서든 필요한 정보를 검색하고 공유할 수 있게 되면서 외식업체의 SNS마케팅에 대한 중요성이 부각되고 있으며(성혜진, 고재운, 2013). 급속한 정보기술의 발전에 영향을 받는 소비자들의 기대와 욕구를 이해하고 소비자들의 평가가 실제 외식업체의 구매의도에 까지 연결될 수 있도록 영향을 주는 외식업체 SNS품질에 대해 측정해 보는 것은 중요하다고 할 수 있다. 따라서 외식업체의 SNS 이용자의 관점에서 SNS품질에 대해 평가해보고 SNS를 통한 마케팅 구축에 대한 시사점을 제공하고자 하였다.

연구문제에 따른 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 선행연구를 바탕으로 외식업체 SNS품질의 차원을 살펴본 결과, 정보, 시스템, 서비스품질 중 3개의 하위요인으로 도출되었다. 선행연구를 뒷받침하는 결과로 SNS의 실용적, 경험적 품질이 이용 만족도에 중요한 경쟁요인임을 확인할 수 있었다. 둘째, 외식업체 SNS품질요인이 소비자 기술수용, 행동의도에 미치는 영향을 검증하기 위하여 경로분석을 실시한 결과, 독립변수별로는 정보, 시스템, 서비스품질은 지각된 유용성에 긍정적인(+) 영향을 미치는 결과를 얻었다. 정보, 시스템, 서비스품질은 지각된 이용 용이성에 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 정보품질은 구매의도에 긍정적인(+) 영향을 미친다는 결과를 얻었다. 정보, 서비스품질은 지속적 이용의도에 긍정적인(+) 영향을 미치는 결과를 얻었다.

매개효과 분석의 결과를 요약하면, 총 36개 가설 즉 경로 중, 시스템 품질과 구매의도 간 관계, 서비스 품질과 구매의도 간 관계, 의 시스템 품질과 지속적 이용의도 간 관계, 시스템 품질과 구매 의도 간 관계, 서비스 품질과 구매 의도 간 관계, 시스템 품질과 지속적 이용 의도의 6개 가설 즉 경로만이 기각되었고 다른 매개변수의 경로는 모두 유의한 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 세 가지 SNS 품질 중 시스템 품질 및 서비스 품질의 일부가 고객 행동 및 성과에 대하여 기술 수용과

시너지 효과 내기 적합성을 갖지 않기 때문에 외식업체의 기업 전략 설정 시 품질과 성과 간에 적합성을 고려하여 의사결정 및 투자를 수행해야한다는 결론을 시사하고 있다. 그리고 정보 품질의 경우 기각된 경로가 없었으므로, 가장 효과적인 SNS 품질 요인임을 확인할 수 있었다.

이상의 연구결과에 의하여 외식업체 SNS품질 하위요인에 따라 고객 구매의도, 지속적 사용의도의 형성 과정에는 차이가 있음을 알 수 있었다. 외식업체의 SNS에 대한 정보품질의 다양성, 신뢰성 등이 증가할수록 구매의도와 지속적 이용의도가 유의적으로 증가하는 결과가 나타났다. 즉, 외식업체는 고객확보를 위한 자체 SNS정보의 체공과 외식블로거의 정보관리를 우선적으로 고려해야 함을 시사한다. 또는 외식업체 SNS의 기술수용이 활용자의 구매의도, 지속적인 사용의도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 외식업체 SNS품질을 높이기 위해 외식업체 SNS에 부족한 기술을 보완할 필요가 있다. 즉, SNS품질이 이용 만족도를 이끌어내고, 이용만족도가 증가할수록 온라인 행동의도인 지속적 이용의도가 증가하며, 지속적 이용 의도는 궁극적으로 오프라인 행동의도인 외식업체에의 구매의도를 증가시키는 것으로 확인되었다.

본 연구의 실무적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 정보품질이 가장 크게 행동의도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 소비자들은 외식업체의 SNS를 통해서 우선적으로 제품 및 서비스에 대한 정보를 획득하기 때문에 정보의 다양성, 최신성, 정확성, 신뢰성을 중요하게 인식하고 있는 것으로 생각되어진다. 외식업체 SNS를 이용하여 마케팅을 할 때, 소비자에게 제공하려는 정보의 품질을 최우선적으로 고려해야 하며, 최신정보를 원하는 소비자의 요구에 맞추어 지속적인 업데이트를 통하여 정보를 빠르게 전달해야 하고 정보가 제공되는 형태인 구성 디자인의 세련성, 우수성도 우선적으로 고려해야 함을 시사한다(Lee & Kim, 2019). 둘째, 외식소비자들이 이벤트 정보의 활용을 위해 실제로 외식업체에서 구매할 수 있도록 하는 쿠폰, 할인 및 특별한 이벤트 행사 등을 통해 온라인과 오프라인을 연계하는 촉진활동이 필요하며(Lee et. al., 2014), 효과적인 SNS마케팅이 실제 외식업체의 수익 창출에 기여할 수 있음을 시사한다. 셋째, 고객확보를 위해 적절한 정보기술의 결합을 통한 서비스 개발과 적용을 우선적으로 고려해야 한다. 특히 SNS 이용지의 지속적 이용의도, 구매의도 제고시키기 위하여 서비스품질을 적극적으로 결합시킬 수 있는 방안이 필요함을 시사한다.

## REFERENCES

- [1] Aaker, J. L. (1997), "Dimensions of Brand Personality," *Journal of Marketing Research*, Vol. 34, No. 3, pp. 347-356.
- [2] Adebawale I. Ojo (2017), "Validation of the DeLone and McLean Information Systems Success Model," *Healthcare Informatics Research*, Vol. 23, No. 1, pp. 60-66.
- [3] Ahn, Dae Hee and Han, Ki Jang (2011), "The impact of food service company's SNS quality on brand value, quality satisfaction and intention of purchase," *Journal of Food Service Association*, Vol. 14, No. 4, pp. 169-188.
- [4] Bae, Byung Ryul, (2015), *Analysis of Moderating and Mediating Effect using SPSS/AMOS/LISREL/SmartPLS*, Cheong Ram Publishing.
- [5] Bae, Jeong Sub, Won, Do Yeon and Cho, Kwang Min (2015), "A study on SNS acceptance of professional baseball team fans by expanding TAM," *Journal of Korean Physical Education Association*, Vol. 54, No. 2, pp. 237-251.
- [6] Bhattacharjee, A., and Premkumar, G. (2004), "Understanding Changes in Belief and Attitude Toward Information Technology Usage: A Theoretical Model and Longitudinal Test," *MIS Quarterly*, Vol. 28, No. 2, pp. 229-254.
- [7] Chae, Kyu Jin (2015), "A study on the impact of well-being restaurants' quality of ㄴ on customer satisfaction and intention of re-visit," *Food Service Management Review*, Vol. 11, No. 2, pp. 43-62.
- [8] Cho, Tae Yeong (2009), "The impact of cultural uniqueness on tourism satisfaction and intention of action," *Tourism Review*, Vol. 23, No. 4, pp. 59-80.
- [9] Choi, Eun Jeong (2012), "A study on continuous usage model of SNS," *Journal of Korean Psychology Association*, Vol. 13, No. 2, pp. 229-253.
- [10] Cho, W. J. (2017), "Correlational research between SNS quality of travel companies, customer satisfaction and purchase intention," *Int J Tour Manage Sci*, Vol. 32, pp. 117-132.
- [11] Collier, J. E., and Bienstock, C. C. (2006), "Measuring service quality in e-retailing," *Journal of Service Research*, Vol. 8, No. 3, pp. 260-275.
- [12] Davis, F. D., Bagozzi, R. P., and Warshaw, P. R. (1989), "User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models," *Management Science*, Vol. 35, pp. 982-1003.
- [13] DeLone, W. H. and McLean, E. R. (2003), "The De Lone and Mc Lean model of Information System Success: a ten year update," *Journal of management information systems*, Vol. 19, No. 4, pp. 9-30.
- [14] Han, Ji Soo, Jeong, Yang Sik and Lee, Hyung Joo (2016), "The impact of food service benefits in SNS on intention of purchase and word of mouth," *Journal of Korean Cooking Association*, Vol. 22, No. 4, pp. 302-318.
- [15] Han, Song Yi and Han, Jin Soo (2013), "A study on information quality of hotel websites on intention of reservation and purchase," *Hotel Management Review*, Vol. 22, No. 2, pp. 55-72.
- [16] Hodeghatta, U. R., and Sahney, S. (2016), "Understanding twitter as an e-WOM," *Journal of System and Information Technology*, Vol. 18, No. 1, pp. 89-115.
- [17] Hyun, Yong Ho and Nam, Jang Hyun (2012), A study on TAM model of family restaurant smart phone application quality," *Corporation Management Review*, Vol. 19, No. 2, pp. 149-167.
- [18] Jeong, Duck Hwa and Jeong, Cheol Ho (2013). "Moderating effect of involvement degree on relationship between preceding factors and mobile SNS intention of use," *Management Education Review*, Vol. 28, No. 4, pp. 21-45.
- [19] Jeong, Suk Bong (2012), "Correlation analysis between online word of mouth activities and market performance," *Decision Making Science Review*, Vol. 20, No. 1, pp. 53-64.
- [20] Jeong, Sun Mi and Kim, Yung Hoon (2015). "A study on the impact of SNS information and site characteristics on users'intention of food service visit," *Journal of Korean Cooking Association*, Vol. 21, No. 1, 158-173.
- [21] Jeong, Yeong Ju (2018), "The impact of consumers'SNS use on intention of visit to food service stores," *Digital Convergence Review*, Vol. 16, No. 6, pp. 143-150.
- [22] Kang, Hannah and Han, Sun Tae (2019), "Analysis of news

- reports of health related information and communication technology using Technology Acceptance Model," *Journal of Speech, Media & Communication Association*, Vol. 18, No. 2, pp. 7-45.
- [23] Kim, Dong Jun and Hwang, Dae Uck (2012), "The impact of SNS quality of hotels on satisfaction and intention of repurchase," *Tourism Review*, Vol. 27, No. 3, pp. 59-76.
- [24] Kim, Hyung Jun and Kim, Yong Il (2014), "A study on the impact of reliability from word of mouth information through smart phone on intention of action," *Hotel Management Review*, Vol. 23, No. 1, pp. 45-64.
- [25] Kim, Ki Yung and Kyung, Su Bin (2018), "The impact of food contents information quality on user satisfaction, intention of use and intention of information sharing," *International Journal of Tourism and Hospitality Research*, Vol. 32, No. 8, pp. 177-192.
- [26] Kim Sun Kyung, Park, Yung Ah and Hyun, Young Ho (2013), "A study on structural effect relationships among hotel website quality, website quality website satisfaction and intention of visit," *Tourism Research Journal*, Vol. 25, No. 1, pp. 23-46.
- [27] Koh, Hun Seok, Kim, Je Seung, Jeong, Mun Young, Oh, Young Jin, Lee and Sung Ho (2011), "A study of effect of SNS quality factors on user satisfaction and intention of continuous use," *Journal of the Korean Society for Quality Management*, Vol. 39, No. 4, pp. 543-555.
- [28] Kwak, Bi Song (2013), "The impact of SNS characteristics on immerse, reliability and intention of action for restaurant," *Northeast Asian Tourism Review*, Vol. 9, No. 2, pp. 103-123.
- [29] Lee, Gong Ju and Kim, Seon Hee (2019), "A study on the impact of food design in Instagram on consumer reliability and intention of visit," *Journal of Korean Design and Culture Association*, Vol. 25, No. 1, pp. 329-343.
- [30] Lee, In Sook, Na, Yung Ah and Yoon, Ye Hyun (2014), "A study on the impact of technology based self service characteristics of food service consumers on satisfaction and intention of purchase," *Journal of Tourism Research*, Vol. 27, No. 4, pp. 85-100.
- [31] Lee, Je Hong and Hwang, Kyu Yeong (2018), "The impact of SNS quality factors on user satisfaction and word of mouth intention," *e-business Review*, Vol. 19, No. 1, pp. 123-134.
- [32] Lee, Jin Myung, Park, Seo Ni and Na, Jong Yeon (2018), "Mediating effect of consumer inertia on relationship between perceived usability and joy and acceptance of smart watch," *Consumer Culture Review*, Vol. 21, No. 2, pp. 43-65.
- [33] Lee, Hye Sung and Namgung, Yung (2014), "The impact of smart phone based SNS quality on user satisfaction, intention of use and intention of purchase," *Hotel Management Review*, Vol. 23, No. 1, pp. 145-163.
- [34] Lee, Na Kyum, Byun, Kwang In and Kim, Ki Jin (2014), "A study on the impact of SNS word of mouth information characteristics on information acceptance and consumer attitude," *Journal of Korean Food Service Association*, Vol. 10, No. 3, pp. 165-177.
- [35] Lee, Ye Rim and Kim, Hak Min (2019), "The impact of risk and technical characteristics in SNS banking on diffusion intention through SNS," *e-business Review*, Vol. 20, No. 1, pp. 97-112.
- [36] Ma, Q., Chan, A. H., and Chen, K. (2016), "Personal and other factors affecting acceptance of smart phone technology by older Chinese adults," *Applied Ergonomics*, Vol. 54, pp. 62-71.
- [37] Oh, Eun Hae (2012), "A study on characteristics of SNS affecting on SNS acceptance decision," *Management and Information Review*, Vol. 31, No. 3, pp. 47-73.
- [38] Park, Jeong Sook (2013), "A study on SNS characteristics on customer satisfaction and intention of use using TAM," *Doctoral Dissertation*, Graduate School, Kyunghee University.
- [39] Park, Ji In, Cha, Kyung Hee and Kim, Su In (2017), "The impact of visual food styling factors in Instagram on reliability and intention of purchase," *Food Service Management Review*, Vol. 20, No. 6, pp. 101-130.
- [40] Reimer, A. and Kuehn, R., (2005), "The Impact of Servicescape on Quality Perception," *European Journal of Marketing*, Vol. 39, No. 7, pp. 785-808.
- [41] Roberts, K., Varki, S. and Brodie, R. (2003), "Measuring the Quality of Relationships in Consumer Services: An Empirical Study," *European Journal of Marketing*, Vol. 37,

- No. 1, pp. 169-196.
- [42] Ryu, K., and Han, H. (2011), "New or repeat customers: How does physical environment influence their restaurant experience," *International Journal of Hospitality Management*, Vol. 30, No. 3, pp. 599-611.
- [43] Seo, Woo Jong, Won, Wook Yeon and Hong, Jin Won (2014), "An empirical study on the impact of SNS website quality on users' intention of continuous use and word of mouth," *Industry Innovation Review*, Vol. 26, No. 1, pp. 99-132.
- [44] Song, Ju Hyeong, Kim Seong Hyeok and Jeong, Uck (2018), "The impact of acceptance attitude of social commerce users of hotel service on reliability and intention of use," *Hotel Management Review*, Vol. 27, No. 5, pp. 85-101.
- [45] Sung, Hye Jin and Ko, Jae Yun, (2013), "A study on the impact of food service's online SNS service characteristics on customer satisfaction and intention of use," *Tourism Review*, Vol. 37, No. 2, pp. 187-211.
- [46] Sung, Hye Jin, Ko, Jae Yun and Kim, Young Keun (2012), "An empirical study on individual characteristics, user satisfaction, continuous use and intention of recommendation through SNS," *Food Service Management Review*, Vol. 15, No. 3, pp. 81-101.
- [47] Venkatesh, V., and Davis, F. D. (2000), "A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies," *Management Science*, Vol. 46, No. 2, pp. 186-204.
- [48] Wu, Y., Tao, Y., Li, C., Wang, S., and Chiu, C. (2014), "User – switching behavior in social network sites: A model perspective with drilldown analyses," *Computers in Human Behavior*, Vol. 33, pp. 92-103.
- [49] Yang, F. X. (2013), "Effects of Restaurant Satisfaction and Knowledge Sharing Motivation on eWOM Intentions: The Moderating Role of Technology Acceptance Factors," *Journal of Hospitality and Tourism Research*, Vol. 18, No. 1, 1-35.
- [50] Yang, Yeong Sun and Park, Jae Min (2013). "A study on impact of online travel comment information on acceptance intention and word of mouth," *Tourism and Leisure Review*, Vol. 25, No. 7, pp. 195-214.



조 가

가천대학교 경영학 석사  
현 가천대학교 대학원 박사과정  
관심분야: 마케팅, 중국 경영, SCM 등



김 영 길

서울대학교 경영학 박사  
현 신한대학교 글로벌통상경영학과 조교수  
관심분야: SCM, 서비스 경영, 중국 경영 등



박 정 수

연세대학교 정치학사  
서울대학교 경영학 석사, 박사  
현 중앙대학교 다빈치 교양대학 조교수  
관심분야: SCM, 서비스 경영, OR 응용 등





## 정부의 지원이 물류 기업의 혁신 효율성에 미치는 영향에 대한 연구\*

강희재\* · 김영준\*\* · 김창희\*\*\*†

인천대학교 경영대학 경영학부

## A Study on the Effect of Government Support on Innovation Efficiency of Logistics Firms

Hee Jay Kang\* · Yeongjun Kim\*\* · Changhee Kim\*\*\*†

Business School, Incheon National University

With the development of various technologies for the 4th industrial revolution, such as IoT, Big Data, CPS, and AI, innovation is taking place in many areas of the logistics industry and its importance is emphasized even more. However, since the efforts made to innovate do not directly lead to outcomes, the analysis should be made from the perspective of innovation efficiency which takes into account a variety of inputs and outputs. In this study, Data Envelopment Analysis is applied to 98 logistics firms(input factors: costs of innovation, number of innovators / output factors: total sales) to derive innovation efficiency, and the impact of government support policies (in 7 areas: taxation, funding, finance, human resources, technology, certification, purchase) is verified by Tobit regression and Kruskal-Wallis one-way ANOVA. The results show that the effects of the current policy for innovation in the logistics industry are concentrated on financial support, such as taxation and finance, and that the efficiency of firms with significantly high or low dependency is low.

**Keyword :** Data Envelopment Analysis, Tobit regression, Kruskal- Wallis one-way ANOVA, Innovation efficiency, Logistic firms

---

\* 본 논문은 정석물류학술재단 지원에 의하여 연구되었음.

† **Corresponding Author :** Business School, Incheon National University, 119 Academy-ro, Yeonsu-gu, Incheon, 22012, Korea,  
Tel: +82-32-835-8734, E-mail: ckim@inu.ac.kr

**Received :** 12 October 2019, **Accepted :** 21 October 2019

## 1. 서론

물류 산업은 제4차 산업혁명시대에 개발된 IoT, Big Data, CPS, AI 등 신기술이 프로세스 혁신을 가져올 것으로 예측되고 있는 만큼(강영문, 2017), 혁신에 대한 중요성이 강조되고 있다.

물류 산업에 대한 혁신은 많은 분야에서 연구되어 왔다. 이 양우와 강우진(2007)은 지역 혁신 시스템에 의한 항만 물류 산업의 역량을 강화시킬 방안을 연구하였고, 이준섭과 임성우(2009)는 RFID 도입에 따른 성공적인 항만 물류 클러스터의 프레임워크를 제시하였다. 이 외에도 신광섭(2013), 장홍훈(2005) 등 다양한 연구자들이 물류 혁신에 대한 연구를 진행하였다.

하지만, 김용진 외(2006)에서는 물류 산업에서의 구조적 혁신에 대한 문제를 다루어야 한다고 강조하였으며, 류숙원과 김상윤(2010)에서는 정책의 선택이 이러한 혁신에 미치는 영향에 대해 살펴보았다. 특히 우윤석(2004)에서는 조직 구조적 특성에 대한 탐색적 연구를 통해 국가 물류 정책을 비판적으로 고찰하였다.

이에 따라 한상용 외(2007)에서는 성공적인 물류 혁신을 위하여 국가 물류 정책의 성과 관리 체계를 개발하기 위한 연구를 진행하면서 균형 성과표와 계층화 분석법 등을 사용하였다. 이 외에도 강승필(2010)은 국가물류정책의 성과 지표를 개발하기 위한 연구를 진행하였으며, 조용운과 박병인(2010)은 정책 계층별 물류 정책의 요인 중요도를 평가하기도 하였고, 옥선종과 김정환(2000)은 효율적인 물류 표준화 정책을 제안하기도 하였다.

이처럼 국가 물류 정책의 효율적 지원은 매우 중요한 과제이다(정승주와 서상범, 2006). 하지만 그럼에도 불구하고, 물류 산업을 지탱하는 물류 기업의 혁신 효율성에 국가 정책이 어떠한 영향을 미치는지에 대한 정량적인 연구는 매우 부족한 실정이다. 이러한 상황에서 물류 산업을 위한 다양한 정책 중, 어떠한 정책이 물류 산업의 발전과 혁신, 그리고 효율성 제고에 긍정적인 영향을 미치는지에 대한 연구는 그 필요성이 매우 높다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 4차 산업 혁명 시대의 물류 기업의 혁신 효율성을 구하고, 해당 혁신 효율성에 정부의 다양한 지원이 어떠한 영향을 미치는지를 분석하여 국가 차원에서 물류 산업의 효율적인 발전을 도모하는 방안에 대한 실용 연구를 진행하기로 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 먼저 2절에서는 혁신 효율

성 및 물류 기업의 혁신에 대한 국내외 선행연구를 살펴 본 후, 3절에서는 투입 및 산출 요소 등을 정리하여 모형을 제시하였다. 그리고 4절에서는 모형을 분석한 결과를 제시하였으며, 마지막으로 5절에서는 분석 결과의 의의와 연구의 한계점을 바탕으로 한 후속 연구 및 정책적 제언을 제시하였다.

## 2. 문헌연구 및 이론적 배경

### 2.1 혁신 효율성

혁신 효율성은 일반적으로 “혁신 투입물을 혁신 생산물로 변환하는 능력”으로 정의되며 같은 수준의 생산량 또는 더 많은 생산량을 생산할 때 사용되는 투입량과 동일한 혁신 투입량으로 개선될 수 있다(Hollanders and Celikel-Esser, 2007; Liu et al., 2018) 혁신은 투입물이 산출물로 자동 변환되는 선형 과정이 아니기 때문에 투입물에 대한 혁신 산출물의 비율인 혁신 효율을 조사해야 한다(Guan and Chen, 2012). 이에 따라 다양한 연구에서 혁신의 효율성을 연구해 왔으며 이를 위한 방법으로 자료포락분석(DEA : Data Envelopment Analysis)가 널리 채택되어 왔다.

자료포락분석은 동질한 의사결정단위(DMU: Decision Making Unit)들에 대해 혁신에 따른 산출물과 이를 달성하기 위한 투입물을 상대적으로 비교하여 혁신의 효율성을 포착한다. 혁신 효율성 연구를 위한 의사 결정 단위는 여러 문헌 연구에서 다양하게 정의되어 왔는데, 작게는 개별 기업이나 행정구역 차원에서 크게는 국가 단위까지 다루어지면서 혁신 효율성을 분석한 연구는 점점 그 범위를 넓혀가고 있다.

Wang et al.(2016)에서는 중국의 38개 신재생 에너지 기업들에 대한 혁신 효율성을 분석하였고, Cruz-Cázares et al.(2013)에서는 스페인의 제조 기업(415개(1단계) / 362개(2단계))에 대해 2-stage DEA를 이용해 분석하였으며, Guan et al.(2006)은 182개 중국 혁신 기업을 대상으로 하였다. 또한 Guan and Chen(2010)과 Zhong et al.(2011), Chen and Guan(2012)에서는 중국의 30개 행정구역 단위를 대상으로 혁신 효율성을 분석하였고, Hollanders and Celikel-Esser(2007)은 EIS (European Innovation Scoreboard) 2007에 따라 유럽 35개국을 4개 그룹(Innovation leaders, followers, moderate, catching-up)으로 나누어 분석하였다.

그러나 해외에서 혁신 효율성이 활발하게 분석되고 널리 활용된 것에 비해 국내에서 효율성에 대한 연구는 역사가 짧

아 다양한 분야를 다루지는 못하였다. 조운애 외(2005)에서는 연구 개발 투자의 효율성 제고 방안에 대해 논하였으며, 문병호(2011)는 서비스 기업의 벤치마킹을 위해 혁신 효율성을 분석하였다. 또한 유금록(2015)에서는 지방 공기업의 기술 혁신 평가와 효율성을 함께 분석하기도 하였으며, 하귀룡과 최석봉(2011)은 기술 혁신 활동과 경영효율성 분석을 진행하였고, 민현구 외(2012)와 백철우와 노민선(2013)은 개방형 혁신에 따른 R&D 연구의 효율성을 평가하고 분석하였다.

이와 같은 선행 연구에도 불구하고 아직까지 물류 산업이나 물류 기업을 대상으로 혁신 효율성을 분석한 연구는 전무하다시피 하다. 김천곤 외(2010)에서는 물류 산업 전반에 대해 효율성을 분석하였지만, 이는 혁신 효율성이 아닌 단순한 경쟁력 강화 방안 도출을 위한 효율성 분석에 지나지 않았으며, 하귀룡(2012)과 박홍균(2010), 김성화(2013)에서는 물류 기업의 효율성을 분석하였지만 이는 혁신이 아닌 경영 효율성에 초점을 맞추어 분석하였다는 한계가 있다.

## 2.2 물류 기업 혁신에 대한 연구

물류 산업은 서비스와 전략의 모방이 쉽고, 차별화가 어려워 과도한 가격경쟁이 이루어지는 대표적인 산업 중 하나이다. 또한 대다수의 물류기업들은 물류 산업의 특성상 고정비가 크고 시장의 상황에 크게 영향을 받는 비용구조를 가지고 있어 기업 간의 가격경쟁은 더욱더 심화되는 양상을 보인다(조용현, 2015)

이러한 물류 산업에 있어, 혁신 활동은 물류기업으로 하여금 서비스품질을 개선하고 모방이 어려운 역량과 전략을 개발하게 하며, 보다 유연하고 효율적으로 시장에 대처하게 한다. 또한 이를 통해 경쟁 기업들과의 차별화를 달성한 기업은 새로운 서비스를 도입함으로써 고객의 니즈를 만족시키고, 위와 같은 출혈경쟁의 상황에서 벗어나 이윤을 창출할 수 있다(곽수환과 최석봉, 2009).

나아가 혁신은 물류 기업이 높은 서비스 수준을 달성할 수 있도록 하고 이에 따른 비용 절감을 가져옴으로서, 물류 기업이 지속적으로 생존할 수 있는 원천을 제공한다(신재호 외, 2018). 이처럼 혁신은 물류 기업이 목표와 목적을 달성하고, 가치를 창출할 수 있는 가장 효과적인 방법이다(조용현, 2018).

물류 기업의 혁신과 성과에 대한 해외 연구로는 Jenssen and Randø y(2002)와 (2006)이 있다. 각각 63개, 46개의 노르웨이 선사를 대상으로 혁신 활동이 경영 성과에 미

치는 영향에 대해 분석하였고 유의미한 영향이 있음을 밝혔다. Yang et al.(2009)에서는 대만의 컨테이너 운송 서비스 기업을 대상으로 혁신 역량과 성과의 관계에 대해 분석하였고, Yang(2012)에서는 해상 운송 주선업자(Ocean freight forwarders)를 대상으로 하였으며, Ho and Chang(2015)에서는 물류서비스제공자(LSP : Logistics Service Provider)를 대상으로 혁신 역량과 서비스 능력, 기업 성과의 관계에 대해 분석하였다. 또한 Poulis et al.(2013)에서는 ICT 혁신 기술이 해상 운송 산업에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 연구하였다.

국내 또한 물류 산업에서의 혁신에 대해 분야에서 연구되어 왔다. 이양우와 강우진(2007)은 지역 혁신 시스템에 의한 항만 물류 산업의 역량을 강화시킬 방안을 연구하였고, 이준섭과 임성우(2009)는 RFID 도입에 따른 성공적인 항만물류클러스터의 프레임워크를 제시하였다. 이 외에도 신광섭(2013), 장홍훈(2005) 등 다양한 연구자들이 물류 혁신에 대한 연구를 진행하였다.

또한, 김용진 외(2006)에서는 물류 산업의 구조적 혁신의 문제가 반드시 다루어져야 함을 분명히 언급하였으며, 이상훈과 전재완 (2016)은 물류기업의 경영혁신 패턴을 분석함으로써, 물류 기업의 서비스 형태에 따른 혁신방안을 제시하였다. 김진영(2016)은 구조방정식모형을 이용하여 국제운송 물류 기업의 경영성과, 핵심역량, 혁신요소의 관계를 분석하였다.

하지만 조용현(2015, 2018)은 기존의 연구들이 물류기업이 아닌 제조업에서의 물류와 SCM에 범위가 한정되었음을 지적하며, 물류 산업에서의 혁신유형을 도출하고 해당 혁신활동들이 물류기업의 경영 성과에 미치는 영향을 분석하였다.

이렇듯 국내외에서 물류 기업의 혁신에 대한 연구가 많이 이루어져 왔으나 대부분 혁신과 성과의 관계를 규명하기 위해 구조방정식 모형을 사용하였다. 하지만 Hollanders and Celikel- Esser(2007)에 따르면 혁신은 혁신 산출물이 혁신 투입물에 항상 비례하는 단순한 선형 프로세스가 아니기 때문에 혁신의 성과는 경영 성과가 아닌 혁신 투입물을 산출물로 변환하는 능력인 혁신 효율성으로 측정되어야 할 필요가 있다.

또한 앞선 선행 연구들에서는 혁신 역량이나 혁신 활동과 경영 성과의 관계를 밝히는 데에 그쳤고, 규제나 정책과 같은 외부 요인의 영향력을 고려하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 물류 기업의 혁신을 효율성의 관점에서 분석하였으며, 그 결과에 영향을 미치는 요인으로 정책적 변수를 고려하였다는 데에 의의가 있다.

### 3. 연구모형 및 방법론

#### 3.1 연구 방법론

일반적으로 효율성을 측정하기 위한 기법으로 자료포락 분석과 확률적 변경 접근방법(SFA: Stochastic frontier analysis)이 사용되고 있다. 이중 자료포락분석은 선형계획법을 기반으로 한 효율성 분석 기법으로, 의사결정단위들의 투입요소와 산출요소로부터 도출된 효율적 프런티어로부터 상대적 거리를 측정함으로써 평가 대상인 의사결정단위의 효율성을 측정하는 비모수적(Non-parametric) 기법이다(박명섭과 안영호, 2003).

자료포락분석은 이러한 상대적 거리 개념에 따라 특정 함수 형태와 분포 형태를 가정하여 효율성을 측정하는 모수적(Parametric) 기법인 확률적 변경 접근방법보다 사용이 용이하며, 함수를 가정하지 않는 만큼 다수의 투입 요소와 산출 요소를 사용할 수 있다. 또한 자료포락분석은 충분한 자유도를 확보하기 위해 많은 표본이 필요로 하는 확률적 변경 접근방법에 비해 작은 표본 크기로 상대적인 효율성을 측정할 수 있는 장점이 있어 다양한 부문에서 널리 사용되고 있다(박노경, 2010).

이에 따라 본 연구에서는 규모수익가변(VRS: Variable Return to Scale)을 가정한 BCC(Banker-Charnes-Cooper) 모델을 활용하여 분석을 진행하였다. 더불어 Shin et al. (2018)의 연구에 따라 투입지향모형(input oriented model)로 설정한 자료포락분석을 시행하였다.

하지만 자료포락분석은 분석 결과 도출된 효율성 값들이 통계적 의미를 갖기 어려우며, 기법 자체의 확률적 변동에 대처하기 어려운 한계가 있다(서호준, 2013). 이에 따라 자료포락 분석의 한계를 극복하기 위해 본 연구에서는 비모수통계기법인 Kruskal-Wallis one-way ANOVA를 활용하여 정부지

원제도의 도움 여부에 따른 효율성 분포를 분류하고 비교하였다. 또한 이를 Tobit 회귀 분석을 활용하여 정부의 지원의 도움 여부를 독립변수로 하여 모형을 분석하였다.

#### 3.2 데이터의 수집 및 특성

본 연구는 정부의 다양한 활동이 물류 기업의 혁신 효율성에 미치는 영향을 검증하는 것이기 때문에, 본 연구는 한국 과학기술연구원(STEPI)가 실시한 뽁한국기업혁신조사(KIS)의 한국 서비스업에 대한 데이터 중 한국표준산업분류 상 물류 산업(46번 코드: 도매 및 상품 중개업, 52번 코드: 창고 및 운송관련 서비스업)의 98개 데이터를 활용하여 분석을 진행하였다. KIS데이터에는 혁신 목표, 혁신에 이용된 자원 및 혁신 성과 등 전체적인 혁신 데이터가 포함되어 있어 본 연구에 적합하다고 판단된다. 다만 해당 설문 데이터는 한국 기업들의 전반적인 혁신 상태를 포괄하고 있는 것에 반해, 일부 설문 항목에 대한 응답값이 모두 동일하거나 누락이 되는 등 설문조사에 대한 기업들의 불성실한 응답으로 모든 데이터를 활용할 수는 없다. 따라서 553개 기업 중 연구에 활용이 어려운 응답값을 가진 기업들을 제외하고, 98개의 기업에 대한 데이터를 의사결정단위로 사용하였다.

해당 기업에 대한 투입물로서 혁신 비용은 설문 조사의 실 응답값으로 사용 하였으며, 혁신 종사자 수는 해당 기업의 상시 종사자 수에 혁신 인력 비율 응답값을 곱하여 산출하였다. 또한 혁신에 대한 산출물인 매출액은 혁신 비용과 동일하게 설문 조사의 실응답값을 수집하였다. 이는 혁신 효율성을 분석한 최근 연구인 Shin et al. (2018)을 따라 수행되었다.

또한 토빗회귀분석에 사용된 정부 활동 변수 중 정부 지원 변수는 정부 지원제도를 활용한 기업으로 한정하여, 해당 중요도에 대한 응답값을 기준으로 중요하지 않음, 중요도 낮음, 보통, 높음으로 측정된 값을 수집하였다. 이 때 설문된 제도는

Table 1. Descriptive statistics

Division	Input Factors		Output Factor
	The Number of R&D Employee (Men)	Total Innovation Cost (Million KRW)	Total Sales (Million KRW)
Max	438	51,931	28,623,701
Median	66,778.5	11.5	775
Min	1	10	796
Mean	30,12245	3,122,704	491,177.6



정부 지원 제도 중 조세 지원, 자금 지원, 금융 지원, 인력 지원, 기술 지원, 인증 지원, 구매 지원 등 7개의 지원 제도이다.

수집된 데이터의 기술적 통계량은 표 1과 같다.

## 4. 분석결과

### 4.1 Tobit Regression

본 연구에서는 정부가 기업의 혁신활동 촉진을 위해 운영하고 있는 7가지 지원 정책으로 나누어 분석하였다.

1. 조세 지원 : 인력 및 산업 기술 개발 과 연구에 관련하여 세액을 공제해 주거나 감면
2. 자금 지원 : 보조금을 지원하거나 국가의 연구 개발 사업에 참여
3. 금융 지원 : 투자 및 융자, 보증이나 기술금융 지원, 보증을 연계한 기술평가나 연구개발 보증
4. 인력 지원 : 채용이나 고용을 추천, 파견, 양성, 초빙하거나 기술인력지원센터 등을 통한 인력지원
5. 기술 지원 : 기술을 사업화하거나 기술이전, 특허에 대한 전략 및 인프라를 구축하거나 기구축된 인프라를 활용
6. 인증 지원 : 기업인증이나 기술제품인증, 시상과 관련된 인증 지원
7. 구매 지원 : 우선 구매 추천이나 우수 제품으로 지정

STEPI의 한국기업혁신조사에 따르면 각 기업들은 각 정부 지원 항목별로 중요도가 높은 경우는 1로 응답하고, 보통인 경

우는 2, 낮은 경우는 3, 활용을 하지 않거나 중요하지 않은 경우 4로 응답하였다. 이를 독립변수로 두고, 투입지향 BCC모형으로 구한 각 물류기업의 효율성 값을 종속변수로 하는 토빗회귀분석을 실시하였으며, 그 결과는 위 표 2와 같다. DEA를 이용하여 도출한 종속변수 값과 독립변수들 간의 상관 계수를 각각 Appendix A, B에 정리하였다.

분석 결과 .05의 유의수준 하에서 조세 지원과 금융 지원이 효율성에 유의한 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 이 때, 조세 지원의 경우 조세 지원이 필요하지 않다고 응답한 물류 기업일수록 효율적인 것으로 나타났으며, 자금 지원의 경우는 이와 반대로 자금지원이 필요하지 않다고 응답한 물류 기업일수록 효율성에 음(-)의 영향을 보이는 것으로 나타났다.

### 4.2 Kruskal-Wallis one-way ANOVA

토빗 회귀 분석으로 밝힌 결과에 따라, 조세 지원과 금융 지원이 효율성에 유의한 영향을 끼치며, 이 중 조세 지원의 중요도가 높다고 응답할수록 효율성은 떨어지고, 금융 지원의 중요도가 높다고 응답할수록 효율성이 증가하는 결과를 자세히 분석하기 위하여 Kruskal-Wallis one-way ANOVA를 활용하여 응답 그룹별로 분석하여 각 응답별 효율성 분포를 비교하였다.

먼저 조세 지원의 중요한 정도를 응답한 값에 따라 그룹 1은 조세지원의 중요도가 높은 그룹, 그룹 2는 보통, 그룹 3은 중요도가 낮은 그룹, 마지막으로 그룹 4는 조세 지원을 활용하지 않거나 중요하지 않은 그룹으로 분류하였다. 이에 따라 각 그룹별 쌍대 비교를 한 결과 값은 표 3과 같다.

분석 결과 중요도가 높은 그룹과 보통인 그룹인 그룹 1과 2

Table 2. Tobit regression results

Government Support	Coefficient	Std. Error	z-Value	Sig.
Tax Support	.197	.095	2.065	.039**
Funds Support	.142	.116	1.225	.220
Financial Support	-.293	.129	-2.272	.023**
Manpower Support	.009	.158	.054	.957
Technical Support	.023	.161	.145	.884
Certification Support	.044	.127	.351	.726
Purchase Support	-.224	.170	-1.319	.187

\*\* p<.05



Table 3. Pairwise comparison test results of tax support

Group	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig. Test Statistic
G1-G2	-35.029	8.439	-4.151	.000***
G1-G3	-14.179	7.818	-1.814	.418
G1-G4	-12.958	7.473	-1.734	.498
G2-G3	20.850	9.535	2.187	.173
G2-G4	22.071	9.254	2.385	.102
G3-G4	1.221	8.691	.140	1.000

\*\*\*  $p < .01$ 

사이의 차이만 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이는 아래 그림 1의 Box Plot에서도 나타난다. 이를 살펴보면 조세 지원의 중요도가 높은 그룹의 효율성이 압도적으로 낮고, 조세 지원의 중요성 정도가 보통인 그룹이 효율성이 평균적으로 높은 것을 살펴볼 수 있다.

다음으로 금융 지원의 중요한 정도 역시 응답한 값에 따라 네 그룹으로 분류하고 이를 표 4와 같이 쌍대비교를 실시하였다. 비교 결과, 가장 중요하지 않거나 활용하지 않았다고 응답한 물류 기업의 그룹인 그룹 4와 보통이라고 응답한 그룹 2의 효율성 분포만 유의한 차이를 보였다.

그룹 4와 2의 차이를 확연히 보기 위해 그림 2의 Box Plot으로 나타내었다. 분석결과 보통이라고 응답한 그룹 2의 효율성 평균이 가장 높았고, 활용하지 않는 기업의 효율성이 가장 낮았다.

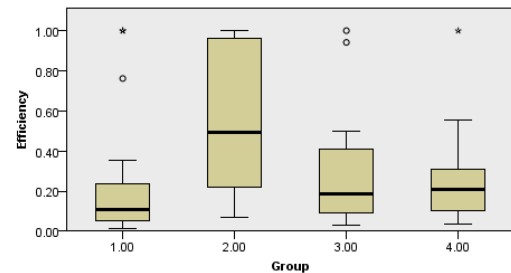


Fig. 1. Box plot of efficiency by groups on tax support

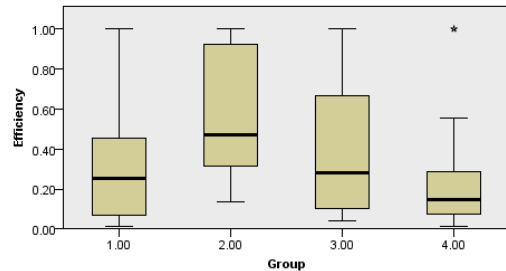


Fig. 2. Box plot of efficiency by groups on financial support

Table 4. Pairwise comparison test results of financial support

Group	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig. Test Statistic
G1-G2	-26.443	10.232	-2.584	.059
G1-G3	-5.227	11.981	-.436	1.000
G1-G4	7.848	7.514	1.044	1.000
G2-G3	21.216	12.774	1.661	.580
G2-G4	34.292	8.723	3.931	.001***
G3-G4	13.075	10.721	1.220	1.000

\*\*\*  $p < .01$

## 5. 결론 및 향후 연구방향

### 5.1 연구결과 요약 및 시사점

본 연구에서는 물류 기업의 혁신 효율성을 분석하고, 정부의 조세, 자금, 금융, 인력, 기술, 인증, 구매 지원이 물류 기업의 혁신 효율성에 어떠한 영향을 미치는지를 계량적으로 분석하였다. 이를 위해 STEPI에서 조사한 2018 KIS 데이터를 바탕으로 혁신 비용과 혁신 인력을 투입물로 하고, 매출액의 실응답값을 산출물로 하는 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터를 규모수익가변을 가정하는 투입지향 BCC 모형으로 분석하였으며, 분석된 혁신 효율성 값을 활용하여 Tobit 회귀분석과 Kruskal-Wallis one-way ANOVA를 시행하여 정부 지원에 대한 중요도가 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다.

분석 결과, 조세 지원과 금융 지원만이 .05의 유의 수준 하에서 통계적으로 혁신 효율성에 유의한 영향을 끼치는 것으로 나타났으며, 나머지 지원은 유의미한 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다. 또한, 조세 지원과 금융 지원에 대해서도 심층적으로 효율성 분포를 비교해 본 결과, 해당 지원에의 중요도가 높아 지원에 대한 의존도가 너무 높거나 낮은 경우, 평균적으로 낮은 혁신 효율성을 보였다. 특히 금융 지원과 조세 지원 모두 중요도가 보통이라고 응답한 물류 기업들의 혁신 효율성 값이 다른 물류 기업들에 비해 유의미하게 높았다.

이러한 결과를 통해 본 연구는 다음과 같은 의의를 지닌다.

첫째, 본 연구에서는 정부 지원 제도를 활용한 물류 기업의 혁신 효율성에 일곱 가지의 지원 유형이 유의미한 영향을 끼치는지를 분석하였다. 분석 결과 조세 지원과 금융 지원 등, 실질적인 금액을 지원해주는 형태의 지원만이 유의미한 영향을 끼치는 것으로 분석되었으며, 이 외에 간접적인 자금 지원, 인력이나 기술을 지원하는 정책이나 인증, 구매 지원 등의 정책은 효과성을 보이지 못하는 것으로 분석되었다.

국토교통부에서 발표한 '넷물류정책 업무 편람'에는 신사업 진출 및 창업 시 세제 및 금융 혜택을 주거나 선박 금융에 집중된 해양금융지원을 일반물류분야로 확대하는 등의 금융 관련 지원 정책이 일부 포함되어 있다. 그러나 대부분의 정책들은 자금, 인력, 기술, 인증 분야에 해당하는 것을 볼 수 있다(우수물류기업 인증제도, 제3자물류 컨설팅 지원, 공동물류 지원사업, 국제물류추진사업 지원, 친환경 물류 기업 지원, 물류 에너지 목표 관리제 지원, 물류전문인력양성사업, 물류 시설 확충, 물류표준화 및 정보화 등). 하지만 본 연구 결과에 따르면 혁신 효율성의 관점에서 볼 때, 정책이 의도한 방향과 그

결과가 매우 상이한 것을 확인할 수 있으며, 이는 향후 물류 기업을 위한 지원 정책을 수립할 때 효율성을 제고할 수 있는 방안을 함께 고려해야할 필요가 있다고 할 수 있다.

둘째, 본 연구에서는 물류 기업들의 혁신을 위한 방향성을 제시하고 있다. 앞선 분석에서 유의한 것으로 밝혀진 정부의 조세 지원이나 금융 지원 측면에서 지나치게 정부의 지원에 대한 의존도가 높거나 낮은 기업은 모두 낮은 혁신 효율성 분포를 보였다. 지원에의 지나친 의존도나 경시는 혁신 효율성에 좋지 않은 영향을 미친다고 볼 수 있으며, 정부에서는 물류 산업을 발전시키기 위한 정책을 수립하되, 정책적 지원을 디딤돌로 삼아 기업들이 자생할 수 있는 환경을 구축하고 그렇게 내실을 다진 기업을 위한 새로운 정책을 모색하는 선순환 고리가 만들어 질 수 있도록 해야 할 것이다.

마지막으로 본 연구에서는 물류 기업의 혁신 효율성을 분석함으로써, 드물게 진행된 국내 물류 기업의 혁신 효율성을 분석하는 데 기반 연구로서의 가치가 있다. 이를 활용하여 정부가 물류 기업에 대한 정책이나 지원 제도를 정비할 때 기초 자료로써 활용될 수 있을 것을 기대한다. 특히 2000년대 초반 물류 산업의 육성을 위해 도입했던 우수물류기업 인증제도를 개선하고 발전시켜 나가는 데에 있어 본 연구가 좋은 시사점을 제시할 수 있을 것이라 생각한다.

### 5.2 연구의 한계 및 향후 연구방향

위와 같은 본 연구의 의의에도 불구하고, 본 연구에서는 지원 정책의 직접적인 효과는 평가하지 못하였다. 이러한 본 연구의 한계는 본 연구에서 활용한 자료의 한계에 기인한 것이며, 해당 설문조사가 각 물류 기업의 지원 제도에 대한 중요도 평가 정도에 따라 이루어졌기 때문이다. 이에 후속 연구에서는 각 물류 기업이 실제로 어떤 지원 제도에서 어느 정도의 도움이 되어 매출액에 얼마나 기여했는지에 대한 자료를 수집하여 보다 더 계량화된 자료로 분석할 필요가 있다.

더불어 본 연구에서는 물류 기업의 규모나 시간의 흐름에 따른 혁신 효율성의 변화를 살펴보기 못했다는 한계가 존재한다. 실제로 지원 제도의 경우, 기업의 규모에 따라 지원 형태와 영향력이 달라질 수 있고 단기적 성과와 중장기적 성과에도 차이가 있을 수 있다. 이에 따라, 후속 연구에서는 기업의 규모와 시계열 자료를 활용하여 물류 기업의 효율성 변화를 분석한다면 더욱 의미 있는 연구가 될 수 있을 것이다.

## Appendix A. Data envelopment analysis results

DMU	VRS	RTS	DMU	VRS	RTS
1	1.0000	IRS	50	0.1049	IRS
2	0.7614	IRS	51	0.1068	IRS
3	0.3529	IRS	52	0.3958	IRS
4	0.6333	IRS	53	0.2852	IRS
5	0.5010	IRS	54	0.0325	IRS
6	0.3333	IRS	55	0.0700	IRS
7	0.5000	IRS	56	0.9254	IRS
8	0.1843	IRS	57	0.3169	IRS
9	1.0000	IRS	58	0.6000	IRS
10	0.5758	IRS	59	1.0000	CRS
11	0.2000	IRS	60	0.4709	IRS
12	0.4088	IRS	61	0.3895	IRS
13	0.3093	IRS	62	0.1036	IRS
14	0.0681	IRS	63	0.0618	IRS
15	0.0801	IRS	64	0.1811	IRS
16	0.2257	IRS	65	0.0387	IRS
17	0.1105	IRS	66	0.0154	IRS
18	0.1189	IRS	67	0.0391	IRS
19	0.3005	IRS	68	0.1002	IRS
20	0.9414	IRS	69	0.0677	IRS
21	0.2279	IRS	70	0.1792	DRS
22	0.2253	IRS	71	0.2936	DRS
23	0.2846	IRS	72	0.0371	IRS
24	0.0896	IRS	73	0.0713	IRS
25	0.5286	DRS	74	0.1666	IRS
26	0.2262	IRS	75	0.1107	IRS
27	0.3975	IRS	76	0.0420	IRS
28	0.1508	IRS	77	0.0447	IRS
29	0.0766	IRS	78	0.0454	IRS
30	0.5518	IRS	79	0.4153	IRS
31	0.4034	IRS	80	0.0388	DRS
32	0.3116	IRS	81	1.0000	DRS
33	0.0568	IRS	82	0.3827	DRS
34	0.0854	IRS	83	0.2870	DRS
35	0.1353	IRS	84	0.2147	DRS
36	0.0968	IRS	85	0.0309	DRS
37	0.0837	IRS	86	0.0111	IRS
38	0.1330	IRS	87	0.1356	DRS
39	0.1445	IRS	88	0.0183	IRS
40	0.0707	IRS	89	0.0178	IRS
41	0.1328	IRS	90	0.3103	IRS
42	0.0642	IRS	91	1.0000	CRS
43	0.1536	IRS	92	0.1301	IRS
44	0.1755	IRS	93	0.1880	IRS
45	0.2186	IRS	94	1.0000	DRS
46	1.0000	IRS	95	0.2716	DRS
47	0.1724	IRS	96	0.2562	IRS
48	0.0516	IRS	97	0.2511	DRS
49	0.2056	IRS	98	1.0000	DRS

Appendix B. 정책 지원 변수(독립변수)간 상관 계수

	조세	자금	금융	인력	기술	인증	구매
조세	1						
자금	0.31	1					
금융	0.17	0.49	1				
인력	0.02	0.45	0.58	1			
기술	0.11	0.49	0.62	0.66	1		
인증	-0.03	0.32	0.52	0.59	0.69	1	
구매	0.13	0.38	0.50	0.72	0.69	0.59	1

## REFERENCES

- [1] Baek, C. W., and M. S. Noh. "A Study on the contribution of firms' open innovation strategies to R&D efficiency." *Productivity Review* 27.4 (2013): 303-19.
- [2] Cho, Y. Y. and Park, B. I.(2010), "Factor Importance on the Logistics Policies of the Gwangyang-bay Area by Policy Hierarchy Levels: An AHP Approach", *Korean Journal of Logistics*, Vol. 18(2), pp. 127-139.
- [3] Cruz-Cázares, C., Bayona-Sáez, C. and García-Marco, T.(2013), "You can't manage right what you can't measure well: Technological innovation efficiency". *Research Policy*, Vol. 42(6-7), pp. 1239-1250.
- [4] Guan, J. and Chen, K.(2010), "Measuring the innovation production process: A cross-region empirical study of China's high-tech innovations". *Technovation*, Vol. 30(5-6), pp. 348-358.
- [5] Guan, J. and Chen, K.(2012), "Modeling the relative efficiency of national innovation systems". *Research policy*, Vol. 41(1), pp. 102-115.
- [6] Guan, J. C., Yam, R. C., Mok, C. K. and Ma, N.(2006), "A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models". *European Journal of Operational Research*, Vol. 170(3), pp. 971-986.
- [7] Ha, K. R.(2012), "Management Efficiency Analysis of Korean Logistics Firms based on the Data Envelopment Analysis(DEA)", *Journal of YEUNGSANG*, Vol. 49(2), pp. 50-62.
- [8] Ha, K. R. and Choi, S. B.(2011), "A Study on the Analysis of Technical Innovation Activities and Management Efficiency of Petrochemical Enterprises", *Journal of Korean Association of Industrial Business Administration*, pp. 154-175.
- [9] Han, S. Y., Lee, J. M. and Seo, S. B.(2007), "A Study on the Development of Performance Management Scheme in the National Logistics Policy - Using Balanced Scorecard and Analytic Hierarchy Process -", *Korean Logistics Review*, Vol. 17(4), pp. 5-27.
- [10] Ho, L. H., and Chang, P. Y. (2015), "INNOVATION CAPABILITIES, SERVICE CAPABILITIES AND CORPORATE PERFORMANCE IN LOGISTICS SERVICES", *International Journal of Organizational Innovation*, 7(3).
- [11] Hollanders, H. J. G. M. and Celikel-Esser, F.(2007), Measuring innovation efficiency. (2007 European Innovation Scoreboard). Brussels: European Commission.
- [12] Jang, H. H.(2005), "A Study on the Development Device of Innovation Cluster and Investment to Free Economic Zone of Gwangyang Bay", *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 21(1), pp. 11-132.
- [13] Jenssen, J. I., & T. Randøy.(2002), "Factors that Promote Innovation in Shipping", *Maritime Policy & Management*, 29(2), pp.119-133.
- [14] Jenssen, J. I., & T. Randøy.(2006), "The Performance Effect of Innovation in Shipping Companies", *Maritime Policy & Management*,33(4), pp.327-343.
- [15] Jeong, S. J. and Seo, S. B.(2006), "A Study on the Development of Decision Support System supporting the National Logistics Policy", *Korean Logistics Review*, Vol. 16(2), pp. 85-110.
- [16] Jo, Y. E., Kim, W. K., Nam, J. G. and Oh, J. B.(2005), A Study on the Efficiency Improvement of R and D Investment for Enhancing Innovation Capacity (ISBN 89-5992-022-3), Korea Institute for Industrial Economics and Trade.
- [17] Jo, Y. H.(2015), "Effects of Innovation Types and Competitive Strategy of Logistics Firms on Business Performance", *Journal of Korean Research Society for Customs*, Vol. 16(1), pp. 249-269.
- [18] Jo, Y. H.(2018), "An Empirical Study on the Effect of Logistics Firm's Innovation Activities on Business Performance", *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 34(3), pp. 75-91.
- [19] Kang, S. P.(2010), "A Study on the Development of Performance Indicators for National Logistics Policy", *"Korean Logistics Review"*, Vol. 18(2), pp. 127-139.
- [20] Kang, Y. M.(2017), "A Study on the Fourth Industrial Revolution and Logistics Education", *Korea Logistics Review*, Vol. 27(2), pp. 1-8.
- [21] Kim, C. G., Lee, S. K. and Ha, H. G.(2010), A Study on the Efficiency Analysis and Competitiveness of the



- Logistics Industry (ISBN 978-89-5992-337-3), Korea Institute for Industrial Economics and Trade, p. 578.
- [22] Kim, J. Y.(2016), “A Study on the Impact of Innovation Capabilities on the Business Performance of International Logistics Companies”, Doctoral dissertation, Korea Maritime and Ocean University, Korea.
- [23] Kim, S. H.(2013), “A Study on the Efficiency Analysis of Certified Integrated-Logistics Company Using DEA Model”, *Journal of International Trade and Commerce*, Vol. 9(1), pp. 101-131.
- [24] Kim, Y. J., Seo, S. B. and Ha, H. G.(2006), “A Strategy to Stimulate the Integrated Logistics Companies based on the Structural Analysis of Korean Logistics Industry”, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 22(1), pp. 61-86.
- [25] Kwak, S. H. and Choi, S. B.(2009), “Determinants of innovation in service industry: Resource based and industrial organization perspectives”, *Journal of Service Management Society*, Vol. 10(2), pp. 1-25.
- [26] Lee, J. S. and Lim, S. W.(2009), “A Framework for Success of Port Logistics Clusters: Adopting RFID”, *The Journal of Business and Economics*, Vol. 25(4), pp. 145-176.
- [27] Lee, S. H. and Jeon, J. W.(2016), “An Empirical Study on the Logistics Service Performance by Innovation Patterns”, *Journal of the Korea Academia Industrial*, Vol. 17(2), pp. 402-415.
- [28] Lee, Y. W. and Kang, W. J.(2007), “A Study on Promoting Power of Port-Logistics Industry through Regional Innovation System -The Focus of Busan Area-”, *Korea Academy of International Commerce*, Vol. 22(4), pp. 87-106.
- [29] Liu, Z., Chen, X., Chu, J., and Zhu, Q.(2018), “Industrial development environment and innovation efficiency of high-tech industry: analysis based on the framework of innovation systems”, *Technology Analysis and Strategic Management*, Vol. 30(4), pp. 434-446.
- [30] Min, H. G., Kim, T. H. and Hwang, S. J.(2012), “Open Innovation RandD Efficiency Evaluation by Integrated AHP-DEA”, *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, Vol. 35(4), pp. 149-161.
- [31] Moon, B. H.(2011), “Benchmarking Analysis of Service Companies by Innovation Efficiency Analysis”, Masters dissertation, Sungkyunkwan University, Korea.
- [32] Ok, S. J. and Kim, J. H.(2000), “A Reference to the Efficiency of Logistic Standardization Policy”, *Korean Logistics Review*, Vol. 10(1), pp. 177-196.
- [33] Park, H. G.(2010), “The Data Envelopment Analysis of Global Logistics provider”, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 26(2), pp. 19-35.
- [34] Park, M. S. and Ahn, Y. H.(2003), “Using DEA-AR to Measure the Efficiency of Motor Carriers in Korea”, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 3(2), pp. 61-68.
- [35] Park, N. K.(2010), “A Brief Efficiency Measurement Way for the Korean Container Terminals Using Stochastic Frontier Analysis”, *Journal of Korea Port Economic Association*. Vol. 26(4), pp. 63-87.
- [36] Poulis, E., Poulis, K., and Dooley, L. (2013), “‘Information communication technology’innovation in a non-high technology sector: achieving competitive advantage in the shipping industry”, *The Service Industries Journal*, 33(6), pp. 594-608.
- [37] Ryu, S. W. and Kim, S. Y.(2010), “A Study on the Influence of the Choice of Policy Tools on the Innovation of Small and Medium Firm”, *Korean Policy Sciences Review*, Vol. 13(2), pp. 65-90.
- [38] Seo, H. J.(2013), “Application of Efficiency Measurement Techniques to the Public Sector: A Case Study of Korea’s Small and Medium Business Credit Guarantee Agency”, *Korean Public Management Review*, Vol. 27(1), pp. 141-167.
- [39] Shin, J. H., Yang, H. S. and Kim, C. H.(2018), “The Effect of Sustainability as Innovation Objectives on Innovation Performance in the Service Industry”, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, Vol. 18(2), pp. 1-8.
- [40] Shin, J., Kim, C. and Yang, H.(2018), “The Effect of Sustainability as Innovation Objectives on Innovation Efficiency”. *Sustainability*, Vol. 10(6), pp. 1966.
- [41] Shin, K. S.(2013), “A Research on Logistics Service Innovation to Revitalizing the Used Car Export Industry through Incheon Port”, *Korean Journal of Logistics*, Vol. 21(2), pp. 1-16.

- [42] Wang, Q., Hang, Y., Sun, L. and Zhao, Z.(2016), “Two-stage innovation efficiency of new energy enterprises in China: A non-radial DEA approach”. *Technological forecasting and social change*, Vol. 112, pp. 254-261.
- [43] Woo, Y. S.(2004), “Critical Review of the Current National Logistics Policy - focused on developing process and contents of 「National Logistics System Improvement Scheme」 -, *Korea Logistics Review*, Vol. 14(3), pp. 35-59.
- [44] Yang, C. C., Marlow, P. B., and Lu, C. S. (2009), “Assessing resources, logistics service capabilities, innovation capabilities and the performance of container shipping services in Taiwan”, *International Journal of Production Economics*, 122(1), pp. 4-20.
- [45] Yang, C. C. (2012), “Assessing the moderating effect of innovation capability on the relationship between logistics service capability and firm performance for ocean freight forwarders”, *International Journal of Logistics Research and Applications*, 15(1), pp. 53-69.
- [46] Yoo, K. R.(2015), “Evaluating the Productivity, Efficiency and Technical Innovation of Local Public Enterprises Using the Luenberger Productivity Indicator: With Focus on Public Urban Rail Transit Corporations”, *Korean Policy Studies Review*, Vol. 24(4), pp. 543-585.
- [47] Zhong, W., Yuan, W., Li, S. X. and Huang, Z.(2011), “The performance evaluation of regional Rand investments in China: An application of DEA based on the first official China economic census data”. *Omega*, Vol. 39(4), pp. 447-455.



강 희 재

학위: 서울대학교 경영학 박사  
 소속: 인천대학교 경영학부 박사 후 연구원  
 관심 분야: Supply chain management,  
 Operations management



김 영 준

소속: 인천대학교 경영학부 학사과정  
 관심 분야: Supply chain management,  
 Operations management



김 창 희

학위: 서울대학교 경영학 박사  
 소속: 인천대학교 경영대학 조교수  
 관심 분야: Supply Chain Management,  
 Service Operations  
 Management, Productivity  
 and Efficiency

## 제조와 배치배송이 결합된 일정계획을 위한 VNS 알고리즘의 탐색효율에 관한 연구<sup>\*</sup>

\*김병수 · 주철민<sup>\*\*†</sup>

<sup>\*</sup>인천대학교 산업경영공학과 · <sup>\*\*</sup>동서대학교 메카트로닉스융합공학부

### A study on search efficiency of VNS algorithm for compound scheduling of job manufacturing and batch delivery

Byung Soo Kim<sup>\*</sup> · Cheol Min Joo<sup>\*\*†</sup>

<sup>\*</sup>Department of Industrial & Management Engineering, Incheon National University

<sup>\*\*</sup>Division of Mechatronics Engineering, Dongseo University

A design of neighborhood operations is a key factor on the performance of variable neighborhood search (VNS) algorithms. The various neighborhood operations in VNS algorithms could increase the algorithm effectiveness, but decrease the efficiency. To compare the performance of VNS algorithms with several designs of neighborhood operations, we consider a compound scheduling problem. The compound scheduling problem is to determine a set of jobs to be scheduled on integrating two-echelon supply chain between a manufacturing plant and customers delivered. The problem simultaneously determines machine scheduling, batching, and truck delivery scheduling in which jobs ordered by multi-customers are first manufactured by one of identical parallel machines and then they are delivered to the corresponding customers by multiple trucks with a limited capacity. The objective function on this problem is to minimize the total tardiness of the jobs. We propose employing different designs of neighborhood operations, and compare the performance of the designs through randomly generated problem instance examples.

**Keyword :** Variable Neighborhood Search; Grouping of Neighborhood Operations; Scheduling; Total Tardiness; Meta-heuristic

---

이 논문은 2018학년도 동서대학교 학술연구지원에 의한 논문임.

† **Corresponding Author :** Division of Mechatronics Engineering, Dongseo University, 47, Jurye-ro, Sasang-gu, Busan, 47011, Korea,  
E-mail:cmjoo@dongseo.ac.kr

**Received :** 1 August 2019, **Revised :** 30 September 2019, **Accepted :** 24 October 2019

## 1. 서론

공급망 구성 고객들의 통합운영관리는 최근에 공급사슬관리에서 중요한 연구분야로 인식되고 있다. 기존에 공급망 구성 객체 각각의 지역 효율성 제고를 추구하는 연구는 많았지만, 공급망 전체의 구성 객체(하청업체, 제조공장, 분배센터 및 고객 등)들을 모두 포함하는 통합일정계획 문제는 최근에 연구자들로부터 관심을 받고 있다.

Chen(2010)은 단일기간의 생산 및 외부 배송의 통합일정계획에 관한 관련 논문들을 찾아 정리하였다. 논문들에 사용된 모델들은 기계와 배송 트럭에 관한 통합 일정계획이고 관련 목적함수는 시간기반, 비용기반, 그리고 이익기반의 세가지로 구분하였다. 그는 통합일정계획이 공급망 내의 WIP (Work In Process)을 적게 운영하게 되고 시간에 민감한 생산 환경에 적합하다고 제안하였다.

생산 및 배송의 통합일정계획은 현실에 많이 적용되는 두 가지의 생산체계환경을 대상으로 많이 연구되고 있다. 첫번째 생산환경은 단일 배치생산환경과 배송 통합일정계획에 관한 연구들이다. Fan, Lu, and Liu(2015)은 단일배치생산기계에서 만들어진 제품 배치가 단일 배송트럭을 이용하여 특정 단일 고객에 모두 배송되는 환경에서 최종제품의 배송시간을 최소화하는 문제를 고려하고 이를 휴리스틱을 통해 최적화 하였다. Cakici et al.(2013, 2014)는 단일배치생산기계에 만들어진 제품 배치가 배송 용량이 제약이 있는 단일 트럭을 이용하여 복수의 고객에게 배송되는 통합일정계획에 대해 연구하였다. Agnetis, Aloulou, and Fu(2014)는 배치 생산과 배치 배송의 협업에 관해 연구하였다. 중간완성제품들의 배치가 제3자 물류업체의 배송차량에 의해 중간제품생산공장들 사이를 배송하는 시스템을 고려하였다.

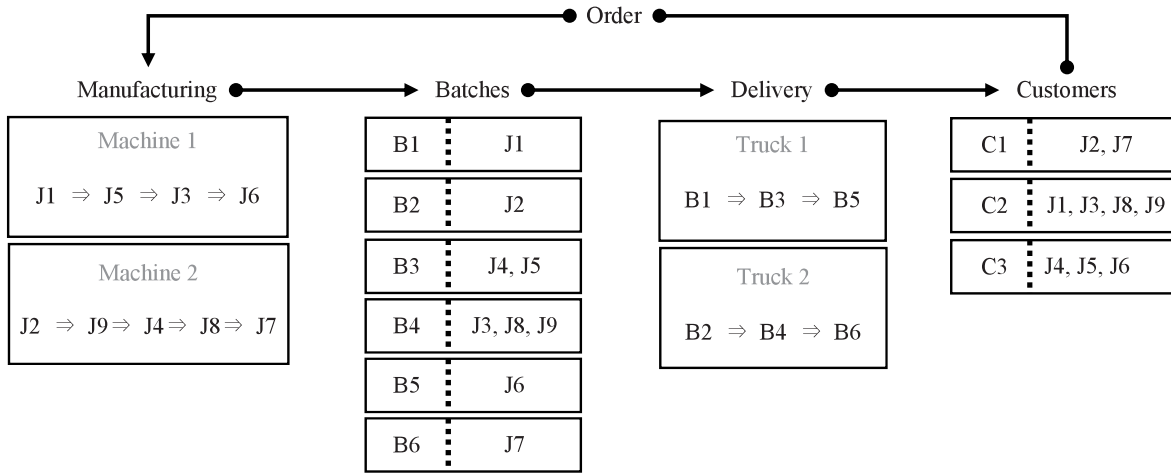
두번째 생산환경은 분산 혹은 병렬생산환경과 배송 통합일정계획에 관한 연구들이다. Li et al.(2008)는 주문생산(MTO: Make to Order) 환경에서 병렬조립생산시스템과 두 개의 이상의 목적지를 거치는 배송의 통합일정계획에 관한 연구를 수행하였다. 그들은 전체 통합 일정계획문제를 생산일정계획과 수송 문제의 두 가지 하위 문제로 분해 후 문제해결을 시도하였다. Chang, Li, and Chiang(2014)은 제품의 생산처리 속도가 상이한 이중의 병렬기계를 가진 생산시스템에서 생산 후, 중간 재고지점이 없이 바로 제품이 용량제약이 있는 배송 트럭에 의해 바로 배송되는 환경에서 최적 통합일정계획을 수립하였다. Li, Jia, and Leung(2015)는 용량 제약이 있는 병렬 배치생산기계에서 생산 후 3PL(Third Party Logistics) 배

송트럭에 의해 주문 배치를 취합하여 배송라우팅을 고려하여 다 목적지에 배송하게 되는 통합일정계획에 대해 연구하였다. 위의 두 연구로부터 생산 및 배송 통합일정계획의 대표적 생산 및 배송시스템 체계 모습을 알 수 있다. 한편, 프로세스 메커니즘 측면에서 다단계 생산일정계획 혹은 생산 및 조립 시스템의 일정계획은 2단계 공급망인 통합 생산 및 배송일정계획과 구조적으로 유사함을 가지게 된다. 2단계 흐름 생산 및 조립에 관한 통합일정계획에 관한 연구들이 몇 가지 연구에 의해 수행되었다 (Lee, Cheng, and Lin, 1993; Potts et al., 1995; Yokoyama, 2008; Seidgar et al., 2014; Allahverdi and Aydilek, 2015). 위의 통합일정계획에 관한 연구들은 최근까지 유전알고리즘과 같은 메타 휴리스틱 기법들에 의해 대부분 현실적인 문제들이 효율적으로 근사최적해를 구하였고 좋은 성능을 보이고 있다. (Tian et al., 2013; Ullrich, 2013; Hajiaghahi-Keshteli and Aminnayeri, 2014; Low et al., 2014; Joo and Kim, 2017, 2018).

공급사슬관리에서 납기일 준수가 공급망의 효율을 결정하는 주요 요소이나, 총 납기지연을 최소화하는 다단계 일정계획문제를 위한 효율적인 알고리즘을 제시한 연구는 찾을 수 없다. 본 논문에서는 모든 작업의 총 납기지연 최소화를 목적으로 제조일정계획, 배치 구성 및 트럭배송 일정계획을 동시에 결정하는 다단계 일정계획문제를 다루며, 이의 해결을 위해 제조 및 배치배송이 결합된 다단계 일정계획을 위한 VNS 알고리즘을 제안하고 제안된 VNS 알고리즘의 효율을 극대화하기 위한 방안들을 제시한다. VNS 알고리즘은 정의된 규칙에 의해 이웃해를 생성하고 지역해 탐색절차를 적용하여 향상된 해를 찾아가는 알고리즘으로 적용된 지역탐색절차와 이웃해 생성 규칙에 따라 그 성능이 좌우된다. 적용할 이웃해 생성 규칙이 다양해질수록 알고리즘의 성능이 향상되나 해를 탐색하는 시간은 증가할 것이다. 본 논문에서는 VNS 알고리즘에 적용할 다수의 이웃해 탐색구조를 제시하고, 각 이웃해 탐색구조의 성능을 평가하여 적정수준의 이웃해 탐색구조를 고찰하고자 한다.

## 2. 문제 정의

본 논문에서는 다수의 고객으로 구성된 고객집단(C)으로부터 주문 받은 작업(J)들의 제조 및 배치배송이 결합된 다단계 일정계획문제를 다룬다. 주문된 작업들은 고유의 중량, 처리 시간과 납기시간을 가지며 다수의 병렬기계 중 하나의 기계에



〈Fig. 1〉 Compound Scheduling and Information Flow Integrating Two-echelon Supply Chain Between a Manufacturing Plant and Customer

서 순차적으로 처리된다. 완성된 작업들은 주문 고객별 배치로 구성되어 배송 트럭 중 하나의 트럭에 적재되어 순차적으로 배송된다. 병렬기계와 배송 트럭의 수는 정해져 있으며, 기계의 성능과 트럭의 속력 등은 모두 동일하다고 가정한다. 또한 모든 트럭은 동일한 적재가능 허용중량을 가지며, 배송이 끝난 즉시 제조공장으로 되돌아와 다음 배송이 가능하다고 가정한다. 주어진 다단계 일정계획문제는 모든 작업의 총 납기 지연을 최소화를 목적으로 제조일정계획, 배치 구성 및 트럭 배송 일정계획을 동시에 결정하는 것이다.

〈Fig. 1〉은 세명의 고객 C1, C2, C3로부터 총 9개의 작업이 주문되어 이를 제조, 배치형성 및 배송하는 일련의 다단계 일정계획 흐름을 예시한 것이다. 주문 받은 작업들은 우선 두 대의 병렬기계와 있는 제조공장에서 J1, J5, J3, J6와 J2, J9, J4, J8, J7의 두 그룹으로 나뉘어 순차적으로 처리된다. 처리 완료된 작업들은 완료순서와 트럭의 허용중량을 고려하여 그림과 같이 주문고객별로 총 6개의 배치로 구성된다. 구성된 배치들은 두 대의 트럭에 B1, B3, B5와 B2, B4, B6의 두 그룹으로 나뉘어 순차적으로 해당 고객에게 배송된다.

### 3. VNS 알고리즘

본 논문에서는 제조 및 배치배송이 결합된 다단계 일정계획을 위한 VNS 알고리즘을 제시한다. VNS 알고리즘은 기본적으로 현재해(incumbent solution)의 이웃해를 정의된 규칙에 의해 생성하고 이로부터 지역해 탐색절차를 반복함으로써

향상된 해를 찾아간다(Glover and Kochenberger, 2006). VNS 알고리즘은 적용된 지역탐색절차와 이웃해 생성 규칙에 따라 그 성능이 좌우된다.

VNS 알고리즘의 기본절차는 〈Fig. 2〉와 같이 임의로 생성된 초기해로 시작하여 주어진 종료조건(생성되는 이웃해의 최대수)에 도달할 때까지 shaking 과 moving 단계를 반복하는 것이다. Shaking 단계에서는 정의된 규칙에 따라 현재해로부터 임의로 생성된 이웃해로 지역해 탐색절차를 수행하고, moving 단계에서는 현재해와 탐색된 지역 최적해를 비교·개선한다.

```

Begin
  Find an initial solution set  $S^*$ .
  Let iteration index  $k \leftarrow 1$ .
  Define maximum neighborhood number.
  While ( $k \leq k_{max}$ )
    Shaking : find a random solution set  $S' \in N_k(S^*)$ .
    Perform a local search with to find a local optimum  $S'$ 
    Move or not :
      If  $f(S') \leq f(S^*)$  then
         $S^* \leftarrow S'$ .
         $k \leftarrow 1$ .
      Else
         $k \leftarrow k + 1$ 
      End If
    End While
  End
    
```

〈Fig. 2〉 Basic Procedure of VNS Algorithm



### 3.1. 이웃해 생성 규칙

제조 및 배치배송이 결합된 다단계 일정계획의 해는 <Fig. 1>의 예시와 같이 각 병렬 기계에서의 작업순서, 각 배치의 작업 그룹, 그리고 각 트럭의 배치 배송 순서로 표시된다. 이웃해는 주어진해의 일부가 수정된 실행가능 해를 의미하며, 본 논문에서는 다음과 같이 병렬기계 일정, 배치 구성, 트럭 일정에 각기 적용되는 총 9가지의 규칙을 정의하여 사용한다.

#### 3.1.1. 병렬기계일정 변경규칙

- **기계내 변경**: 한대의 기계와 해당 기계의 작업순서 내에서 작업 위치  $p$ 를 임의로 선택한다. 또 다른 작업 위치  $q$ 는 정의된  $gapJob$ 의 값에 따라 해당기계에 할당된 총 작업수내의 유효한 위치값을 찾기 위해 하한값인  $\max(0, p-gapJob)$ 와 상한값인  $\min(p+gapJob, \text{해당기계에 할당된 총 작업수})$  내에서 임의로 선택한다. 여기서,  $gapJob$ 은 선택될 작업위치간의 간격을 의미하며 미리 정해진 상대 간격비(predetermined relative interval ratio:  $preR(0 \leq preR \leq 1)$ )에 따라 '총작업수  $preR$ '로 정의된다.  $preR$  값이 적은 경우는 가까이 위치하고 있는 작업 위치  $p$ 와  $q$ 가,  $preR$  값이 큰 경우는 멀리 위치하고 있는 작업 위치  $p$ 와  $q$ 가 선택될수 있도록 한다. 따라서,  $preR$  값이 적을수록 현재해와 동질성이 많은 이웃해를, 커질수록 이질적인 이웃해를 탐색하게 된다.

**M1. 기계내 삽입**: 작업순서상  $p$  위치에 있는 작업을  $q$  위치에 삽입.

**M2. 기계내 교환**: 작업순서상  $p$  위치에 있는 작업과  $q$  위치에 있는 작업을 교환.

- **기계간 변경**: 기계  $m$ 과  $n$ 을 임의로 선택하고 각 기계의 작업순서 내에서 작업 위치  $p$ 와  $q$ 를 임의로 선택한다. 단, 기계  $n$ 에서의 작업위치  $q$ 의 범위는  $[\max(0, p-gapJob), \min(p+gapJob, \text{기계 } n \text{에 할당된 총 작업수})]$ 로 한정한다. 기계  $n$ 에 할당된 작업이 없는 경우 **기계간 교환**인 경우는 기계를 재 선택하고, **기계간 삽입**인 경우는 수식에 의해 기계  $n$ 의 작업순서상 0 위치가 선택된다.

**M3. 기계간 삽입**: 기계  $m$ 의 작업순서상  $p$  위치에 있는 작업을 기계  $n$ 의 작업순서상  $q$  위치로 이동.

**M4. 기계간 교환**: 기계  $m$ 의 작업순서상  $p$  위치 있는 작업과 기계  $n$ 의 작업순서상  $q$  위치에 있는 작업을 교환.

#### 3.1.2. 배치구성 변경규칙

- **B1. 배치간 교환**: 동일 고객에게 배송될 배치  $a$ 와  $b$ 를 임의로 선택하고, 트럭의 적재중량을 고려하여 배치  $a$ 에서 작업  $i$ 를 배치  $b$ 에서 작업  $j$ 를 임의 선택한 뒤 상호 교환.

#### 3.1.3. 트럭배송일정 변경규칙

- **트럭내 변경**: 한대의 트럭과 해당 트럭의 배송 배치순서 내에서 배치 위치  $r$ 를 임의로 선택한다. 또 다른 배치 위치  $s$ 를  $[\max(0, r-gapBatch), \min(r+gapBatch, \text{해당트럭에 할당된 총 배치수})]$  범위 내에서 임의로 선택한다. 여기서,  $gapBatch$ 는 선택될 배치위치간의 간격을 의미하며 미리 정해진 상대 간격비(predetermined relative interval

Table 1. All Combination Neighborhood Structure

순번	적용규칙	순번	적용규칙	순번	적용규칙	순번	적용규칙	순번	적용규칙
1	M1	11	M2, B1	21	M1, T4	31	M4, T2	41	M2, B1,T4
2	M2	12	M3, B1	22	M2, T1	32	M4, T3	42	M3, B1,T1
3	M3	13	M4, B1	23	M2, T2	33	M4, T4	43	M3, B1,T2
4	M4	14	B1, T1	24	M2, T3	34	M1, B1,T1	44	M3, B1,T3
5	B1	15	B1, T2	25	M2, T4	35	M1, B1,T2	45	M3, B1,T4
6	T1	16	B1, T3	26	M3, T1	36	M1, B1,T3	46	M4, B1,T1
7	T2	17	B1, T4	27	M3, T2	37	M1, B1,T4	47	M4, B1,T2
8	T3	18	M1, T1	28	M3, T3	38	M2, B1,T1	48	M4, B1,T3
9	T4	19	M1, T2	29	M3, T4	39	M2, B1,T2	49	M4, B1,T4
10	M1, B1	20	M1, T3	30	M4, T1	40	M2, B1,T3		

ratio:  $preR$  ( $0 \leq preR \leq 1$ )에 따라 '총배치수  $\times preR$ '로 정의된다.

**T1. 트럭내 삽입** : 배치순서상  $r$  위치에 있는 배치를  $s$  위치에 삽입.

**T2. 트럭내 교환** : 배치순서상  $r$  위치에 있는 배치와  $s$  위치에 있는 배치를 교환.

• **트럭간 변경**: 트럭  $k$ 와  $l$ 을 임의로 선택하고 각 트럭의 배치순서 내에서 배치 위치  $r$ 와  $s$ 를 임의로 선택한다. 단, 트럭  $l$ 에서의 배치위치  $s$ 의 범위는  $[max(0, r-gapBatch), min(r+gapBatch, 기계\ l\ 에\ 할당된\ 총\ 배치수)]$ 로 한정한다. 트럭  $l$ 에 할당된 배치가 없는 경우 **트럭간 교환**인 경우는 트럭을 재 선택하고, **트럭간 삽입**인 경우는 수식에 의해 트럭  $l$ 의 배치순서상 0 위치가 선택된다.

**T3. 트럭간 삽입** : 트럭  $k$ 의 배치순서상  $r$  위치에 있는 배치를 트럭  $l$ 의 배치순서상  $s$  위치로 이동.

**T4. 트럭간 교환** : 트럭  $k$ 의 배치순서상  $r$  위치에 있는 배치와 트럭  $l$ 의 배치순서상  $s$  위치에 있는 배치를 교환.

이에 따른 이웃해 탐색 구조는 <Table 1>과 같다.

전체조합의 이웃해 탐색구조는 <Table 1>과 같이 방법의 수가 너무 많아 VNS 알고리즘에 적용하기에 비효율적이다. 따라서, 본 논문에서는 <Table 2>와 <Table 3>과 같이 유사한 탐색규칙을 그룹화하여(그룹화된 규칙 중 하나를 임의 선택) 그 방법의 수를 줄인 부분그룹 이웃해 탐색구조와 전체그룹 이웃해 탐색구조를 추가로 고려하였다. 부분그룹 이웃해 탐색구조는 병렬기계일정 변경규칙을 두 그룹 M1, M2와 M3, M4로, 트럭배송일정 변경규칙을 두 그룹 T1, T2와 T3, T4로 그룹화하고, 그룹화된 이웃해 생성 규칙의 모든 조합을 검토한다. 전체그룹 이웃해 탐색구조는 병렬기계일정 변경규칙을 하나의 그룹 M1, M2, M3, M4로, 트럭배송일정 변경규칙을 하나의 그룹 T1, T2, T3, T4로 그룹화하고, 그룹화된 이웃해 생성 규칙의 모든 조합을 검토한다.

### 3.2. 지역해 탐색절차

제조 및 배치배송이 결합된 다단계 일정계획에서는 제조일정계획, 배치 구성 및 트럭배송 일정계획을 동시에 결정하여야 하므로 VNS 알고리즘의 각 단계마다 세가지 의사결정의 모든 이웃해 생성 규칙의 전체 조합을 모두 검토하여야 한다.

본 논문에서는 VNS 알고리즘의 지역해 탐색절차로 순차배열에 기초한 탐색방법(search method based on sequence arrays: SMSA)을 사용한다. 제조 및 배치배송이 결합된 다단계 일정계획문제에 SMSA를 적용하기 위해서는 제조일정계

Table 2. Half-grouped Neighborhood Structure

순번	적용규칙	순번	적용규칙	순번	적용규칙
1	M1, M2	7	M3, M4, B1	13	M3, M4, T3, T4
2	M3, M4	8	B1, T1, T2	14	M1, M2, B1, T1, T2
3	B1	9	B1, T3, T4	15	M1, M2, B1, T3, T4
4	T1, T2	10	M1, M2, T1, T2	16	M3, M4, B1, T1, T2
5	T3, T4	11	M1, M2, T3, T4	17	M3, M4, B1, T3, T4
6	M1, M2, B1	12	M3, M4, T1, T2		

Table 3. Full-grouped neighborhood structure

순번	적용규칙	순번	적용규칙
1	M1, M2, M3, M4	4	M1, M2, M3, M4, B1
2	B1	5	B1, T1, T2, T3, T4
3	T1, T2, T3, T4	6	M1, M2, M3, M4, T1, T2, T3, T4
		7	M1, M2, M3, M4, B1, T1, T2, T3, T4

획, 배치 구성 및 트럭배송 일정계획을 각각 표현하는 세가지 일차원 순차배열이 사용된다(Joo and Kim 2016). 따라서 암호화된 이들 순차배열에 해당하는 제조 및 배치배송이 결합된 다단계 일정계획문제의 해(제조일정계획, 배치 구성 및 트럭 배송 일정계획)를 도출하는 절차가 필요하고, 반대로 주어진 다단계 일정계획문제의 해를 세가지 일차원 순차배열로 암호화 하는 절차도 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 각각의 순차배열을 작업기계 할당 규칙, 배치 구성 규칙 및 배송트럭 할당 규칙을 적용하기 위한 작업 및 배치의 순번으로 간주하고, 다음과 같은 작업기계 할당 규칙, 배치 구성 규칙 및 배송트럭 할당 규칙을 적용하였다. 이에 따른 순차배열과 해당하는 해로의 상호 변환은 <Fig. 4>의 예시와 같이 수행된다.

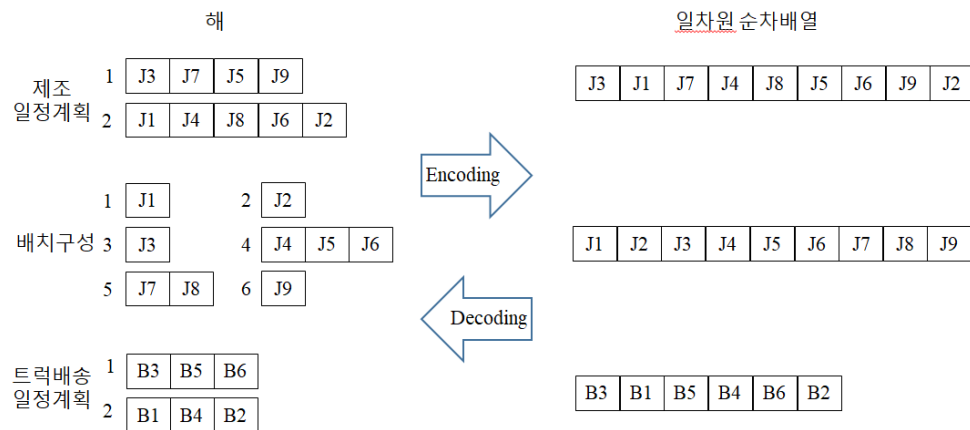
- **작업기계 할당 규칙:** 각 기계 별로 현재까지의 작업순서 마지막에 선택된 작업의 할당을 가정하여 총 작업완료시간을 임의로 산출한다. 산출된 임의 작업완료시간중 가장 빠른 시간을 갖는 기계의 작업순서 마지막에 선택된 작업을 할당한다.

- **배치 구성 규칙:** 현재까지 구성된 배치를 대상으로 순차적으로 배송고객 및 트럭 적재증량등의 제약을 고려하여 제약조건이 모두 충족되는 첫 번째 배치에 선택된 작업을 할당한다. 만약 제약조건이 모두 충족되는 배치가 없으면 새로운 배치를 형성하고 이 배치에 선택된 작업을 할당한다.

- **배송트럭 할당 규칙:** 각 트럭 별로 현재까지의 배송 배치 순서 마지막에 선택된 배치의 할당을 가정하여 총 배송완료시간을 임의로 산출한다. 산출된 임의 배송완료시간중 가장 빠른 시간을 갖는 트럭의 배치순서 마지막에 선택된 배치를 할당한다.

SMSA에 기초한 지역해 탐색절차는 제조일정, 배치구성, 트럭일정을 위한 순차배열들을 단독 또는 복합적으로 수정해 가며 해를 탐색한다. 본 논문에서는 <Table 4>와 같이 각 순차배열을 수정대상으로 선택하는지에 따라 7가지 경우로 분류하고 이들 경우 중 하나를 임의로 선택하여 적용하도록 하였다.

각 순차배열을 수정하는 절차로는 다음과 같은 세가지 수



<Fig. 3> Encoding and Decoding Process between Sequential Array and Solution

Table 4. Modification Cases

경우	수정 대상			경우	수정 대상		
	제조일정 순차배열	배치구성 순차배열	트럭일정 순차배열		제조일정 순차배열	배치구성 순차배열	트럭일정 순차배열
1	O	X	X	4	O	O	X
2	X	O	X	5	X	O	O
3	X	X	O	6	O	X	O
				7	O	O	O

행절차를 사용한다. 각 수행절차를 위해 주어진 순차배열에서 두 포인트(선 포인트와 후 포인트)를 우선 임의로 선택한다.

- 이동 절차 (Pull operator): 순차배열의 후 포인트의 우측에 있는 모든 숫자를 전 포인트 위치 뒤로 이동.
- 교환 절차 (Swap operator): 순차배열의 전 포인트와 후 포인트의 숫자를 교환.
- 삽입 절차 (Insert operator): 순차배열의 후 포인트에 있는 숫자를 전 포인트 위치로 이동.

본 논문에서 제시하는 SMSA에 기초한 지역해 탐색절차를 정리하면 (Fig. 4)와 같다.

#### 4. 실험

3.1절에서 제시한 세가지 이웃해 탐색 구조에 따른 VNS 알

고리즘의 성능을 비교·평가하기 위해 다음과 같은 세가지 알고리즘에 대한 실험을 수행하였다.

- 전체조합 이웃해 탐색구조를 적용한 VNS 알고리즘 (VNS\_N)
- 부분그룹 이웃해 탐색구조를 적용한 VNS 알고리즘 (VNS\_H)
- 전체그룹 이웃해 탐색구조를 적용한 VNS 알고리즘 (VNS\_G)

성능검증을 위한 모든 다단계 일정계획문제는 복잡도에 주로 영향을 미치는 작업의 수( $J$ ), 병렬 기계의 수, 배송 트럭의 수, 고객의 수, 그리고 배송지연 요소(tardiness factor:)에 따라 다양하게 생성하였다. 배송지연 요소( $0 \leq \delta \leq 1$ )는 각 작업의 납기일을 생성하는 기준으로,  $\delta$ 의 값이 커질수록 작업들의 납기일이 크게 분산되어 생성되도록 하였다. 본 절의 실험에서는  $\delta$ 의 값으로 0.1, 0.3, 0.5를 사용하고 각  $\delta$ 의 값마다 작업의 수를 20, 40, 60개로 고정하여, 각 조합마다 8개씩 총 72개의 문제를 생성하였다. 병렬 기계의 수, 배송 트럭의 수,

```

Begin
Define termination count  $t_{max}$ .
Define maximum number of cases  $C_{max} \leftarrow 7$ .
Let the initial case selection probability  $P_c \leftarrow 1/C_{max}$ .
Find an initial sequence arrays encoded from the solution set S.
Let current local optimum  $S' \leftarrow S$ .
Let iteration index  $t \leftarrow 1$ .
While ( $t \leq t_{max}$ )
  Modification of Sequence Arrays:
    Find a random number  $r \leftarrow uniform(0,1)$ .
    Let the case index  $c \leftarrow 1$ .
    While ( $c \leq C_{max}$ )
      If  $r \leq \sum_{j=1}^c P_j$  then
        Selecting case  $cs \leftarrow c$ .
        Break
      End If
    End While
    Modify the sequence arrays  $C^*$  to a new sequence arrays C according to case cs.
    Generate a corresponding solution set  $S''$  decoded from the sequence arrays C.

  Move or not:
    If  $f(S'') \leq f(S')$  then
       $S' \leftarrow S''$ .
       $C^* \leftarrow C$ .
       $t \leftarrow 1$ .
    Else
       $t \leftarrow t + 1$ .
    End If
  End While
  Return the local optimum  $S'$ .
End

```

(Fig. 4) Local Search Procedure using SMSA

고객의 수는 각각 Uniform[3,6], Uniform [2,4], Uniform [3,6]의 분포를 사용하여 임의로 생성하고, 각 작업의 제조시간, 각 고객으로의 배송시간(회차시간 포함), 각 작업의 중량은 각각 Uniform [60,120], Uniform [60,240], Uniform [5,10]의 분포를 사용하여 임의로 생성하였다. 그리고 모든 트럭의 적재가능 중량은 20으로 고정하였다. 이웃해 생성 규칙에 사용되는 상대 간격비  $preR$  은 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.7, 1.0 로 미리 지정하였다.

각 VNS 알고리즘의 성능을 비교·평가하기 위하여 본 논문에서는 Eq. (1)과 (2)로 산출되는 상대편차척도(relative deviation index: RDI)와 평균절대편차(mean absolute deviation: MAD)를 사용하였다.

$$RDI = \frac{OBJ_{sol} - OBJ_{best}}{OBJ_{worst} - OBJ_{best}}, \quad (1)$$

여기서,  $OBJ_{best}$ 와  $OBJ_{worst}$ 는 모든 실험결과중 가장 좋은 해와 가장 나쁜 해의 목적함수 값을 의미하며,  $OBJ_{sol}$ 는 평가대상 실험결과 해의 목적함수 값이다.

$$MAD(\%) = \frac{|OBJ_{sol} - OBJ_{mean}|}{OBJ_{mean} \times 100}, \quad (2)$$

여기서,  $OBJ_{mean}$ 는 평가대상 실험의 반복결과 해들에 대한

목적함수 값들의 평균값이다

각 VNS 알고리즘의 성능을 비교·평가하기 위한 실험은 생성된 문제 별로 30번씩 반복 실험하였고, 각각의 실험상황에 대해 8 문제씩 30번의 반복실험, 총 240번 실험의 평균 결과가 <Table 5>에 정리되어 있다. <Table 5>의 결과를 보면 전체조합 이웃해 탐색구조를 적용한 VNS 알고리즘 (VNS\_N)의 RDI와 MAD가 부분 또는 전체 그룹 이웃해 탐색구조를 적용한 VNS\_H와 VNS\_G에 비해 작업의 수나 배송지연 요소의 값에 관계없이 상대적으로 우수함을 알 수 있다. 그러나 문제가 복잡해질수록 VNS\_N의 해를 탐색하는 시간이 VNS\_H와 VNS\_G에 비해 상대적으로 큰 폭으로 증가한다. 따라서, 실제 다단계 일정계획 문제에 적용할 좋은 성능의 VNS 알고리즘을 개발하기 위해서는 적절한 수준의 그룹화를 통한 단순화된 이웃해 탐색구조가 요구된다.

## 5. 결론

본 논문에서는 다수의 고객으로 구성된 고객집단으로부터 주문 받은 작업들의 제조 및 배치배송이 결합된 다단계 일정계획문제를 다루었다. 주어진 다단계 일정계획문제는 모든 작업의 총 납기지연을 최소화를 목적으로 제조일정계획, 배치구성 및 트럭배송 일정계획을 동시에 결정한다. 주어진 문제

Table 5. Testing Results

실험상황		VNS_N			VNS_H			VNS_G		
$\delta$	$J$	RDI	MAD	CPU	RDI	MAD	CPU	RDI	MAD	CPU
0.1	20	0.06	0.56	6.23	0.09	0.85	2.31	0.14	0.76	1.09
	40	0.11	0.99	50.79	0.15	1.24	18.67	0.18	1.18	9.51
	60	0.18	1.76	224.45	0.21	1.79	89.73	0.25	1.88	37.45
0.3	20	0.08	2.36	35.45	0.10	2.31	13.98	0.14	2.51	6.92
	40	0.17	4.44	39.69	0.19	4.50	14.99	0.24	5.14	6.67
	60	0.16	6.75	148.25	0.18	7.60	54.44	0.22	8.25	22.32
0.5	20	0.03	0.39	17.05	0.04	16.63	5.80	0.04	38.78	3.06
	40	0.00	15.00	8.00	0.01	6.64	2.73	0.01	4.76	1.17
	60	0.01	2.19	27.06	0.03	2.92	9.30	0.03	1.88	4.00
평균		0.09	3.83	61.88	0.11	4.94	23.55	0.14	7.24	10.24



의 효율적 해결을 위해 VNS 알고리즘을 제시하고, VNS 알고리즘의 성능향상을 고찰하기 위해 전체조합 이웃해 탐색구조를 적용한 VNS 알고리즘 (VNS\_N), 부분그룹 이웃해 탐색구조를 적용한 VNS 알고리즘 (VNS\_H), 그리고 전체그룹 이웃해 탐색구조를 적용한 VNS 알고리즘 (VNS\_G)으로 나누어 그 성능을 비교·평가하는 실험을 수행하였다.

VNS 알고리즘은 이웃해 생성 규칙의 다양성과 탐색구조에 따라 그 성능이 좌우된다. 이웃해 생성 규칙이 다양할수록 VNS 알고리즘의 성능이 개선되나, 문제가 복잡해질수록 조합이 많은 탐색구조는 해를 탐색하는 시간이 조합이 적은 탐색구조에 비해 상대적으로 큰 폭으로 증가한다. 따라서, 복잡한 문제에 적용할 성능 좋은 VNS 알고리즘을 개발하기 위해서는 다양한 이웃해 생성 규칙을 효율적으로 탐색할 적절한 수준의 그룹화가 요구된다.

## REFERENCES

- [1] Agnetis, A., M. A. Aloulou, and L. L. Fu. 2014. "Coordination of Production and Interstage Batch Delivery with Outsourced Distribution." *European Journal of Operational Research* 238 (1): 130–142.
- [2] Allahverdi, A., and H. Aydilek. 2015. "The Two Stage Assembly Flowshop Scheduling Problem to Minimize Total Tardiness." *Journal of Intelligent Manufacturing* 26 (2): 225–237.
- [3] Cakici, E., S. J. Mason, J. W. Fowler, and H. N. Geismar. 2013. "Batch Scheduling on Parallel Machines with Dynamic Job Arrivals and Incompatible Job Families." *International Journal of Production Research* 51 (8): 2462–2477.
- [4] Cakici, E., S. J. Mason, H. N. Geismar, and J. W. Fowler. 2014. "Scheduling Parallel Machines with Single Vehicle Delivery." *Journal of Heuristics* 20 (5): 511–537.
- [5] Chang, Y. C., V. C. Li, and C. J. Chiang. 2014. "An Ant Colony Optimization Heuristic for an Integrated Production and Distribution Scheduling Problem." *Engineering Optimization* 46 (4): 503–520.
- [6] Chen, Z. L. 2010. "Integrated Production and Outbound Distribution Scheduling: Review and Extensions." *Operations Research* 58 (1): 130–148.
- [7] Fan, J., X. Lu, and P. Liu. 2015. "Integrated Scheduling of Production and Delivery on a Single Machine with Availability Constraint." *Theoretical Computer Science* 562: 581–589.
- [8] Glover, F. W., and G. A. Kochenberger. 2006. *Handbook of Metaheuristics*. Vol. 57. Springer Science & Business Media.
- [9] Hajiaghahi-Keshteli, M., and M. Aminnayeri. 2014. "Solving the Integrated Scheduling of Production and Rail Transportation Problem by Keshtel Algorithm." *Applied Soft Computing Journal* 25: 184–203.
- [10] Joo, C. M., and B. S. Kim. 2017. "Rule-Based Meta-Heuristics for Integrated Scheduling of Unrelated Parallel Machines, Batches, and Heterogeneous Delivery Trucks." *Applied Soft Computing Journal* 53: 457–476.
- [11] Joo, C. M., and B. S. Kim. 2018, "Batch Delivery

- Scheduling of Trucks Integrated with Parallel Machine Schedule of Job Orders from Multi-Customers.”, *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing* 12(2): Paper ID No. 16-00219.
- [12] Lee, C. Y., T. C. E. Cheng, and B. M. T. Lin. 1993. “Minimizing the Makespan in the 3-Machine Assembly-Type Flowshop Scheduling Problem.” *Management Science* 39 (5): 616–625.
- [13] Li, K., Z. H. Jia, and J. Y.T. Leung. 2015. “Integrated Production and Delivery on Parallel Batching Machines.” *European Journal of Operational Research* 247 (3): 755–763.
- [14] Li, K., A. I. Sivakumar, and V. K. Ganesan. 2008. “Analysis and Algorithms for Coordinated Scheduling of Parallel Machine Manufacturing and 3PL Transportation.” *International Journal of Production Economics* 115 (2): 482–491.
- [15] Low, C., C. M. Chang, R. K. Li, and C. L. Huang. 2014. “Coordination of Production Scheduling and Delivery Problems with Heterogeneous Fleet.” *International Journal of Production Economics* 153: 138–148.
- [16] Potts, C. N., S. V. Sevast’janov, V. A. Strusevich, L. N. Van Wassenhove, and C. M. Zwaneveld. 1995. “The Two-Stage Assembly Scheduling Problem: Complexity and Approximation.” *Operations Research* 43 (2): 346–355.
- [17] Seidgar, H., M. Kiani, M. Abedi, and H. Fazlollahtabar. 2014. “An Efficient Imperialist Competitive Algorithm for Scheduling in the Two-Stage Assembly Flow Shop Problem.” *International Journal of Production Research* 52 (4): 1240–1256.
- [17] Tian, Y., D. Liu, D. Yuan, and K. Wang. 2013. “A Discrete PSO for Two-Stage Assembly Scheduling Problem.” *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 66 (1–4): 481–499.
- [18] Ullrich, C. A. 2013. “Integrated Machine Scheduling and Vehicle Routing with Time Windows.” *European Journal of Operational Research* 227 (1): 152–165.
- [19] Yokoyama, M. 2008. “Flow-Shop Scheduling with Setup and Assembly Operations.” *European Journal of Operational Research* 187 (3): 1184–1195.



김 병 수

부경대학교 산업공학 학사  
미국 Auburn University 산업시스템공학 석사  
미국 Auburn University 산업시스템공학 박사  
현재: 인천대학교 산업경영공학과 부교수  
관심분야: 생산일정계획,  
스마트물류운영관리,  
메타휴리스틱, 알고리즘 최적화



주 철 민

고려대학교 산업공학 학사  
한국과학기술원(KAIST) 산업공학 석사  
한국과학기술원(KAIST) 산업공학 박사  
현재: 동서대학교 메카트로닉스융합공학부 교수  
관심분야: 스케줄링,  
휴리스틱 알고리즘 최적화,  
물류시스템 관리

## 한국SCM학회지 19권 2호 심사자 명단(가나다 순)

---

김영주(철도기술연구원), 강성우(인하대학교 산업경영공학과), 고창성(경성대학교 산업경영공학과), 김동환(안양대학교 무역유통학과), 김보현(한국생산기술연구원), 김성수(한국산업기술대학교 e-비즈니스학과), 김연성(인하대학교 경영학과), 김은갑(이화여자대학교 경영학과), 김채복(경북대학교 경영학과), 김현수(경기대학교 산업경영공학과), 박광범(송원대학교 항공서비스학과), 서용원(중앙대학교 경영학부), 석혜성(홍익대학교 산업공학과), 신동민(한양대학교 산업경영공학과), 심승배(한국국방연구원), 임성묵(동국대학교 경영대학), 장우진(서울대학교 산업공학과), 정병도(연세대학교 산업공학과), 정봉주(연세대학교 산업공학과), 정석재(광운대학교 경영대학), 정호상(인하대학교 아태물류학부), 최성용(한양대학교 경영대학), 최성훈(상명대학교 경영공학과), 편제범(호서대학교 빅데이터경영공학부), 한현수(한양대학교 경영대학)

학회지 심사를 위해 노고를 아껴주시지 않은 심사자 여러분들께 깊은 감사의 말씀을 올립니다.

## 한국 SCM 학회지 제19권, 제2호

---

인 쇄 / 2019년 10월 31일

발 행 / 2019년 10월 31일

발행인 / 임석철

편집인 / 김수옥 · 정봉주

발행처 /  한국SCM학회

경기도 수원시 영통구 월드컵로 206 아주대학교  
팔달관 812호

전화 031-211-5269      전송 031-214-5269

<http://www.kscm.org>

---

등록번호 ISSN 1598-382X